

Г.Я. Воробьева

Коррозионная СТОЙКОСТЬ материалов

в агрессивных
средах
химических
производств



66
В75

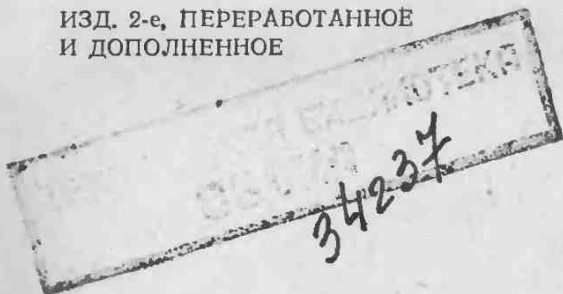
Г. Я. Воробьева

Коррозионная стойкость материалов



в агрессивных
средах
химических
производств

Изд. 2-е, переработанное
и дополненное



МОСКВА · ИЗДАТЕЛЬСТВО «ХИМИЯ» · 1975

В 75 Воробьева Г. Я.

Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах химических производств. Изд. 2-е пер. и доп. М., «Химия», 1975.

816 с; 41 табл.; 74 рис.; список литературы 406 ссылки.

В книге обобщены данные о свойствах и коррозионной стойкости металлических и неметаллических материалов. В ней приводятся таблицы и диаграммы коррозионной стойкости металлов и сплавов, пластмасс, стеклопластиков, резины, лакокрасочных и силикатных материалов в агрессивных органических и неорганических средах при комнатной и повышенной температурах.

Второе издание дополнено главой, в которой излагаются основные принципы выбора коррозионностойких материалов и покрытий.

Справочное пособие предназначено для конструкторов, инженеров и научных работников химической и других отраслей промышленности. Оно может быть полезно студентам-дипломникам химических вузов.

Первое издание вышло в 1967 г.

В 31402-176
050(01)-75 БЗ-61-8-74



6П4 • 52

© Издательство «Химия», 1975

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
<i>Глава I. Основные принципы выбора коррозионностойких материалов и защитных покрытий</i>	9
Металлы	11
Характеристики металлов, определяющие их коррозионную стойкость	12
Коррозионная активность сред и влияние ее на коррозию металлов	17
Характеристики электролитов	17
Характеристики агрессивности неэлектролитов	22
Физико-химическая природа и кинетика процессов коррозии металлов	32
Сущность электрохимической коррозии металлов	32
Кинетика электрохимической коррозии металлов	35
Поляризационные кривые	38
Кинетика газовой (химической) коррозии металлов	46
Показатели скорости коррозии металлов	48
Влияние условий эксплуатации на коррозию оборудования	50
Влияние конструктивных особенностей оборудования на коррозию	51
Влияние механических напряжений и гидродинамических нагрузок	54
Влияние контакта разнородных металлов	57
Влияние скорости движения среды	59
Влияние температуры и давления	60
Влияние микроорганизмов	60
Влияние трения	61
Влияние внешнего электрического поля	61
Неметаллические материалы и защитные покрытия	62
Характеристика коррозионной стойкости силикатных материалов	62
Коррозия полимерных материалов	66
Влияние структуры и состава полимера на его химическую стойкость	66
Механизм действия агрессивной среды на полимер	67

Стабильность физико-механических свойств полимерных материалов	72
Характеристики защитных покрытий	74
Методы определения и оценки химической стойкости полимерных материалов	76
Фактор экономической эффективности при выборе коррозионно-стойких материалов и методов защиты	77
Методика подбора коррозионно-стойких материалов и покрытий	77
Показатели для расчета технико-экономической эффективности материалов или покрытий	81
Эффективность при использовании металлов	81
Эффективность при использовании неметаллических материалов	83
Эффективность при использовании покрытий и других методов защиты от коррозии	85
<i>Литература</i>	85
Глава 2. Металлические коррозионно-стойкие материалы	88
Углеродистые стали	88
Коррозионно-стойкие легированные стали	93
Хромистые стали	97
Хромоникелевые стали аустенитной структуры	100
Чугуны	106
Нелегированные чугуны	106
Легированные чугуны	107
Цветные металлы и сплавы	110
Алюминий и сплавы на его основе	110
Медь и сплавы на ее основе	112
Никель и сплавы на его основе	116
Свинец, серебро	123
Титан и сплавы на его основе	124
Тантал	130
Двухслойные металлы	131
Металлические защитные покрытия	134
<i>Литература</i>	137
Глава 3. Неметаллические коррозионно-стойкие материалы и покрытия	139
Неметаллические материалы органического происхождения	139
Полимеризационные пластмассы	145
Поликонденсационные пластмассы	164
Термопластичные смолы и пластмассы	164
Термореактивные смолы и пластмассы	174
Стеклопластики и бипластмассы	198
Битумно-асфальтовые пластмассы	202
Вязущие полимерные материалы	205
Материалы на основе каучуков	209
Свойства и применение материалов на основе каучуков	212
Новые виды каучуков и резин	217
Лакокрасочные материалы	225

Дерево, уголь, графит	228
Неметаллические материалы неорганического происхождения	231
Природные кислотоупоры	234
Плавленые силикатные материалы	235
Керамические материалы и изделия	237
Силикатные вязущие материалы	238
Неметаллические защитные покрытия	239
<i>Литература</i>	250
Глава 4. Коррозионная стойкость металлов и неметаллических материалов	256
Диаграммы и таблица коррозионной стойкости материалов	256
Диаграммы стойкости	256
Таблица коррозионной стойкости металлов и неметаллических материалов в различных средах	262
Неорганические среды	265
Кислоты	265
Соли и основания	321
Окислы, перекиси, газы и прочие неорганические среды	518
Органические среды	580
<i>Литература</i>	799
Предметный указатель	806





ПРЕДИСЛОВИЕ

Применение в промышленности, строительстве и других отраслях народного хозяйства широкого ассортимента металлических и неметаллических (в первую очередь, полимерных) материалов, а также разнообразие способов защиты от коррозии усложняют задачу правильного выбора материалов для оборудования, работающего в условиях воздействия агрессивных сред, его конструирования и эксплуатации. Выпуск справочной литературы, в которой приводятся данные о свойствах материалов в условиях воздействия на них агрессивных сред, может существенно помочь специалистам при выборе коррозионностойких материалов.

Отличительной особенностью предлагаемого читателю справочного пособия является то, что в нем содержатся сведения о коррозионной стойкости металлических и неметаллических материалов в индивидуальных средах, практически во всех, встречающихся в производствах не только химической, но и смежных с ней отраслях промышленности.

В книге приводятся сведения не только о коррозионных свойствах наиболее употребительных материалов, но и о других свойствах, а также о новых конструкционных материалах и защитных покрытиях; указывается возможность их применения в различных условиях.

Второе издание справочного пособия существенно переработано и дополнено главой «Основные принципы выбора коррозионностойких материалов и защитных покрытий». В ней излагается специфика коррозии металлов и неметаллических материалов, конструктивные особенности оборудования и условия его эксплуатации, влияющие на процессы коррозии.

В этой главе приводятся показатели для расчета техно-экономической эффективности выбранного материала или метода защиты от коррозии.

Данные, помещенные в таблице коррозионной стойкости, взяты из литературных источников и частично дополнены экспериментальными исследованиями. Приводимые значения скоростей коррозии металлов, также как и оценка коррозионной стойкости неметаллических материалов, являются результатом обобщения по крайней мере нескольких, совпадающих по разным источникам, данных. Для оценки коррозионной стойкости материалов были использованы современные отечественные и зарубежные справочники: «Коррозия и защита химической аппаратуры» (8 т.), под ред. А. М. Сухотина и др. Л., «Химия», 1969—1972 гг.; Анучин П. И. и Чашин А. М. «Коррозия и способы защиты оборудования лесохимических производств». М., «Лесная промышленность», 1970 г.; Туфанов Д. Г. «Коррозионная стойкость нержавеющей сталей». М., «Металлургия», 1969 г.; Dechema—

Werkstoffe — Tabelle Frankfurt/M., Lief. 1—17, 1952—1972 гг; Kunststoff-Handbuch (6 Bd), München, 1966—1969 гг; Evans V. «Plastics as corrosion resistant materials», Oxford-London, 1966 г.; статьи, опубликованные в периодической печати и другие литературные источники, перечисленные в библиографии.

Автор надеется, что настоящая книга будет полезна не только конструкторам и механикам, но и всем работающим в области исследования процессов коррозии.

Автор выражает искреннюю благодарность рецензенту тов. С. М. Бабицкой за детальное обсуждение книги и ряд ценных советов.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ И ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ



На современном уровне развития техники важное значение имеют конструкционные материалы, используемые в промышленности; правильный выбор этих материалов без знания их коррозионных свойств и поведения в конкретных условиях эксплуатации невозможен.

Особенно это относится к химическим производствам, где оборудование эксплуатируется в жестких условиях при одновременном воздействии агрессивной среды, высокой температуры, давления, а также механических нагрузок, истирания, износа и т. п. В таких условиях конструкционные материалы подвержены коррозии и в меньшей степени эрозии, вызываемой только механическим воздействием.

Для правильного, наиболее целесообразного выбора материала или способа его защиты от коррозии необходимо знать природу и свойства материала, характеристику агрессивной среды, условия его эксплуатации.

При выборе материала следует учитывать:

1. Природу материала (металл* или неметаллический материал).
2. Химический состав и строение материала.
3. Термодинамические характеристики (электродные потенциалы металлов, энергии химических связей в полимерах и т. п.).

* Здесь и далее под металлами подразумеваются не только чистые металлы, но и сплавы.

4. Свойства материалов: химические (стойкость к воздействию той или иной группы сред или конкретной агрессивной среды); механические и термические, их взаимное влияние; технологические, определяющие возможность практического применения материала, выбор способа переработки его в изделие или использования для защиты от коррозии.

5. Экономическую эффективность выбранного материала или системы защиты от коррозии.

6. Характерные особенности агрессивных сред:

а) физико-химическую природу среды (электролит, неэлектролит) и ее агрегатное состояние; при наличии разных фаз коррозия на их границе, как правило, максимальная;

б) свойства электролитов: степень диссоциации; способность к гидратации и дегидратации; pH среды; электропроводность и концентрацию электролита; окислительные свойства электролитов и характер образующихся продуктов коррозии;

в) химическую природу и чистоту неэлектролитов (жидкостей или газов) и влияние примесей на их коррозионную активность.

Не менее важно при выборе конструкционных материалов знать способы изготовления и тип конструкций, а также условия их эксплуатации:

1. Особенности конструкции.
2. Вид и характер термической обработки.
3. Состояние поверхности материала, обусловленное выбором способа подготовки и степенью ее чистоты.
4. Температуру, давление и состояние (покоя или движения) окружающей коррозионной среды.
5. Воздействие механических нагрузок: растяжения, сжатия, знакопеременных, гидродинамических, напряжений при трении.
6. Контакты разнородных материалов.
7. Возможность возникновения и действия постоянного электрического тока (блуждающие токи).
8. Микробиологический фактор.
9. Воздействие радиации.

Ниже более подробно рассматривается влияние перечисленных факторов на коррозионную стойкость материалов.

МЕТАЛЛЫ

Коррозия металлов — разрушение металлов под воздействием среды, возникающее при контакте металла с окружающей средой в результате химических или

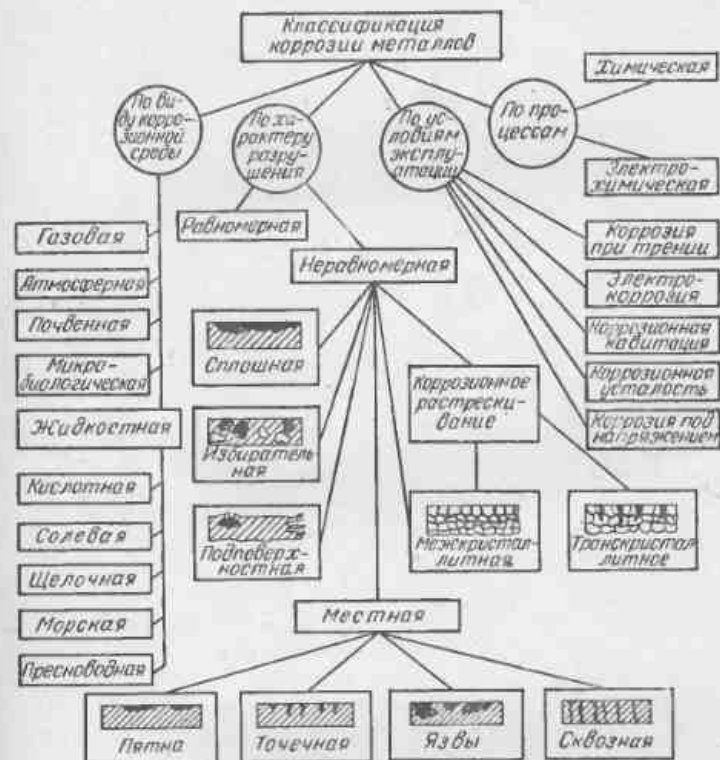


Рис. 1.1. Классификация процессов коррозии металлов.

электро-химических реакций между ними, протекающих на поверхности металла и вызывающих его изменения.

Основные причины коррозии металлов заложены в их свойствах, термодинамической неустойчивости, в стремлении металла перейти в энергетически более устойчивое окисное или ионное состояние. Процесс коррозии металлов двухсторонний, в котором в равной степени

участвуют металл и коррозионная среда. Поэтому характеристика среды и условия эксплуатации металлических конструкций, наряду со свойствами металла, влияют на интенсивность коррозии и характер разрушения металла. Отсюда и многообразие существующих видов коррозии. На рис. 1.1 представлена классификация процессов коррозии по виду разрушений, природе коррозионной среды и специфическим условиям, возникающим при эксплуатации оборудования.

Характеристики металлов, определяющие их коррозионную стойкость

Кристаллическое строение. Для наиболее распространенных в технике металлов известны три типа кристаллических решеток с соответствующими параметрами. Объемноцентрированный куб (ОЦК) характерен для α -железа (Fe_{α}). Эта решетка характеризуется малой компактностью (отношение суммы объемов атомов к общему объему решетки $\approx 0,68\%$). Более компактными кристаллическими решетками ($\approx 0,74\%$) являются гранецентрированный куб (ГЦК), характерный для γ -железа (Fe_{γ}), никеля, меди и др., и гексагональная решетка, характерная для титана, циркония и некоторых других металлов.

Однородность структуры. Большинство технических металлов, в особенности сплавов, неоднородны по структуре. Это обусловлено наличием металлических или некоторых неметаллических микро- и макровключений, неравномерностью концентраций твердых растворов (ликвация), наличием разнородных атомов в твердом растворе сплава.

Неоднородности структуры металла в определенных условиях являются причиной его коррозии. Так, например, наличие неметаллических включений графита в серых чугунах вызывает структурно-избирательную коррозию последних в кислых электролитах. При этом разрушается металлическая основа чугуна — феррит — и сохраняется углеродный скелет. Неравномерность концентраций твердого раствора в алюмоцинковом сплаве усиливает его коррозию, по сравнению с другими алюминидными сплавами. Наличие разнородных атомов (Zn и Cu) в твердом растворе, вызывает компонентно-

избирательную коррозию латуни, причем цинк, как менее благородный металл, корродирует в первую очередь и быстрее, чем медь.

Металлическая связь, характерная для металлов, осуществляется валентными электронами, движущимися внутри кристаллической решетки. Они являются общими для всего кристалла металла и связывают его атомы между собой.

Подвижность электронов внутри кристаллической решетки металла обуславливает его электропроводность, теплопроводность, а также возможность миграции электронов в процессе коррозии.

Металлическая связь для каждого металла может быть охарактеризована энергией, необходимой для ее разрыва. Ниже приводятся значения энергии разрыва связей (теплот сублимации) для некоторых металлов:

Металлы	Железо	Хром	Никель	Цинк	Титан (4-х валентный)	Молибден
Энергия разрыва связи, ккал/моль	94,0	88,0	85,0	27,4	100,0	160,0

Фазово-структурные превращения в процессе термической обработки. Стали, находящиеся в равновесном отожженном состоянии, наиболее коррозионностойкие. Дальнейшая термообработка — закалка и отпуск (для снятия внутренних напряжений) — вызывает фазово-структурные изменения, влияющие на коррозионную стойкость стали.

Типичным примером может служить изменение коррозионной стойкости углеродистой стали в разбавленной серной кислоте. После закалки сталь имеет мартенситную структуру — твердый однофазный раствор, скорость коррозии которого в 1%-ной серной кислоте незначительна. Решающее значение при этом имеет температура отжига или отпуска. Как видно из рис. 1.2, наиболее опасна троститная область температур (400—450 °C).

Другим примером является влияние нагревания легированных нержавеющей сталей до температур 600—650 °C и медленного их охлаждения на воздухе (высокий отпуск), практически осуществляемые при сварке этих сталей. При таком режиме термообработки возникают фазово-структурные изменения, характеризующиеся тем,

что по границам зерен выпадают образующиеся карбиды хрома. В результате этого ослабляется связь между зёрнами, уменьшается содержание в стали коррозионно-стойкого легирующего элемента — хрома и возникает межкристаллитная коррозия стали, протекающая по границам зерен. Рис. 1.3 характеризует интенсивность межкристаллитных разрушений аустенитной стали типа 18-8 в зависимости от условий отпуска и содержания углерода.

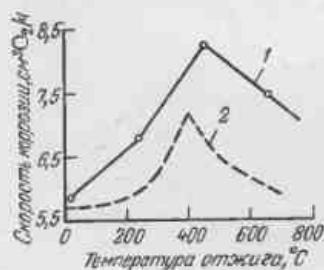


Рис. 1.2. Влияние термической обработки стали на скорость коррозии в средах: 1—0,5 н. раствор NaCl; 2—1%-ый раствор H_2SO_4 (л. с. 63).

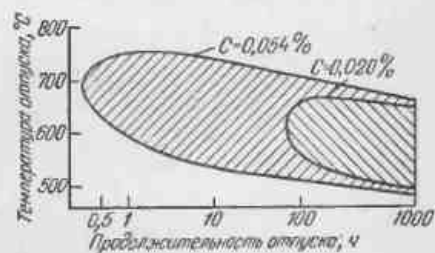


Рис. 1.3. Области межкристаллитного разрушения аустенитной стали (тип 18-8) в зависимости от температуры, продолжительности отпуска и содержания углерода.

Электродные потенциалы металлов — важная термодинамическая характеристика, определяющая их поведение в электролитах. В системе металл — электролит существует разность потенциалов (потенциал) между металлом и приэлектродным слоем электролита. При установившемся равновесии между металлом и раствором его соли потенциал является равновесным электродным потенциалом данного металла. За нулевой электродный потенциал условно принят стандартный водородный электрод, по отношению к которому измеряются стандартные электродные потенциалы металлов (при активности ионов металла в электролите, равной единице, и при постоянной температуре, равной $25^\circ C$). Значения стандартных электродных потенциалов металлов изменяются от отрицательных до положительных и соответственно располагаются в ряд по отношению к стандартному нулевому водородному электроду.

Ниже приводятся стандартные электродные потенциалы некоторых металлов в водных растворах при $25^\circ C$:

Металл/ионы металла	Потенциал, В	Металл/ионы металла	Потенциал, В
Mg/Mg ²⁺	-2,37	Pb/Pb ²⁺	-0,126
Al/Al ³⁺	-1,66	H ₂ /2H ⁺	0,000
Ti/Ti ²⁺	-1,63	Sn/Sn ⁴⁺	+0,007
Zr/Zr ³⁺	-1,53	Cu/Cu ²⁺	+0,34
Ti/Ti ³⁺	-1,21	Pb/Pb ⁴⁺	+0,78
Zn/Zn ²⁺	-0,76	Ag/Ag ⁺	+0,799
Cr/Cr ³⁺	-0,74	Pd/Pd ²⁺	+0,987
Fe/Fe ²⁺	-0,44	Pt/Pt ²⁺	+1,19
Ni/Ni ²⁺	-0,25	Au/Au ⁺	+1,69
Sn/Sn ²⁺	-0,136		

По значениям потенциалов металлов можно (в первом приближении) предсказать их коррозионную стойкость в зависимости от характера электролита: чем отрицательнее потенциал металла, тем больше он разрушается в электролитах, окисляющих металл ионом водорода. Все положительные металлы в таких средах должны быть коррозионностойкими. Металл, имеющий более отрицательный потенциал, чем потенциал металла соли в растворе (катион электролита), будет в таком электролите корродировать. Следует, однако, иметь в виду, что коррозионная стойкость металлов зависит также и от других факторов.

Состояние поверхности металла во многом определяет его коррозионную стойкость: неоднородность поверхности является одной из причин местной коррозии; гладкая полированная поверхность более стойка к коррозии, чем грубообработанная, шлифованная поверхность; наличие окисной пленки на поверхности металла, при условии ее сплошности, препятствует развитию процессов коррозии.

Поверхность металла покрыта либо окисленными частицами металла, либо слоем адсорбированного или хемосорбированного кислорода.

Окисный или адсорбированный слой может быть сплошным и несплошным; очень тонким, невидимым (несколько ангстрем), или толстым (от 40 Å до 5000 Å

и более). Так, например, в результате самопроизвольного окисления металла на воздухе на поверхности цинка образуется окисная пленка толщиной 5—6 Å, на меди — 10 Å, на железе — 15—25 Å, на алюминии — 100—150 Å.

В зависимости от химического состава, кристаллического строения, толщины окисной пленки и т. п. металл находится в активном или в пассивном состоянии. Термодинамические свойства активного металла характеризуются стандартным электродным потенциалом. Металл в пассивном состоянии характеризуется наличием пленки, изолирующей его от воздействия среды; потенциал металла в этом случае облагораживается, сдвигается в сторону положительных значений; коррозионная стойкость повышается. Ниже сравниваются значения потенциалов некоторых металлов в разбавленном (0,5 н.) растворе хлорида натрия [2, с. 181] со стандартными электродными потенциалами этих металлов в активном состоянии:

Металл	Стандартный потенциал, В	Потенциал в 0,5 н. NaCl, В
Магний	-2,37	-1,401
Алюминий	-1,66	-0,571
Титан (Ti ²⁺)	-1,21	-0,070
Хром (Cr ³⁺)	-0,74	-0,109
Железо (Fe ²⁺)	-0,44	-0,300
Никель	-0,25	-0,007
Молибден	-0,20	+0,105

Пассивное состояние металла определяется не только способностью самого металла к пассивации, но и характером среды. Одни (окислительные) среды способствуют образованию или сохранению на поверхности металла окисной пассивной пленки, другие, наоборот, разрушают ее, при этом металл депассивируется, что соответственно сказывается и на его потенциале.

Процессы оксидирования металлов (обработка растворами окислителей) для повышения их коррозионной стойкости основаны на явлении пассивации.

Ниже приведены значения потенциалов железа в растворах некоторых электролитов [1, с. 85] (стр. 17).

Состояние поверхности металла определяется также характером его механической обработки. Чем выше степень чистоты поверхности металла, тем меньше остается

на его поверхности неровностей, дефектов, зазоров и т. п. неоднородностей и тем меньше, следовательно, возможных очагов для возникновения коррозии. Поэтому гладкая поверхность металла, как указывалось выше, всегда обладает более высокой коррозионной стойкостью, чем шероховатая.

Электролит	Потенциал *φ, В
0,1 н. H ₂ SO ₄	-0,45
0,1 н. KCl	От -0,34 до -0,42
0,1 н. KBr	От -0,24 до -0,36
0,1 н. KNO ₃	От -0,15 до -0,27
1 н. Na ₂ CO ₃	+0,30
1 н. KCN	+0,45
1 н. K ₂ CrO ₄	+0,55
40% NaOH	От +0,43 до +0,86
0,1 н. KMnO ₄	+0,92

* Стандартный потенциал φ_{Fe} = -0,44 В.

Ниже приводится влияние обработки поверхности на коррозию углеродистой стали во влажном воздухе [3, с. 84]:

Характер обработки поверхности	Время, через которое появляются признаки коррозии, сутки
Полирование на сухие	28
Полирование наждачной бумагой	
4/0	20
2/0 или 1/0	12
№ 2 или № 1	10
Обработка напильником (или на токарном станке)	10

Коррозионная активность сред и влияние ее на коррозию металлов

По природе и характеру воздействия на металлы среды могут быть подразделены на две группы: электролиты, вызывающие при контакте с металлом электрохимические процессы, и неэлектролиты, химически взаимодействующие с металлом.

Характеристики электролитов

Ниже рассматриваются характеристики электролитов, влияющие на коррозионную активность сред.

Степень диссоциации. Одной из основных характеристик электролитов является степень диссоциации,

34234

связанная с концентрацией раствора: при его разбавлении степень диссоциации увеличивается. Коррозия металлов в концентрированных и насыщенных растворах, как правило, меньше чем в разбавленных. По степени диссоциации различают электролиты сильные, диссоциированные более чем на 30% ($\alpha > 0,3$), средние со степенью диссоциации от 30 до 3% ($\alpha = 0,3-0,03$) и слабые электролиты, диссоциированные менее чем на 3% ($\alpha < 0,03$).

Гидратация ионов. На кинетику процессов электрохимической коррозии оказывает влияние гидратация — присоединение молекул воды к молекулам или ионам растворенного вещества. Гидратация обуславливает подвижность ионов в растворе электролита: чем она больше, т. е. чем больше число молекул воды присоединено к иону, тем он менее подвижен, менее активен и тем, следовательно, затруднительнее участие ионов в процессе коррозии; для воздействия на металл ионы электролита должны быть дегидратированы.

Водородный показатель среды (рН) характеризует концентрацию ионов водорода в водном растворе; рН водных растворов может изменяться от 0 до 14. В нейтральных растворах $\text{pH} = 7$, в кислых — $\text{pH} < 7$, в щелочных — $\text{pH} > 7$.

Скорость коррозии металлов в водных растворах протекает по-разному в кислых, щелочных и нейтральных средах. Для разных металлов зависимость скорости коррозии от рН раствора различна.

На рис. 1.4 представлены кривые, характеризующие стойкость металлов при различных рН. В зависимости от рН раствора (в кислых, щелочных или нейтральных растворах) значения потенциалов одних и тех же металлов могут быть различны.

Электропроводность растворов. Эта характеристика электролита является функцией концентрации ионов: чем больше концентрация ионов, тем выше электропроводность раствора. В свою очередь, концентрация ионов зависит от степени диссоциации электролита и концентрации растворенного вещества. Поэтому прямой зависимости электропроводности от концентрации раствора не наблюдается; кривая проходит через максимум.

Следовательно, влияние электропроводности растворов на процессы коррозии металлов в них неоднозначно, а связано с концентрацией и степенью диссоциации, что

в свою очередь обусловлено природой электролита. Особенно важна электропроводность при почвенной коррозии, т. е. коррозии металлических конструкций, расположенных в земле. Эти процессы имеют электрохимический характер, поскольку обусловлены наличием влаги. Водные вытяжки почв в зависимости от минералогического состава характеризуются различным рН, чаще всего они имеют нейтральную реакцию (рН 6—7,5), но некоторые

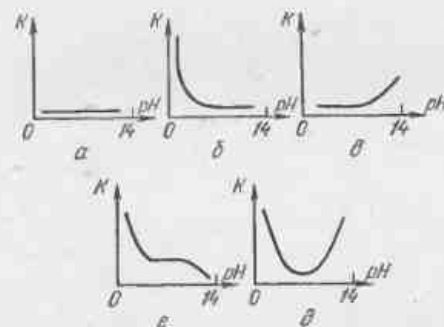


Рис. 1.4. Влияние рН электролита на коррозию металлов: а — металлы (Au, Ag, Pt), стойкие при любых значениях рН; б — металлы (Ni, Cd), стойкие в щелочных и нейтральных и нестойкие в кислых растворах; в — металлы (Ti, Mo, W), стойкие в кислых и нейтральных растворах и малостойкие или нестойкие в щелочных растворах; г — металлы (Fe, Mg), нестойкие в кислых, малостойкие в нейтральных и стойкие в щелочных растворах; д — металлы (Al, Zn, Pb, Sn), стойкие в нейтральных и нестойкие в кислых и щелочных растворах.

из них — кислую реакцию (рН 3—6), а другие — щелочную (рН $\approx 7,5-9,5$). Увлажненность почвы характеризуется ее электропроводностью, по которой можно судить и о степени ее коррозионной агрессивности.

Ниже приводится предполагаемая связь между удельным электрическим сопротивлением почвы, рН водной вытяжки и агрессивностью почвы:

Удельное электрическое сопротивление почвы, Ом·см	рН	Оценка агрессивности почвы
500	4,0	Особо высокая
500—1 000	6,0	Высокая
1 000—2 000	6,0—6,5	Повышенная
2 000—10 000	6,5—7,5	Средняя
10 000	7,5—8,5	Низкая

Окислительная способность среды. Этот показатель среды может ослаблять или усиливать процессы коррозии металлов. Если в результате воздействия среды на металле образуются окисные пленки или отложения нерастворимых продуктов коррозии, процесс коррозии замедляется; если же продукты коррозии растворимы или ионы электролита способны разрушать окисную пассивную пленку на поверхности металла (восстановительные среды) процесс коррозии усиливается. Типичными представителями сред, обладающих окислительной способностью (условно, так как любой процесс коррозии есть процесс окисления металла), являются растворы азотной и азотистой кислот и их солей, сочетание их с растворами щелочей, соли хромовой кислоты, перманганаты, перекиси и т. п. соединения. Часто прибегают к искусственной обработке металлов такими средами — оксидированию. В результате химического или электрохимического оксидирования на поверхности металла образуется оксидная пленка, повышающая его коррозионную стойкость, но только в слабоагрессивных средах (воздух, нейтральные растворы). Различные металлы обрабатывают разными окислителями. Например, стали оксидируют щелочными растворами, содержащими NaOH , NaNO_3 и NaNO_2 . Для алюминия применяют слабощелочные растворы хроматов, иногда с добавлением фосфорной кислоты. Медь оксидируют в персульфатно-щелочном ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ и NaOH) или медноаммиачном растворах.

Типичными примерами сред, депассивирующих металлы, являются ионы галогенов: хлора, брома, фтора, а также ионы водорода соляной, разбавленной серной и других кислот. Особенно характерно действие серной кислоты на нелегированные стали (железо), так как восстановительно-окислительный характер ее меняется с увеличением концентрации; при этом соответственно изменяется скорость коррозии стали в ней (рис. 1.5).

Разбавленные растворы серной кислоты действуют как неокислительная среда, вызывая интенсивную коррозию стали, достигающую максимума в $\sim 40\%$ -ной кислоте. По мере увеличения концентрации кислота приобретает окислительный характер, на поверхности стали начинается отложение нерастворимых в кислоте продуктов коррозии — сульфата железа. При концентрации более 60% они образуют достаточно хорошую за-

щитную пленку, и скорость коррозии снижается до минимума.

Наличие в электролите ионов хлора (сильных депассиваторов) очень опасно для металлов, коррозионная стойкость которых обусловлена пассивным состоянием их поверхности, например, для нержавеющей сталей. Ионы хлора вызывают локальные, местные нарушения пассивной пленки, что приводит к очень опасному виду коррозионных разрушений — точечной (питтинговой)

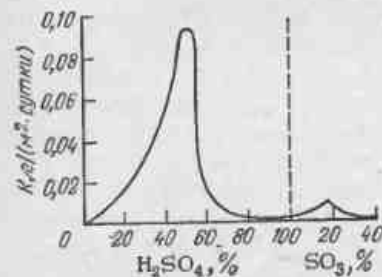


Рис. 1.5. Скорость коррозии углеродистой стали, содержащей до $0,5\%$ меди, в серной кислоте и олеуме при 20°C .

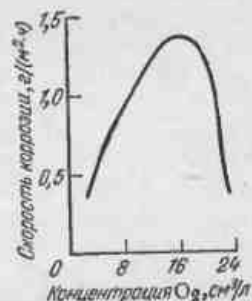


Рис. 1.6. Зависимость скорости коррозии железа от концентрации растворенного в воде кислорода [3, с. 75].

коррозии. Интенсивно развиваясь, питтинг достигает заметной глубины и нередко переходит в сквозное разрушение. Это необходимо учитывать при выборе и применении металлов в средах, содержащих ионы хлора или другие депассиваторы.

Окислительные свойства электролитов усиливаются при наличии в них растворенного кислорода. Однако надо иметь в виду, что влияние его на коррозионную стойкость металлов может быть как положительным, так и отрицательным. Это зависит от концентрации кислорода в растворе и, следовательно, от растворимости его в среде; от равномерности или неравномерности поступления кислорода к поверхности металла и других факторов.

На рис. 1.6 показано влияние концентрации растворенного в воде кислорода на коррозию углеродистой стали (железа) в ней. Вначале кислород, участвуя в

процессе коррозии, увеличивает ее скорость; это продолжается до тех пор, пока его концентрация в воде окажется достаточной для оказания пассивирующего действия и образования окисной пленки; после этого скорость коррозии резко снижается. В морской воде кислород не оказывает такого тормозящего действия на коррозию вследствие ограниченной растворимости его в растворах солей, к которым относится и морская вода. Концентрация кислорода в морской воде не достигает предела, необходимого для получения защитной окисной пленки, поэтому при увеличении концентрации кислорода в морской воде скорость коррозии возрастает линейно.

Растворимость кислорода в растворах различных солей зависит от их концентрации. Для всех солей растворимость кислорода уменьшается с увеличением концентрации раствора. В насыщенных растворах кислород практически не растворяется и, следовательно, на процессы коррозии влияния не оказывает. Неравномерность поступления кислорода при его контакте с поверхностью металла усиливает скорость коррозии на этих участках поверхности металла, вызывая щелевую коррозию — разрушение металла в узких зазорах и щелях.

Характеристики агрессивности неэлектролитов (не обладающих ионной проводимостью)

К числу неэлектролитов относят органические жидкости и сухие газы, не содержащие влаги. Если в таких средах имеются примеси, например вода, то характер их воздействия на металлы изменяется и их следует рассматривать как электролиты.

Жидкие неэлектролиты. В чистом виде органические жидкости в подавляющем большинстве инертны по отношению к железу и его сплавам, но некоторые из них, например галонидпроизводные углеводороды, меркаптаны и другие серосодержащие соединения, могут химически реагировать с цветными металлами.

Галонидпроизводные углеводороды. При взаимодействии галонидпроизводных углеводородов с магнием, цинком, оловом, серебром образуются соли и соответствующие углеводороды, при взаимодействии с цинком — металлоорганические соединения, с алюминием — галонидпроизводные другого типа.

Серосодержащие соединения типа $R-SH$ (тиоспирты или меркаптаны) взаимодействуют с металлами, например с медью, с образованием тиоэфиров — меркаптидов.

Подобные реакции меркаптанов возможны и с другими металлами: кобальтом, никелем, серебром, свинцом.

Спирты и карбоновые кислоты, в которых водород является активным, вступают во взаимодействие с металлом, образуя алкоголяты металлов или соли. Эта реакция характерна, в основном, для металлов щелочной группы (Na, K), а также для алюминия.

Высшие жирные кислоты. Нерастворимые в воде высшие жирные кислоты, типа стеариновой $C_{17}H_{35}COOH$, образуют с металлами, в том числе с железом (при определенных условиях), соли:



Особенно характерны такие реакции для расплавов органических, в частности, дикарбоновых кислот. Например, в расплаве адипиновой кислоты скорость коррозии хромоникелевой стали — $0,4 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, меди марки М2 — $0,64 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$; при этой реакции наблюдалось выделение газа, состоящего на 93—94% из водорода [4], что подтверждает протекание реакции образования соли.

Амины — производные аммиака, в молекуле которого один или несколько атомов водорода замещены органическими радикалами ($R-NH_2$, R_2-NH и R_3-N). Амины в основном опасны для меди и ее сплавов, особенно третичные амины (R_3-N), такие как триэтаноламин. Первичные амины ($R-NH_2$) практически инертны и не вызывают коррозии металлов.

Нефтепродукты (бензин, керосин, минеральные масла и др.) тоже являются органическими неэлектролитами, но коррозию металлов вызывают, в основном, присутствующие в них примеси или входящие в их состав непредельные углеводороды, способные к окислению. Так, крекинг-бензины окисляются кислородом воздуха, при этом в них накапливаются альдегиды, кислоты, смолы и другие продукты, которые и вызывают коррозию металлов.

Особенно опасно присутствие в нефти и нефтепродуктах серы, ее соединений и влаги. Во всех нефтях

содержится большее или меньшее, в зависимости от месторождения, количество серы, что и обуславливает их коррозионную агрессивность. Так, например, в сырых нефтях, содержащих 1,3% сернистых соединений, сталь (Ст. 3) корродирует со скоростью $0,008 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, а технический алюминий — со скоростью $0,0005 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$. При увеличении содержания сернистых соединений до 3,2% скорость коррозии стали возрастает до $0,055 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, а алюминия — до $0,012 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$ [5].

Подобная зависимость коррозионной активности нефти от содержания серы сохраняется и в* продуктах ее переработки.

Из неорганических неэлектролитов только жидкий бром и расплавленная сера химически реагируют с металлами.

Газовые среды. Сухие газы и кислород воздуха при высоких температурах химически взаимодействуют с металлами, вызывая газовую коррозию. Некоторые из газов настолько специфичны, что коррозия, возникающая в их присутствии, получила соответствующее наименование: водородная, карбонильная, сероводородная и т. п.

Большое влияние оказывает наличие примесей и состав газовой среды. Даже при нормальных температурах скорость коррозии металлов в обычной (промышленной) или морской атмосфере различна.

При наличии паров воды увеличивается газовая коррозия всех металлов и усиливается действие примесей других газов, например, сернистых.

Дымовые газы, содержащие двуокись углерода, сернистые и другие газы вызывают и усиливают коррозию не только простых, но и нержавеющей сталей. Так, по данным И. П. Элик и др. [6], сталь X18H9T при температурах до 650°C на воздухе не корродирует, а в среде дымовых газов при 600°C скорость ее коррозии достигает $0,051 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$; однако при содержании в дымовых газах окиси углерода более 8% интенсивность окисления углеродистых сталей в продуктах горения резко снижается.

Воздух. Газовая коррозия на воздухе при высоких температурах, когда кислород окисляет металл с образованием соответствующего окисла, зависит от следующих факторов: строения окислов (пленки), зависящего, в свою очередь, от природы металла и температуры; тол-

щины и сплошности образующейся пленки — окалины, т. е. ее защитных свойств и чистоты воздействующей среды (воздуха). При наличии примесей резко меняется коррозионная стойкость металла в газовой среде. Способность металлов противостоять коррозионному действию газовой среды (воздуха) при высоких температурах характеризует их жаростойкость. С этим показателем связан другой показатель, не всегда совпадающий с первым, — жаропрочность — способность металла сохранять при нагревании механическую прочность и сопротивляться ползучести.

При окислении металла кислородом воздуха на его поверхности образуется окисная пленка — окалина. В процессе газовой коррозии ее толщина увеличивается или за счет новых образований с внешней стороны пленки или за счет возникновения подслоя на внутренней стороне окалины, т. е. непосредственно на поверхности металла. Типичным примером формирования окисной пленки является процесс окисления стали. На рис. 1.7 изображены стадии образования окислов железа различного типа при его нагревании на воздухе.

Оксиды Fe_2O_3 (гематит) и Fe_3O_4 (магнетит) имеют кристаллические решетки сложного строения: гематит — ромбоэдрическую, магнетит — сложно-кубическую решетку; процессы диффузии кислорода в них затруднены. Образующаяся при температурах выше 575°C FeO (вюстит) имеет простую решетку гранцентрированного куба, которая содержит вакансии и электронные дефекты, облегчающие проникновение кислорода. Окисел такого строения не обеспечивает защитных свойств пленки и не может изолировать металл от действия кислорода. Именно поэтому жаростойкость нелегированной углеродистой стали ограничена температурой $575\text{--}600^\circ\text{C}$. Введение легирующих элементов изменяет этот показатель (см. гл. 2).

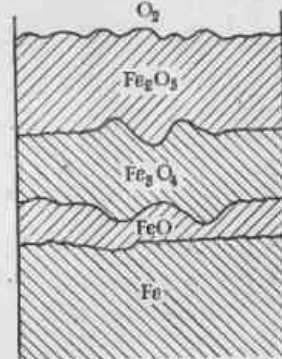


Рис. 1.7. Схема образования окалины при нагревании железа на воздухе:

Fe_2O_3 ($\leq 100^\circ\text{C}$); Fe_3O_4 ($400\text{--}575^\circ\text{C}$); FeO ($> 575^\circ\text{C}$).

Необходимым (но недостаточным) условием защитных свойств окарины является ее сплошность, которая зависит от соотношения молекулярного объема окисла, возникающего на поверхности металла, и объема металла, израсходованного на образование этого окисла. Пленка может быть сплошной только в том случае, если это отношение больше единицы

$$\frac{V_{\text{ок}}}{V_{\text{ме}}} > 1$$

где $V_{\text{ок}}$ — молекулярный объем окисла; $V_{\text{ме}}$ — объем металла, израсходованного на образование окисла.

Для большинства металлов это отношение больше единицы, например для железа, при образовании Fe_2O_3 оно равно 2,14, для никеля (NiO) — 1,52 и т. д. И только для магния (MgO) оно равно 0,79.

Газовой коррозии на воздухе подвержено не только железо, но и другие металлы, хотя в меньшей степени. Например, при 900°C потери массы железа в кислороде воздуха за 24 ч составляют $12,4 \text{ г/м}^2$, меди — $4,4 \text{ г/м}^2$, никеля — $0,28 \text{ г/м}^2$.

Сернистые газы очень агрессивны как для сталей, так и для цветных металлов. Если стали корродируют в них (при одновременном присутствии влаги) вследствие образования кислоты, то такие металлы как медь и никель разрушаются в сернистых газах независимо от наличия паров воды. Меньше всего сернистые газы действуют на хром, поэтому в их присутствии хромистые стали предпочтительнее хромоникелевых. Например, в паровоздушной среде, содержащей $2,4 \text{ мг/л}$ двуокиси серы и столько же сероводорода, при 150°C и давлении $3,5\text{--}4,5 \text{ кгс/см}^2$ (в вулканизационном котле) хромоникелевые стали типа X21H5T и X18H10T при общей скорости коррозии $< 0,01 \text{ мм/год}$ проявляют склонность к точечной коррозии. Хромистые стали корродируют равномерно, но минимальную скорость коррозии ($< 0,003 \text{ мм/год}$) имеют только высокохромистые стали (X25T) [7].

Сероводород образует с металлами сульфиды, пленка которых чаще всего не только не обладает защитным действием, но в некоторых случаях может стимулировать коррозию, например FeS . Между тем, сульфид хрома Cr_2S_3 [8] обладает необходимыми защитными свойствами,

что также подтверждает преимущества применения высокохромистых сталей перед другими легированными и нелегированными сталями в газах, содержащих сероводород и другие сернистые газы. Так, при 530°C , содержании $0,1 \text{ объем. \% H}_2\text{S}$ и давлении водорода 35 кгс/см^2 скорость коррозии низкохромистых сталей ($0\text{--}5\% \text{ Cr}$) достигает 5 мм/год ; для сталей, содержащих $7\text{--}16\% \text{ Cr}$, она снижается до $\sim 1,0 \text{ мм/год}$.

Из цветных металлов в сухом сероводороде наиболее стойк алюминий, который может использоваться при температурах до 500°C . На медь сероводород в присутствии кислорода воздуха действует уже при обычной температуре. Коррозия никеля в сероводороде начинается около 300°C .

Хлор и хлористый водород являются наиболее агрессивными газами, особенно в присутствии паров воды. В сухих газах большинство металлов, за исключением никеля, начинают корродировать при температурах $200\text{--}300^\circ\text{C}$, причем металлы по интенсивности коррозии располагаются примерно в следующем порядке: алюминий, чугун, углеродистая сталь, медь, свинец. Хромоникелевая сталь типа X18H10T корродирует при температурах $400\text{--}450^\circ\text{C}$, а никель — выше 540°C . Образующиеся в процессе газовой коррозии металлов в хлоре продукты — хлориды этих металлов, вследствие высокого давления их паров летучи, разлагаются и не обеспечивают создание пленки с защитными свойствами.

Летучесть хлорида никеля, по сравнению с другими хлоридами металлов, значительно меньше, и этим объясняется более высокая коррозионная стойкость никеля в хлоре и хлористом водороде.

Ниже приводятся максимальные температуры ($^{\circ}\text{C}$) применения в этих средах никеля и его сплавов. Для сравнения указываются данные для стали [1, с. 394].

Металл	Хлор	Хлористый водород
Никель	538	538
Моель-металл	454	427
Никельхромжелезный сплав (никонель)	510	538
Никельмолибденовые сплавы типа		
H70M27Ф	540	450
H55X15M16B	510	—
Литая сталь	200	225

Титан в сухом хлоре разрушается с возгоранием; в присутствии воды (0,013%) титан вполне стоек.

Фтор. При высоких температурах фтор еще более агрессивен, чем хлор. Наиболее высокой коррозионной стойкостью в этой среде обладают никель и монель-металл, на поверхности которых образуется защитная пленка фторида никеля (NiF_2).

Сравнительная оценка стойкости металлов во фторе при температуре до 400 °C [9] приведена ниже:

Металл	Температура, °C	Оценка стойкости (качественная)
Никель	400	Отличная
Монель-металл	400	То же
Алюминий	400	Хорошая
Медь (в отсутствие кислорода)	400	То же
Магний	400	> >
Железо	400	Стойко
Сталь малоуглеродистая	До 350	То же
Нержавеющая сталь	До 250	Удовлетворительно стойка (склонна к точечной коррозии)
Платина	270—300	Стойка
Свинец	До 100	Стоек
Серебро	—	Мало стойко
Титан	150	Разрушается
Цинк	100	То же
Хром	Комнатная	Стоек
Тантал	То же	Сильно разрушается
Молибден	> >	То же
Вольфрам	> >	> >

Оксид и двуокись углерода. При сравнительно высоких температурах и давлении оксид углерода взаимодействует с металлами, образуя летучие вещества — карбонилы, по реакции



Карбонильная коррозия особенно характерна для железа (сталей). При температурах выше 100—120 °C образуется пентакарбонил железа. Скорость реакции зависит от давления окиси углерода. При температурах, более высоких чем 200—220 °C, процесс коррозии тормозится, так как при этих условиях происходит распад пентакарбонила железа с пятикратным увеличением

объема, что приводит к высокому давлению паров разложившегося карбонила и прекращению действия CO . Характерная карбонильная коррозия сталей различной степени легирования представлена на рис. 1.8.

Коррозия никеля в окиси углерода протекает с образованием легкокипящего тетракарбонила никеля $\text{Ni}(\text{CO})_4$, полностью распадающегося при 200 °C и давлении ~ 1 кгс/см². Легированные хромистые (типа X13—X17) и хромоникелевые (X18N9) стали в меньшей степени подвержены карбонильной коррозии, а высокохромистые (X20—X30) и высоколегированные стали, содержащие 23% Cr и 20% Ni, а также марганцовистые бронзы совсем не корродируют в среде CO .

Двуокись углерода наименее агрессивна, но ее присутствие, например в воздухе, усиливает процесс окисления. Действие двуокиси углерода наиболее опасно для железа и нелегированных сталей, что видно из приводимых ниже данных [10, с. 27]:

Металл	Привес, г/м ² за 24 ч	
	при 700 °C	при 900 °C
Железо	5,8	11,33
Медь	0,65	1,23
Хром	0,03	0,13
Никель	0,04	0,36

Водород. Действие водорода на металлы при высоких температурах и давлениях очень опасно. Водородная коррозия приводит к хрупкости, потере прочности и пластичности, к разрушению металлов, в частности, сталей, а также меди и ее сплавов. Водородная коррозия обусловлена специфической природой водорода (минимальными размерами его атома, легкостью, способностью к адсорбции и диффузии, к растворению в металле). На первой ступени происходит адсорбция его на поверхности металла, на второй — хемосорбция, протекающая при более высоких температурах уже в

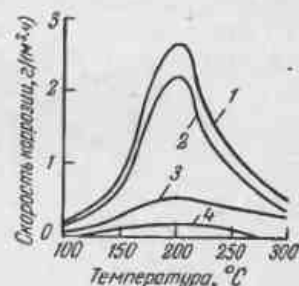


Рис. 1.8. Зависимость скорости карбонильной коррозии сталей от температуры:
1 — сталь 20, 2 — 30ХМА,
3 — Х5М, 4 — 2Х13.

самом металле, при растворении в нем водорода. Оба процесса неизбежно приводят к водородной хрупкости металла и резкому снижению его пластичности.

Ниже рассматриваются возможные причины возникновения водородной коррозии:

1. Молекулярный водород, проникнув в металл, сосредоточивается в дефектах кристаллической решетки или по границам зерен. В результате в этих местах возникает очень большое давление водорода (десятки тысяч атмосфер), что приводит к растрескиванию металла и разрушению конструкции. Это особенно опасно при выключении аппарата или сбросе давления.

2. При растворении водорода в стали вместо твердого раствора углерода в железе $[Fe(C)]$ образуется твердый раствор водорода в железе $[Fe(H)]$, который является менее прочным и более хрупким. Это явление устраняется при нагревании металла в среде, не содержащей водород (в вакууме); таким способом можно восстановить начальные свойства стали.

3. Растворенный водород реагирует с цементитом (Fe_3C) — наиболее прочной фазой в сталях, образуя газообразные углеводороды:



По размерам молекулы метана значительно больше молекул водорода, поэтому они не могут удалиться из металла и скапливаются по границам зерен; в результате возникает высокое давление, что приводит к внутрикристаллитному растрескиванию.

Этот вид воздействия водорода на стали получил название обезуглероживания. Процесс начинается с поверхности стали и чугуна и распространяется вглубь, уменьшая износостойчивость, твердость и предел усталости металла. Обезуглероживание может вызывать не только водород, но и водяной пар, двуокись углерода и даже воздух, но в значительно меньшей степени.

Глубина обезуглероживания при действии водорода и кинетика этого процесса зависят от состава стали, температуры и давления водорода. Кривые на рис. 1.9 характеризуют развитие процесса обезуглероживания углеродистой стали при разных температурах и давлениях. При легировании стали хромом (9% и более) стойкость стали к водородной коррозии возрастает [11].

4. Растворенный в металле водород восстанавливает имеющиеся в нем окислы:



При этом на границах зерен металла образуются пары воды, которые ослабляют связь между зернами кристаллитов и создают внутреннее давление, приводящее к хрупкости и растрескиванию металла. Подобное явление характерно для сталей и других металлов, в частности для меди. Если медь содержит $>0,01\%$ кислорода в виде окислов, то при температурах выше $400^\circ C$ водород диффундирует в медь, восстанавливает ее окись

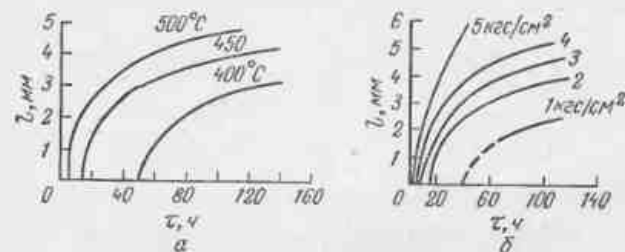


Рис. 1.9. Влияние температуры при давлении 20 кгс/см^2 (а) и давления при температуре $450^\circ C$ (б) на глубину обезуглероживания стали 35 [3, с. 15].

(Cu_2O). Образующиеся пары воды располагаются по границам зерен, и медь охрупчивается. Возникает так называемая «водородная болезнь» (хрупкость) кислородсодержащей меди. Для ее предотвращения рекомендуется раскисление меди, например фосфором.

Действие водорода на цветные металлы различно, в зависимости от их способности поглощать водород. Для некоторых металлов, например титана, циркония, ванадия, процесс поглощения водорода экзотермичен, и с повышением температуры растворимость водорода в этих металлах снижается. Для других, таких как никель, железо, медь и пр. поглощение водорода — эндотермический процесс, и с повышением температуры растворимость водорода в этих металлах резко возрастает.

Водородная хрупкость металлов связана с образованием химических соединений — гидридов этих металлов, хрупкой фазы, вызывающей снижение пластичности.

возникновение больших растягивающих напряжений и внутрикристаллитное растрескивание.

Ниже приводятся данные растворимости водорода в некоторых металлах при 400 °С и давлении 1 кгс/см² [12]:

Металл . . .	Се- ребро	Пла- тина	Алю- миний	Цинк	Мо- либден	Медь	Же- лезо	Ни- кель	Титан
Раствори- мость водо- рода в ме- талле, см ³ /100 г . .	0,005— —0,055	0,005	0,005	0,002 (при 516 °С)	0,165— —0,400	0,3 (при 500 °С)	0,389	3,15	38 400

Из этих данных видно, что водородная коррозия наиболее опасна для титана.

Физико-химическая природа и кинетика процессов коррозии металлов

Природа агрессивной среды и протекающие при ее контакте с металлами реакции определяют характер процесса коррозии металлов: электрохимический — в электролитах и химический — в сухих газах при высоких температурах или в жидких неэлектролитах.

По современным представлениям принципиальное различие между химической и электрохимической коррозией стирается, так как в обоих случаях она вызывается миграцией электронов металла. Кроме того, обнаружено, что коррозия в электролитах не является чисто электрохимическим процессом, ибо ей сопутствуют химические реакции комплексообразования.

Сущность электрохимической коррозии металлов

При контакте металла с раствором электролита на границе раздела двух фаз (металл — электролит) происходит ряд сложных процессов:

1. На границе металл — водный раствор протекает процесс гидратации. Если энергия, выделяющаяся при гидратации, оказывается достаточной для разрыва металлической связи, т. е. больше энергии решетки металла, то металл, теряя электроны, переходит в раствор в виде положительно заряженных ионов (окисляется):



Оставшиеся после перехода ионов металла в раствор электроны скапливаются у поверхности металла, заряжая ее отрицательно. Это вызывает электростатическое притяжение положительных ионов, находящихся в электролите, к поверхности металла и возникновение двойного электрического слоя, образуемого противоположными зарядами поверхности металла и ионов раствора.

Если энергия гидратации недостаточна для разрыва металлической связи, то поверхность металла адсорбирует катионы электролита, приобретая положительный заряд. В этом случае к ней притягиваются анионы электролита и также образуется двойной электрический слой.

2. Наличие двойного слоя и постоянный обмен ионами в приэлектродном слое вызывает возникновение разности потенциалов на границе металл — электролит и соответствующее изменение потенциала металла, уровень энергии которого меняется. Этот сдвиг потенциала происходит в сторону положительных значений (+Δφ), поскольку при потере металлом электронов в процессе ионизации его общий отрицательный заряд уменьшается.

При установившемся равновесии в процессе обмена ионами потенциал металла приобретает значение равновесного потенциала (φ_{равн}).

3. Переход металла в виде ионов в раствор — процесс электрохимический, анодный. Он вызывает обратный процесс присоединения освободившихся электронов положительно заряженными ионами (иногда атомами или молекулами) электролита, т. е. их восстановление — катодный процесс:



или



Последний осложняется процессами диффузии этих ионов в растворе. Восстанавливающийся ион электролита является окислителем по отношению к металлу, ему также присущ определенный потенциал, характеризующий его энергетический уровень (φ_{ок}). Начальное значение потенциала окислителя в растворе обязательно положительнее потенциала металла, и поскольку он

ассимилирует электроны, то потенциал становится более отрицательным, изменяясь на $-\Delta\phi$.

В катодном процессе могут участвовать не только катионы электролита (H^+ или Me^{n+} соли), но и молекулы растворенного кислорода, всегда имеющиеся в водных растворах, которые, присоединяя электроны, ионизируются, т. е. восстанавливаются:



Именно поэтому наличие или отсутствие кислорода воздуха в среде очень часто определяет коррозионную стойкость металлов. Особенно характерно это влияние для металлов с положительными потенциалами, такими как медь и ее сплавы.

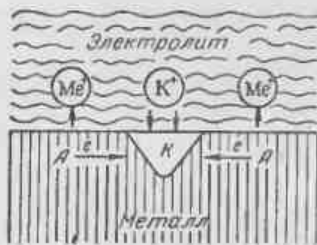


Рис. 1.10. Схема коррозионного элемента:

A — анод, K — катод, Me^+ — ионы окисленного металла; K^+ — восстанавливающиеся катионы электролита (или кислород); e^- — электроны.

4. Металлы обладают электронной, а электролиты — ионной проводимостью. Поэтому анодные и катодные процессы протекают раздельно на разных участках поверхности металла, образуя микроаноды и микрокатоды. Они составляют микропары, которые являются как бы электродами микрогальванического (коррозионного) элемента (рис. 1.10). В эле-

менте возникает электрический ток, сила которого при замыкании коррозионного элемента может быть измерена. Возникновение микропар, микрокоррозионных элементов на поверхности металла может быть следствием не только его термодинамической неустойчивости, вызывающей его ионизацию — окисление, но и различных неоднородностей как в самом металле, так и на его поверхности, пленок на металле. Микропары могут возникать и вследствие неравномерности концентрации ионов электролита в приэлектродном слое, неравномерности доступа и распределения кислорода или другого окислителя в растворе и т. п.

Большей частью электрохимическая коррозия металлов вызывается не одной из этих причин, а их совокупностью.

Коррозионный элемент создается и при наличии микропар в случае контакта двух разнородных металлов в электролите.

В таком гальваническом элементе анодом является более отрицательный — окисляющийся металл, а катодом — более положительный, на поверхности которого происходит разряд катионов электролита, их восстановление, т. е. катодный процесс.

Таким образом, показателями электрохимической коррозии, характеризующими ее интенсивность и кинетику, являются изменение потенциала металла и сила коррозионного тока; оба показателя могут измеряться соответствующими приборами.

Кинетика электрохимической коррозии металлов

Кинетика процесса определяется рядом факторов, влияющих на протекание и скорость анодных и катодных процессов и соответственно отражающихся на изменениях силы тока и потенциалов в этих процессах. Самым важным фактором является поляризация — изменение значений начальных потенциалов электродов (анода и катода) при замыкании цепи в коррозионном элементе.

Это изменение приводит к снижению силы коррозионного тока, к уменьшению скорости коррозии. Явление, препятствующее поляризуемости электродов и, следовательно, увеличивающее скорость коррозионного процесса, называется деполяризацией. Так как при анодном процессе происходит сдвиг потенциала в сторону положительных значений, то повышение потенциала анода характеризует анодную поляризацию, а понижение потенциала катода (изменение в сторону отрицательных значений) — катодную поляризацию.

Анодной поляризации способствуют следующие факторы:

1. Перенапряжение процесса ионизации металла, когда выход электронов происходит быстрее, чем переход ионов металла в раствор. В результате отрицательный заряд металла (в двойном электрическом слое)

уменьшается, и потенциал сдвигается в сторону положительных значений.

2. Образование на поверхности металла (анода) пассивных пленок, нерастворимых в электролите и препятствующих протеканию процесса ионизации металла; при этом металл приобретает более положительный потенциал.

3. Накопление в анодном слое положительных ионов металла, перешедших в раствор, если отвод их из этой зоны (диффузия) в раствор затруднен.

Катодная поляризация, т. е. сдвиг потенциала катода в сторону отрицательных значений, обусловлена сложностью, ступенчатым характером процесса восстановления катионов электролита (или кислорода), т. е. ионов-деполяризаторов. Восстанавливающиеся ионы должны подвергнуться дегидратации и диффундировать через раствор, чтобы, подойдя к поверхности катода, ассимилировать электроны.

Катодной поляризации способствуют следующие факторы:

1. Перенапряжение катодной реакции, возникающее, когда восстановление, т. е. разряд деполяризатора, происходит медленнее, чем снятие электронов с металла. Электроны скапливаются у катода, сдвигая его потенциал в отрицательную сторону. Если катодный процесс протекает с водородной деполяризацией, т. е. происходит восстановление ионов водорода, то наблюдается перенапряжение водорода (η), если с кислородной деполяризацией — перенапряжение ионизации кислорода (ν).

2. Замедленность диффузии деполяризатора из объема электролита к катоду. В результате в прикатодном слое увеличивается концентрация электронов, и потенциал катода становится более отрицательным.

Все факторы, способствующие как катодной, так и анодной поляризации, уменьшают скорость процессов электрохимической коррозии, повышают коррозионную стойкость металла в электролите.

Наиболее важным является перенапряжение водорода (катодного процесса), определяющее, по существу, кинетику электрохимической коррозии. Чем больше перенапряжение водорода, тем более затруднено протекание процесса коррозии и тем меньше, следовательно, скорость коррозии металла.

Значение перенапряжения зависит от природы металла, состояния его поверхности, соотношения размеров площадей анода и катода и других факторов.

Процессы, протекающие с водородной деполяризацией — разрядом ионов водорода на катоде — проходят следующие стадии:

а) передвижение (диффузия) к катоду ионов гидроксония (H_3O^+), т. е. гидратированных ионов водорода ($\text{H}\cdot\text{H}_2\text{O}$).

б) дегидратация



в) восстановление (разряд) ионов водорода



г) соединение атомов водорода в молекулу



д) ассоциация молекул водорода, образование пузырьков газа и их выделение

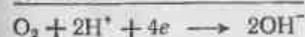
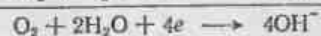
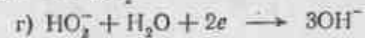
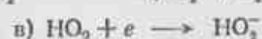
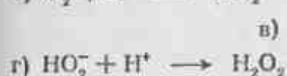
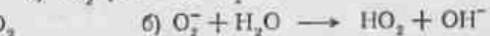
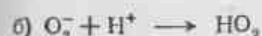


Значение каждой из этих стадий различными исследователями оценивается по-разному. Наиболее общепринятой точкой зрения является определяющее значение электрохимической реакции разряда ионов водорода, обусловленное ее энергией активации.

Также сложны катодные процессы ионизации кислорода, протекающие по-разному в кислых и щелочных средах (или в нейтральных средах). В первом случае образующиеся ионы кислорода взаимодействуют с ионом водорода кислоты, во втором — с молекулами воды.

Ниже приводится схема процесса ионизации кислорода в кислой и щелочной средах:

В кислой среде



В щелочной среде

Обе величины — перенапряжение водорода и ионизация кислорода — связаны логарифмическими зависимостями с плотностью катодного тока:

$$\eta = a + b \lg i_k \quad \text{и} \quad v = a' + b' \lg i_k$$

где η — перенапряжение водорода; v — перенапряжение ионизации кислорода; i_k — плотность катодного тока; a, a' и b, b' — постоянные.

Константы a и a' зависят от природы и кристаллического строения металла — катода, состояния его поверхности, температуры, состава электролита и других факторов. Константы b и b' от материала не зависят.

Значения перенапряжения водорода и ионизации кислорода для различных металлов, вычисленные при плотности катодного тока 10 А/м^2 , приводятся ниже [3, с. 44, 48].

Металл	$\eta, \text{ В}$	$v, \text{ В}$
Платина	0.02	0.71
Железо	0.35	1.08
Никель	0.25—0.37	1.09
Медь	0.48	1.05
Серебро	0.57	0.97
Цинк	0.72	1.75
Олово	0.7—0.86	1.22
Свинец	1.16	1.45

Поляризационные кривые

С помощью этих кривых можно определить характер электрохимической коррозии металлов, установить кинетику процесса и влияние различных факторов на его протекание.

Построение поляризационных кривых. Поляризационные кривые строятся в координатах: ток — потенциал (показатели, контролирующие кинетику коррозионного процесса).

Для построения поляризационных кривых используют уравнения, выражающие зависимость между силой коррозионного тока (анодного и катодного) и изменением потенциала:

$$i_a = K_1 \cdot \exp\left(+\frac{\alpha\varphi_{an}nF}{RT}\right)$$

и

$$i_k = K_2 \cdot C \cdot \exp\left(-\frac{\beta\varphi_k nF}{RT}\right)$$

где i_a — плотность анодного тока; i_k — плотность катодного тока; K_1 и K_2 — константы скоростей анодного и катодного процессов; α и β — коэффициенты, характеризующие работу процесса (их сумма равна единице, а экспериментально установлено, что $\alpha = \beta = 1/2$); φ_a и φ_k — потенциалы анода (металла) и катода (окислителя). Начальное значение φ_a соответствует $\varphi_{равн}^{Me}$; n — число валентных электронов; F — число Фарадея ($\sim 96500 \text{ Кл}$); R — газовая постоянная; T — температура; C — концентрация ионов окислителя в электролите (фактор только катодного процесса).

На рис. 1.11 изображены две кривые, характеризующие анодный (А) и катодный (К) процессы [13, с. 561].

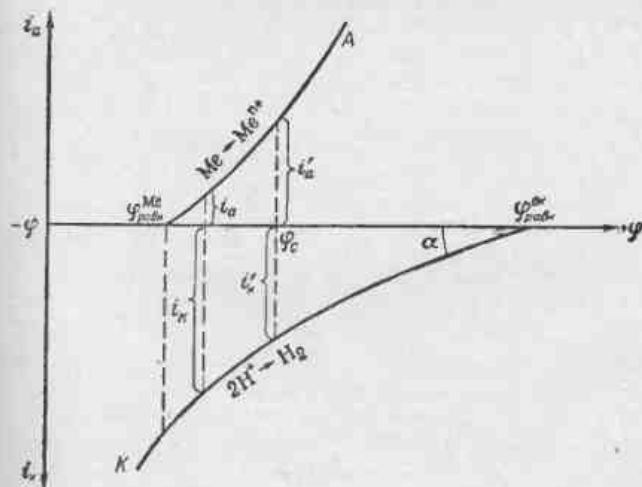


Рис. 1.11. Поляризационная диаграмма окисления металла: а — анодная кривая; к — катодная кривая; α — угол, характеризующий перенапряжение катодного процесса.

Скорость окисления металла измеряется анодным током i_a ; скорость восстановления — катодным током i_k . Анодная кривая выражает скорость окисления металла в зависимости от сдвига потенциала металла в положительную сторону от значения равновесного потенциала, катодная кривая — скорость восстановления окислителя, например ионов водорода, и сдвиг его потенциала (φ_{H_2}) в отрицательную сторону от значения равновесного потенциала окислителя ($\varphi_{ок}$).

Когда скорость процессов окисления металла и восстановления окислителя будут равны, устанавливается

стационарное состояние, при котором $i_a = i_k$, процесс протекает с некоторой постоянной скоростью, а значение потенциала электрода соответствует значению стационарного потенциала (φ_c).

С помощью поляризационных кривых можно установить, что коррозионный процесс зависит от следующих основных факторов:

1. От разности между равновесными потенциалами металла ($\varphi_{\text{равн}}^{\text{Me}}$) и окислителя ($\varphi_{\text{равн}}^{\text{ок}}$) в случае, если кинетика обоих процессов (анодного и катодного) одинакова.

2. От угла наклона поляризационных кривых, который характеризует перенапряжение окислительно-восстановительного процесса.

В катодном процессе перенапряжение водорода обратно пропорционально тангенсу угла наклона поляризационных кривых $\eta = \frac{1}{\text{tg } \alpha}$ (см. рис. 1.11). По катодной кривой можно судить о влиянии, например, состояния поверхности металла на перенапряжение водорода и, соответственно, на скорость коррозии. Так, катодные кривые для технического и чистого цинка имеют различные углы наклона. Для чистого цинка угол наклона меньше, следовательно, перенапряжение катодного процесса больше, а скорость коррозии меньше; для технического цинка, с более развитой неоднородной поверхностью, — перенапряжение меньше, и процесс коррозии протекает с большей скоростью.

3. От концентрации ионов окислителей электролита или их активности в процессах с водородной деполаризацией (рис. 1.12). При меньшей концентрации ионов водорода, например в 2%-ной серной кислоте, потенциал окислителя имеет значение $\varphi_{\text{ок}}$; в 10%-ной кислоте он положительнее ($\varphi'_{\text{ок}}$). Им соответствуют две катодные кривые (2 и 3) и разные значения стационарных потенциалов (φ_c и φ'_c). Из рисунка видно, что процесс коррозии в более концентрированной кислоте протекает с большей скоростью, так как при этом сила коррозионного тока возрастает от i_a до i'_a .

4. От контакта двух разнородных металлов в одном электролите (рис. 1.13). Поляризационные кривые характеризуют взаимное влияние металлов на процесс

коррозии и показывают, что металл с более отрицательным потенциалом полностью защищает от коррозии металл с более положительным потенциалом.

Если эти металлы не контактируют, то они окисляются со скоростью, определяемой соответствующими анодными кривыми и силой тока i_a^1 и i_a^2 в стационарных условиях. Перенапряжение катодного процесса на них одинаково: на металле с более положительным потенциалом (Me_{II}) перенапряжение больше и угол наклона катодной кривой меньше, чем для металла с более отрицательным потенциалом (Me_{I}). Если металлы

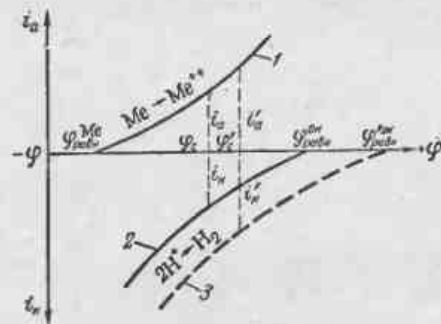


Рис. 1.12. Поляризационная диаграмма окисления металла ионами водорода кислоты разной концентрации: 1 — анодная кривая, 2, 3 — кривые восстановления ионов водорода 2,0%-ной H_2SO_4 и 10%-ной H_2SO_4 соответственно.

находятся в контакте, то восстановление окислителя возможно на каждом из них, что дает суммарную кривую катодного процесса Σ_k . Суммарная поляризационная анодная кривая Σ_a совпадает с анодной кривой для металла с более отрицательным потенциалом и, следовательно, более активного металла. Стационарный потенциал суммарного процесса φ_c будет более отрицателен, чем $\varphi_{\text{равн}}^{\text{Me}_{\text{II}}}$, следовательно, Me_{II} корродировать не будет, а Me_{I} будет подвергаться усиленному окислению, и скорость его коррозии возрастает на величину анодного тока Δi_a^1 .

Такое замедление процесса коррозии одного из металлов при их контакте используется в качестве защиты от коррозии и называется протекторной защитой. По

отношению к стали эффективными протекторами являются, например, цинк и магний. По мере их разрушения они заменяются новыми, а стальные конструкции сохраняются.

С помощью поляризационных кривых можно установить и многие другие факторы, влияющие на коррозионный процесс в зависимости от условий, в которых он протекает.

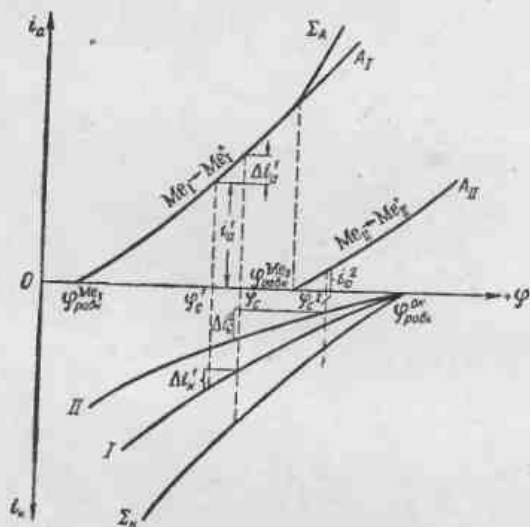


Рис. 1.13. Поляризационная диаграмма совместного окисления двух различных металлов в одном электролите (окислителе).

Очень важным оказалось использование потенциостатического метода для получения поляризационных кривых, характеризующих процесс электрохимической коррозии металла, сопровождающийся его пассивацией.

На рис. 1.14 представлены схематическая потенциостатическая поляризационная диаграмма, раскрывающая переход металла из одного состояния в другое в процессе коррозии.

Область $\varphi_{равн} - \varphi_p$ (потенциал начала пассивации) отражает активное состояние металла, корродирующего со скоростью, соответствующей силе анодного тока, до значения i_p (в стационарных условиях).

Область $\varphi_p - \varphi_{пп}$ (потенциал полной пассивации) соответствует процессу пассивации, переходу металла в пассивное состояние, т. е. неустойчивой пассивности, когда сила анодного тока уменьшается, процесс коррозии замедляется, но еще не прекращается.

В области устойчивого пассивного состояния сила коррозионного тока постоянна и минимальна ($i_{пп}$), хотя сдвиг потенциала в положительную сторону продолжается от $\varphi_{пп}$ до $\varphi_{акт}$ потенциала, соответствующего переходу металла вновь в активное состояние. Эта новая

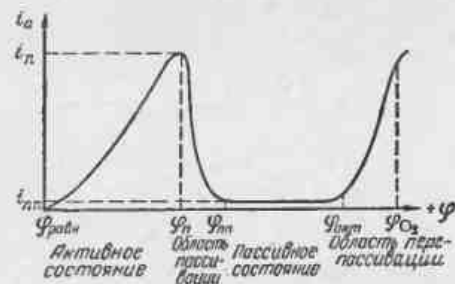


Рис. 1.14. Общий вид потенциостатической поляризационной диаграммы.

активность металла вызывается электролитическим выделением кислорода, возникающим при достаточно высоких значениях потенциала в области увеличивающейся плотности тока по реакции:



Участок кривой $\varphi_{акт} - \varphi_{O_2}$ соответствует, таким образом, области перепассивации и возрастанию скорости коррозионного процесса.

Такого типа кривые характеризуют различную способность металлов к пассивации. На рис. 1.15 представлены потенциостатические поляризационные кривые железа и хрома в 1 н. серной кислоте при обычной температуре. Они показывают, что область пассивации хрома начинается при более отрицательных значениях потенциала ($\sim -0,1$ В), а для железа только при $+0,5$ В. Область перепассивации железа обусловлена выделением кислорода, для хрома — образованием растворимых в кислоте хроматов,

Поляризационные диаграммы для различных условий электрохимической коррозии металлов. Поляризационные кривые можно получать гальваностатическим или потенциостатическим методами. В первом случае фиксируется ток и измеряется потенциал; во втором — измеряется ток при установившихся значениях потенциала. Изображение поляризационных диаграмм может отличаться от приведенных выше, если анодный и катодный токи (I) откладываются в одном направлении

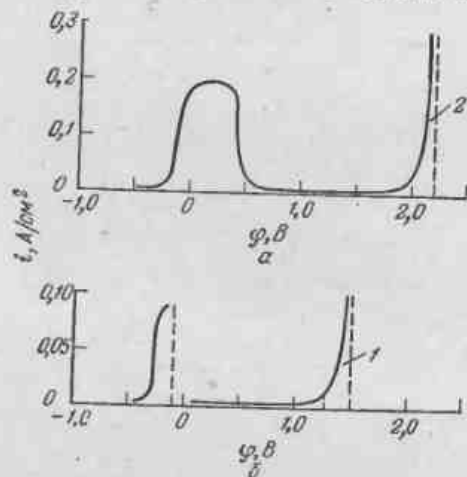


Рис. 1.15. Потенциостатические поляризационные кривые для железа (а) и хрома (б) в 1 н. серной кислоте: 1 и 2 — области перепассивации [14].

по оси абсцисс, а потенциал (E) — по оси ординат (рис. 1.16). Поэтому и приводимые ниже примеры поляризационных кривых не идентичны.

На рис. 1.17 представлена схематическая поляризационная диаграмма коррозии железа в растворах солей, протекающая с катодной (кислородной) депполяризацией. Для нее характерно, что уже при небольшой поляризации катодный ток достигает предельного значения и не изменяется при дальнейшем сдвиге потенциала в отрицательную сторону (катодная кривая параллельна оси потенциалов). При более интенсивном движении раствора и, следовательно, при большей концентрации растворенного кислорода (сплошная катодная кривая)

коррозия сильнее ($i_{корр}$), чем при слабом движении и меньшей концентрации кислорода (пунктирная кривая, $i'_{корр}$).

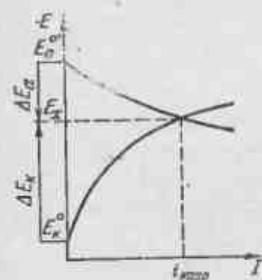


Рис. 1.16. Поляризационная диаграмма коррозии [3, с. 52].

E_a^0 и E_k^0 — начальное значение потенциалов металла — анода и окислителя — катода; E_x — общий (стационарный) потенциал коррозии; $i_{корр}$ — максимальный ток коррозии.

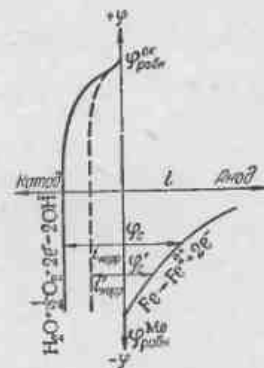


Рис. 1.17. Схематическая поляризационная диаграмма коррозии железа в растворах солей [1, с. 76].

На рис. 1.18 представлены поляризационные кривые хромистых сталей в 0,1 н. серной кислоте при повышенных температурах [15, 16].

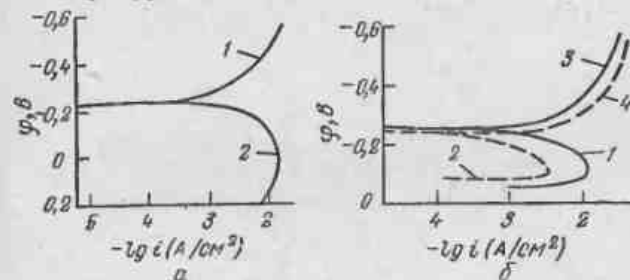


Рис. 1.18. Поляризационные кривые, измеренные в 0,1 н. серной кислоте на стали IX13 (а) и на сплаве с 27% хрома (б):

1, 3 — анодная и катодная кривые, полученные при 59 °С, 2, 4 — то же при 80 °С (по Я. М. Колотырину и Г. М. Флоризинович) [15, 16].

Поляризационные кривые на рис. 1.19 характеризуют процесс коррозии алюминия в растворах азотной кислоты [17, с. 180].

Весьма наглядно характеризуется поляризационными кривыми влияние растворенного кислорода на коррозию углеродистой стали (Ст3) в морской воде (рис. 1.20).

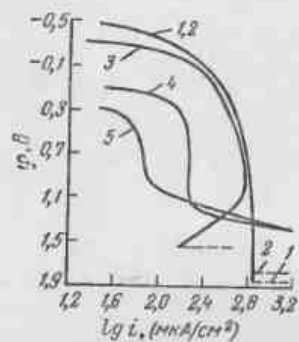


Рис. 1.19. Анодные поляризационные кривые для алюминия АВО в растворах азотной кислоты различной концентрации:

1—5,8%; 2—14,5%; 3—29%; 4—58%; 5—72% (17, с. 180).

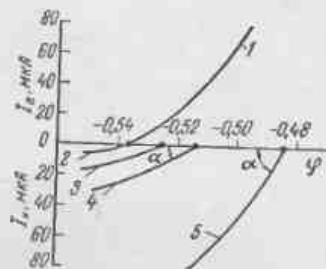


Рис. 1.20. Анодная (1) и катодные (2—5) кривые для стали Ст3 в морской воде (рН 8,2) при разной концентрации растворенного кислорода (в мг/л): 2—0,1; 3—1,6; 4—3,0; 5—10,0 (18).

Угол наклона катодных кривых изменяется по мере увеличения содержания кислорода; перенапряжение катодного процесса падает, а скорость коррозии стали увеличивается, сила анодного тока возрастает.

Кинетика газовой (химической) коррозии металлов

Кинетика окисления металлов на воздухе при высоких температурах определяется условиями окисления, диффузией кислорода, законами образования и роста окисления пленок.

1. Реакция окисления металлов



характеризуется парциальным давлением кислорода (P_{O_2}) и давлением паров образующегося окисла металла (P_{MeO}), которые, в свою очередь, зависят от температуры процесса,

Окисление металла возможно только в том случае, если $P_{O_2} > P_{MeO}$. При обратном соотношении (при данной температуре) коррозия не протекает.

Рост пленки в процессе окисления возможен: на внешней поверхности, при диффузии ионов металла и электронов через пленку наружу, где они взаимодействуют с атомами окислителя (кислорода); на границе между пленкой и металлом, в результате взаимодействия с окислителем, продиффундировавшим через пленку; внутри пленки при встречной диффузии ионов металла и окислителя, протекающей с соизмеримыми скоростями.

Кинетика роста пленок (увеличение их толщины во времени) зависит от природы, строения и объема образующегося окисла и подчиняется одному из следующих законов:

а) линейному, в случае образования очень тонких пленок

$$y = K_1 \tau$$

б) параболическому, когда при большей толщине пленки процесс лимитируется скоростью диффузии

$$y^2 = K_2 \tau$$

в) логарифмическому, если диффузия затормаживается, вследствие образования толстой сплошной пленки, и процесс окисления затухает

$$y = K_3 \ln \tau$$

Реже наблюдается закономерность, полученная экспериментально и выражающаяся уравнением

$$y^3 = K_4 \tau$$

Во всех перечисленных уравнениях y — толщина образующейся пленки; K_1, K_2, K_3, K_4 — константы скорости химической реакции (окисления); τ — продолжительность окисления металла.

Подчинение процесса газовой коррозии тому или другому закону зависит от температуры, увеличение которой способствует усилению процессов диффузии; имеют также значение условия сплошности пленок ($\frac{v_{MeO}}{v_{Me}} > 1$) и летучесть образующихся окислов. Последнее весьма наглядно иллюстрируется на примере молибдена,

весьма тугоплавкого (2620 °С) металла. Если при низких (до 100 °С) температурах молибден окисляется по логарифмическому закону, при 300 °С — по параболическому, то при 600—700 °С скорость его окисления изменяется по линейному закону, так как образующийся окисел MoO_2 при этих температурах испаряется.

На рис. 1.21 приведены практические примеры окисления металлов по линейному (магний) и параболическому (железо) законам. Из этих примеров видно, что

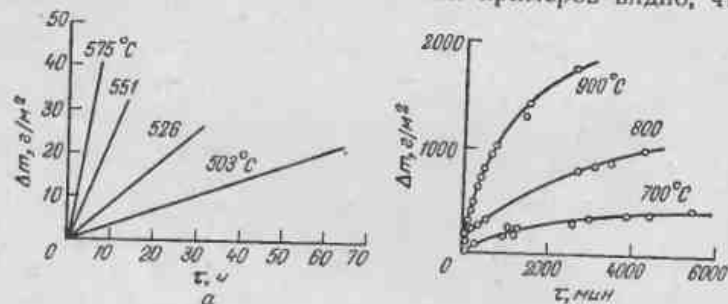


Рис. 1.21. Окисление металлов при различных температурах: а — магний; б — железо.

в зависимости от температуры один и тот же металл окисляется по-разному, поскольку образуются окислы, отличающиеся по составу и строению.

Процессы газовой коррозии металлов подчиняются перечисленным законам не только при окислении кислородом, но и при воздействии других газов. Например, окисление высокохромистых сплавов в парах серы при температурах 600—900 °С [8] и алюмо-магниевого сплава со фтором при 80 °С [19] протекает по параболическому закону.

Показатели скорости коррозии металлов

Наличие и вид коррозионных разрушений определяют качественно: визуально или металлографически, иногда с помощью индикаторов, меняющих окраску при взаимодействии с продуктами коррозии.

Скорость коррозии металлов оценивают количественно по убыли массы единицы поверхности металла в единицу времени — весовой показатель скорости коррозии

(К) — или по глубине коррозионных повреждений — глубинный показатель или проникаемость (П). Оба показателя связаны следующей зависимостью:

$$K = \frac{\Delta m}{S\tau} \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{г}) \quad \text{и} \quad П = K \cdot \frac{8,76}{d} \text{ мм/год}$$

где Δm — убыль (или прибыль) массы металла за время испытания; S — общая поверхность испытываемого образца (см^2 , м^2); τ — продолжительность испытания (час, день, сутки); d — плотность металла ($\text{г}/\text{см}^3$).

Глубинный показатель скорости коррозии (в мм/год) принят для оценки коррозионной стойкости металлов по десятибалльной шкале ГОСТ 13819—68.

Скорость коррозии может быть определена весовым методом или по проникаемости, но только при равномерной коррозии, т. е. когда вся поверхность металла корродирует с одинаковой скоростью. При неравномерной, местной коррозии, необходимо учитывать степень неравномерности (n) и вносить поправку, измеряя площадь, пораженную коррозией

$$n = \frac{S_k}{S_0} \cdot 100$$

где S_k — прокорродированная площадь образца; S_0 — общая площадь образца.

При точечной коррозии пользуются специальными методами, позволяющими определить глубину коррозионных повреждений — питтинга.

Скорость электрохимической коррозии контролируется силой коррозионного (анодного) тока. Используя закон Фарадея, можно количественно определить потери металла в анодном процессе:

$$\Delta m = \frac{QA}{Fn} = \frac{I\tau A}{Fn}; \quad K = \frac{\Delta m}{S\tau} = \frac{3600IA}{FnS} \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{г})$$

где Δm — убыль массы металла, г; Q — количество электричества, протекающего за время τ (в с), Кл; I — сила тока, А; A — атомный вес металла; F — число Фарадея = 96 500 Кл (96 494 Кл); n — валентность металла; S — поверхность металла.

Полученный тем или иным методом весовой показатель скорости коррозии (К) может быть пересчитан на глубинный показатель (П), с помощью которого можно оценивать коррозионную стойкость по ГОСТ 13819—68

или по широко используемой в справочной литературе пятибалльной шкале (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Оценка коррозионной стойкости металлов и сплавов по десятибалльной (ГОСТ 13819—68) и пятибалльной шкалам

Скорость коррозии, мм/год	Оценка стойкости, балл	Группа стойкости
Десятибалльная шкала		
Менее 0,001	1	Совершенно стойкие
Свыше 0,001 до 0,005	2	Весьма стойкие
Свыше 0,005 до 0,01	3	То же
Свыше 0,01 до 0,05	4	Стойкие
Свыше 0,05 до 0,1	5	То же
Свыше 0,1 до 0,5	6	Пониженно стойкие
Свыше 0,5 до 1,0	7	То же
Свыше 1,0 до 5,0	8	Малостойкие
Свыше 5,0 до 10,0	9	То же
Свыше 10,0	10	Нестойкие
Пятибалльная шкала		
Менее 0,1	1	Весьма стойкие
Свыше 0,1 до 1,0	2	Стойкие
Свыше 1,0 до 3,0	3	Пониженно стойкие
Свыше 3,0 до 10,0	4	Малостойкие
Свыше 10,0	5	Нестойкие

При проведении коррозионных испытаний необходимо учитывать, что реальные условия протекания коррозионных процессов воспроизвести в лаборатории невозможно. Поэтому проведение испытаний в производственных аппаратах или на опытно-промышленных установках всегда предпочтительнее лабораторных и при проверке выбранных материалов их следует подвергать именно таким испытаниям.

Влияние условий эксплуатации на коррозию оборудования

В реальных условиях эксплуатации металлического оборудования на скорость коррозии влияет ряд факторов, от которых зависят надежность и долговечность оборудования.

Этими факторами являются: конструктивное оформление оборудования, механические и гидродинамические нагрузки, природа материалов, контактирующих в конструкции, состав, концентрация, температура, давление и скорость движения среды и др.

Влияние конструктивных особенностей оборудования на коррозию

Правильный выбор конструкции отдельных элементов аппаратов, машин и различных сооружений имеет большое значение с точки зрения возможности возникновения или усиления коррозии. Неудачные конструкции обуславливают появление внутренних напряжений, тепловой неоднородности (местные перегревы), контакт разнородных металлов, наличие зазоров, щелей, неплотностей, застойных зон и др. Все эти факторы способствуют возникновению очагов коррозии или их развитию. Следовательно, еще на стадии проектирования необходимы такие решения, которые исключали бы действие перечисленных факторов, приводящих к коррозионному разрушению конструкции. До настоящего времени нет единых нормативов или установленных требований к проектируемой аппаратуре, которые обязывали бы принимать то или иное конструктивное решение в зависимости от коррозионных условий эксплуатации оборудования. Имеется только указание в РТМ 42—62, предусматривающее увеличение расчетной толщины стенок сосудов и аппаратов (~на 1 мм) для компенсации коррозии под влиянием агрессивной рабочей среды.

При конструктивном оформлении оборудования необходимо учитывать следующее:

1. В местах соединений должна быть исключена возможность возникновения узких зазоров и щелей, стимулирующих развитие щелевой и язвенной коррозии.

В зазорах и щелях меняется кинетика процессов электрохимической коррозии из-за неравномерности доступа и контакта электролита с металлом конструкции, замедленности отвода продуктов коррозии и доступа кислорода. Если скорость электрохимического процесса контролируется анодным процессом, то в зазоре его интенсивность всегда больше. Если она определяется катод-

ным процессом (деполяризация кислорода), то скорость коррозии в щелях будет несколько ниже, чем на свободно омываемой средой поверхности. Кроме того, в труднодоступных местах может изменяться характер среды, ее pH, вследствие обогащения продуктами коррозии, отвод которых затруднен. Это также стимулирует развитие процесса коррозии в узких зазорах и щелях, при этом чем меньше зазор, тем больше скорость коррозии (рис. 1.22).

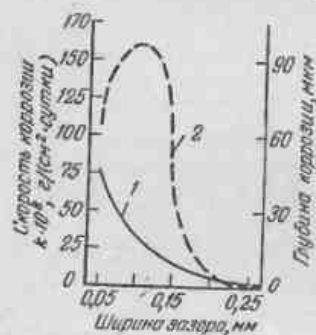


Рис. 1.22. Зависимость скорости (1) и глубины (2) коррозии стали 2Х13 в 0,5н. NaCl от ширины зазора (продолжительность 52 суток) [17, с. 235].

чающий попадание электролита в зазор. Для улучшения качества сварных соединений аустенитные стали рекомендуется обрабатывать, например ультразвуком.

3. Штуцеры и сливные патрубки изготавливать из одного материала и располагать их так, чтобы избежать застойных зон, способствующих коррозии.

На рис. 1.23 представлены варианты правильных и неправильных соединений сливных штуцеров и расположения патрубков в корпусе и днище аппарата, удачных и неудачных конструкций элементов химической аппаратуры.

В штуцерах, предназначенных под налив агрессивных жидкостей, рекомендуется предусматривать вставные патрубки, предохраняющие штуцер от преждевременного износа, а при наличии прокладки — от контакта

его со средой. Кроме того, вставные патрубки исключают стекание агрессивных растворов по стенкам аппарата, а при достаточной длине вставного патрубка создается возможность сифонного залива жидкостей.

4. Стремиться к тому, чтобы отношение периметра сечения к его площади, характеризующее поверхность, находящуюся в контакте с агрессивной средой, было минимальным. Соотношение между размерами сечения и скоростью коррозии металла в данной среде определяется коэффициентом β [17, с. 398]

$$\beta = \frac{F}{P \cdot 0,383}$$

где F — площадь сечения; P — наружный периметр сечения, подвергающегося воздействию коррозионной среды; 0,383 — коэффициент устойчивости против коррозии сечения из уголков толщиной 8 мм, принимаемого за единицу измерения.

Требуемое значение этого коэффициента для заданной среды ($\beta_{тр}$) прямо пропорционально скорости коррозии в этой среде

$$\beta_{тр} = \frac{K}{0,05}$$

где K — скорость коррозии, мм/год; 0,05 — скорость коррозии в слабо агрессивной среде, принятой в качестве условной меры.

5. Обтекаемость конструкции, от которой зависит скорость испарения электролита, например влаги. Чем медленнее испарение, тем дольше контакт металла со средой и длительнее процесс коррозии. Минимальное испарение характерно для квадратных сечений, максимальное — для круглого, принятого за эталонный элемент. Н. М. Каскевич [5], исследуя влияние формы

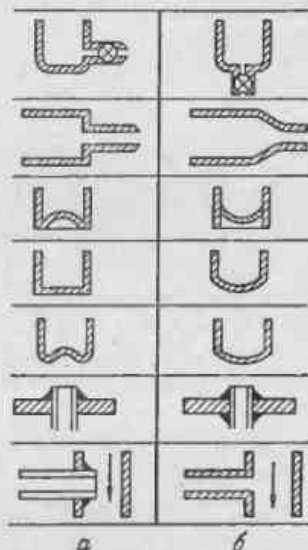


Рис. 1.23. Конструкции элементов химической аппаратуры:

а — неудачное решение; б — удачное [17, с. 432].

алюминиевых профилей на скорость коррозии в сернистых нефтях, предложил оценивать относительную стойкость различных элементов K_0 как отношение максимальных скоростей коррозии данного элемента K_{\max} к эталонному K_{\max}^a

$$K_0 = \frac{K_{\max}}{K_{\max}^a}$$

6. Равномерность обогрева и конденсации паров. Наличие местных перегревов, паровых подушек, неравномерность контакта с конденсатом — причины сильных коррозионных разрушений.

7. Исключать контакт разнородных металлов в электролите, приводящий к контактной коррозии. В случае неизбежности применения разных металлов контактируемые поверхности должны быть изолированы прокладкой, не проводящей электрический ток.

Влияние механических напряжений и гидродинамических нагрузок

Механические напряжения. В условиях воздействия агрессивной среды коррозию стимулируют постоянные растягивающие напряжения как внешние, так и внутренне, остаточные после термической или механической обработки металла, и знакопеременные нагрузки. Первые вызывают коррозионное растрескивание металлов, вторые — явление коррозионной усталости.

Металл, вполне коррозионностойкий в той или иной агрессивной среде, находясь под нагрузкой, может разрушаться, подвергаясь коррозии под напряжением*.

Растягивающие напряжения. Одновременное действие агрессивной среды и растягивающих напряжений вызывает разрушения местного характера, межкристаллитное (по границам зерен) или транскристаллитное растрескивание (см. рис. 1.1).

Увеличение общей скорости коррозии при этом обычно прямо пропорционально приложенным растягивающим напряжениям, что подтверждается рядом экспериментальных данных, например, для алюминия [2, с. 202]

* Считается, что чистые металлы коррозии под напряжением не подвержены.

(рис. 1.24). Коррозионно-механические трещины начинаются с поверхности металла, как следствие локального анодного процесса и концентрации растягивающих напряжений на этих участках. Дальнейшее их развитие зависит от приложенной нагрузки (для каждого конкретного случая существует предельное напряжение, ниже которого растрескивание не происходит), агрессивности среды, ее концентрации и температуры.

Стойкость металлов к коррозионному растрескиванию принято оценивать по времени до разрушения (или появления первой трещины) образца, находящегося под нагрузкой в агрессивной среде.

Ниже рассматриваются среды, в которых металлы и сплавы, находясь в напряженном состоянии, подвергаются коррозионному растрескиванию [20, с. 20; 21, с. 17—19]:

Материал	Среда
Стали низкоуглеродистые	Растворы NaOH, Na_2SiO_3 , нитраты кальция, натрия и аммония
Стали углеродистые и низколегированные	Кипящие концентрированные растворы MgCl_2 , водные растворы HCN
Стали хромистые	Растворы NaCl , NH_4Cl , Na_2HPO_4 , H_2O_2 , H_2S , морская вода
Стали хромоникелевые	Растворы хлоридов Na, Mg, Co, Ba, Ca, Zn и др., морская вода, растворы $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
Сплавы медные	Пары NH_3 , растворы ртутных солей, влажная атмосфера, содержащая NH_3 и SO_2
Монель-металл	Пары HF, раствор H_2SiF_6 , расплав NaOH, хромовая кислота
Сплавы алюминиевые	Расплавы и растворы NaCl, морская вода, растворы хлоридов Ca, Co, NH_4
Свинец	Растворы $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

Переменные нагрузки (растяжение — сжатие) и одновременное действие агрессивной среды вызывают коррозионно-усталостные разрушения металлов. В обычных условиях, ниже определенных значений переменного напряжения (числа циклов N), так называемого предела усталости, металл не разрушается. При одновременном действии среды этот предел снижается, т. е. разрушение наступает при меньшей нагрузке (числе

циклов) и соответствует пределу коррозионной усталости металла (рис. 1.25, кривая 2).

В результате коррозионной усталости металла его общая коррозия не усиливается, но появляется сначала сетка микроскопических трещин, переходящая затем в коррозионно-усталостные трещины. Характер разрушения при этом большей частью транскристаллитный, но

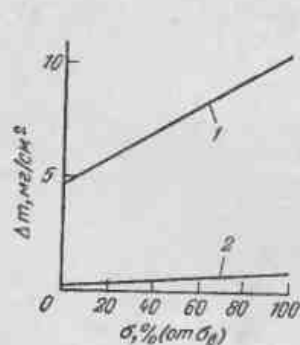


Рис. 1.24. Зависимость скорости коррозии алюминия от растягивающих напряжений и агрессивности растворов:
1 — 3% NaCl + 1% HCl; 2 — 3% NaCl + 0,2% H₂O₂.

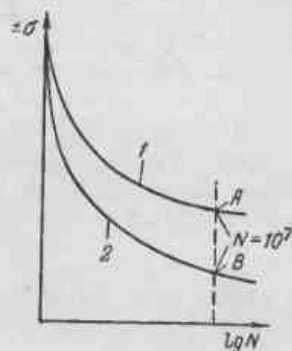


Рис. 1.25. Зависимость предела усталости от знакопеременных напряжений и действия агрессивной среды:
1 — усталость при отсутствии коррозии; 2 — коррозионная усталость; А — предел усталости; В — условный предел коррозионной усталости.

не исключаются и межкристаллитные разрушения. Интенсивность коррозии определяется стойкостью металла в данной агрессивной среде и значением знакопеременных нагрузок и практически не зависит от исходной прочности металла. В табл. 1.2 приведены данные коррозионно-усталостной прочности некоторых металлов и сплавов на воздухе, в пресной и морской воде.

Гидродинамические нагрузки в условиях коррозионно-агрессивного действия среды вызывают явление коррозионной кавитации, характерное для гребных винтов, работающих в морской воде, гидравлических турбин, насосов и трубопроводов (в изгибах) при транспортировании агрессивных жидкостей.

Коррозионная кавитация возникает при очень быстром движении среды и сильном ударном механическом

ее действии на металл, что приводит к возникновению трещин, глубокой язвенной коррозии, переходящей в механические разрушения (выкрашиванию и раздроблению зерен). Интенсивность разрушений, причиняемых коррозионной кавитацией, зависит от механической прочности металла и его химической стойкости в данной среде, а также от чистоты обработки поверхности металла, профиля и конструкции оборудования и других факторов.

Таблица 1.2. Коррозионная усталость металлов [2, с. 207; 20, с. 21]

Металл или сплав	Предел прочности при растяжении кгс/мм ²	Предел выносливости (при 5·10 ⁷ циклов), кгс/мм ²		
		на воздухе	в пресной воде	в морской воде
Углеродистая сталь				
0,14% С	44	22	14	6,5
0,24% С	39	16,5	12	—
1,09% С	72	28	16	—
Сталь (0,98% Si и 0,14% С)	42	22	14	6,0
Хромистая сталь типа Х13	62	38	25	21
Хромоникелевая сталь типа 18-8	60	28	17,5	—
Никель (холоднокатанный)	93	34	21	17
Монель-металл	57	25	19	20
Медь	21	7	7,5	—
Бронза алюминиевая	63	23	18,5	16
Дюралюминий	56	13	7,5	6

Влияние контакта разнородных металлов

При контакте двух разнородных металлов в общем электролите возникает макрокоррозионный гальванический элемент, в котором более отрицательный металл играет роль анода, более положительный — катода (см. рис. 1.13). Контактная коррозия возникает:

- а) в изделиях, состоящих из двух разнородных металлов с большой разницей потенциалов ($> 0,5$ В);
- б) в местах соединений, выполненных с помощью металлов или сплавов разного состава;

в) в изделиях, изготовленных из одного металла, но находящегося в различных состояниях (отжиг, закалка и др.), или имеющего другие неоднородности;

Таблица 1.3. Электродные потенциалы некоторых металлов в различных электролитах [17, с. 21]

Металл	Стандартный электродный потенциал, В	Электродный потенциал, В в электролитах			
		0,1 н. HCl	0,1 н. HNO ₃	0,1 н. NaOH	3%-ый NaCl (морская вода)
Магний	-2,370	-1,622	-1,596	-1,086	-1,418
Алюминий	-1,660	-0,493	-0,320	-1,403	-0,577
Цинк	-0,760	-0,769	-0,688	-1,126	-0,772
Железо	-0,430	-0,328	-0,240	-0,161	-0,255
Никель	-0,250	-0,031	+0,098	-0,128	-0,023
Олово	-0,136	-0,248	-0,122	-0,127	-0,429
Свинец	-0,126	-0,233	-0,216	-0,511	-0,288
Медь	+0,337	+0,154	+0,250	+0,027	+0,070
Серебро	+0,800	+0,277	+0,490	+0,300	+0,227

г) в электролитах, окислительные ионы которых более положительны, чем металл изделия, например, железо или алюминий в растворах медных солей. В этом случае контакт возникает в результате отложения металлической меди (из раствора) на стальном изделии.

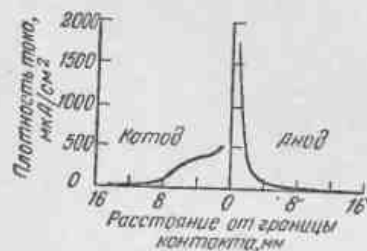


Рис. 1.26. Распределение плотности тока на поверхности контактного элемента медь — железо [17, с. 101].

Потенциалы металлов в различных электролитах не одинаковы. Поэтому интенсивность контактной коррозии зависит не только от природы контактирующих металлов, но и от электролита. В табл. 1.3 приведены значения потенциалов некоторых металлов в типичных электролитах.

Коррозия наиболее интенсивна вблизи контакта и ослабевает по мере удаления от места контакта.

Характерное распределение плотности тока для пары медь — железо в зависимости от расстояния от места контакта показано на рис. 1.26. Благодаря электропро-

водности раствора контактная коррозия может возникнуть, если металлы непосредственно и не соприкасаются, а расположены на некотором (меньше предельного) расстоянии друг от друга. Например, Г. Уллиг [22, с. 91] считает, что в водопроводной воде предельное расстояние между медью и железом составляет 0,5 см, а в морской воде — несколько дециметров.

Большое значение имеет также соотношение площадей анода и катода в контактной паре. Увеличение площади катода облегчает протекание катодных процессов, деполяризацию, усиливая интенсивность контактной коррозии. Зависимость скорости коррозии анода (A), находящегося в контакте с более благородным металлом (B), от соотношения их площадей может быть выражена следующим уравнением [22]

$$p = p_0 \left(1 + \frac{B}{A} \right)$$

где p — проникаемость (скорость коррозии) контактируемого металла — анода; p_0 — проникаемость этого металла без контакта; B — площадь более благородного металла (катода); A — площадь металла (анода).

При равных площадях анода и катода нежелательные контакты определяются разницей потенциалов в данном электролите.

Влияние скорости движения среды

Состояние среды имеет большое значение, особенно для процессов, протекающих с деполяризацией кислорода. Со скоростью движения среды связано поступление кислорода, его растворимость и диффузия в среде.

Из рис. 1.27, а видно влияние скорости движения нейтральной среды (пресная вода) на коррозию стали. Вначале коррозия усиливается вследствие поступления кислорода; при определенном значении скорости движения среды, которое зависит от анионного состава раствора, кислород способствует пассивации металла и скорость коррозии снижается до минимума. При дальнейшем увеличении скорости движения жидкости, пассивная пленка постепенно разрушается (смывается), и скорость коррозии возрастает.

В более агрессивных средах, например в морской воде (рис. 1.27, б) или разбавленных растворах серной

кислоты, зависимость коррозии от движения среды другая, так как области пассивности или незначительны или их нет совсем.

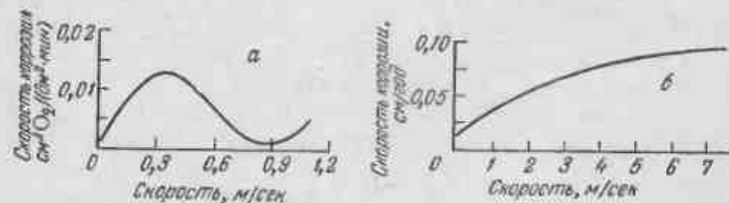


Рис. 1.27. Влияние скорости движения среды на коррозию стали: а — в пресной воде; б — в морской воде.

Влияние температуры и давления

При повышении температуры ускоряются процессы диффузии, соответственно уменьшается перенапряжение катодных процессов и увеличивается интенсивность и скорость коррозии. В то же время растворимость кислорода с увеличением температуры уменьшается. Поэтому скорость коррозии не возрастает непрерывно с температурой, а имеет определенный максимум.

Давление также ускоряет коррозию металлов в электролитах. Оно изменяет растворимость участвующих в процессе коррозии газов и, в первую очередь, кислорода, может вызвать механические напряжения в металле, влияет на разложение (гидролиз) продуктов коррозии (солей). Обычно при совместном воздействии температуры и давления процесс коррозии ускоряется.

Влияние микроорганизмов

Присутствие микроорганизмов в земляном грунте, болотах и в морском иле особенно опасно для почвенной и водной коррозии. Жизнедеятельность анаэробных микроорганизмов протекает в отсутствие кислорода и усиливает коррозию, например в воде в 10—20 раз. Эта биокоррозия является следствием способности микробов восстанавливать соли-сульфаты до сульфидов и сероводорода (сульфатредуцирующие бактерии) или нитраты и нитриты до азотной и азотистой кислот (де-

нитрофицирующие бактерии). При протекании таких процессов изменяется рН среды и электродный потенциал металла (например, стали) в электролите, содержащем микроорганизмы, что соответственно отражается и на кинетике электрохимической коррозии.

Влияние трения

При контакте и скольжении одного материала относительно другого (металла по металлу или неметаллу), поверхность их раздела подвергается разрушению, так называемой коррозии при трении или фреттинг-коррозии.

При трении в обычных условиях, т. е. на воздухе, продуктами коррозии являются окислы трущихся металлов. По мнению Г. Уллиг [22], механизм коррозии в этом случае не электрохимический. Интенсивность такого процесса усиливается при увеличении нагрузки и скольжения, но во влажном воздухе меньше, чем в сухом и фактически отсутствует в среде азота.

В условиях воздействия агрессивных сред, например серной кислоты, характер коррозии при трении изменяется, процесс приобретает электрохимический характер. Кроме коррозионной активности среды (кислоты) в этом случае имеет большое значение ее смазывающая способность. Так, Р. А. Мачевская и А. В. Турковская [23] показали, что при увеличении концентрации серной кислоты от 1 до 6 н. износ стали ОХ23Н28МЗДЗТ не увеличился, а уменьшился. Авторы объяснили этот факт более высокой маслянистостью (смазывающей способностью) кислоты с увеличением ее концентрации.

Влияние внешнего электрического поля

Постоянный электрический ток в промышленных условиях, линиях электрифицированного транспорта является источником блуждающих токов, которые проходя через электролит к металлической конструкции, вызывают ее коррозию (электрокоррозию).

Блуждающие токи могут достигать 200—300 А и особенно опасны для подземных металлических и железобетонных сооружений. При коррозии подземной трубы, вызываемой блуждающими токами, в месте входа тока

возникает катодная зона и труба коррозии не подвергается; в месте выхода тока — анодная зона — труба усиленно корродирует.

Потери массы металлов при коррозии блуждающими токами весьма значительны и при силе тока 1 А в течение одного года достигают: для железа — 9,1 кг, меди — 10,4 кг, алюминия — 2,9 кг, цинка — 10,7 кг, свинца — 33,8 кг [22, с. 169].

Для борьбы с блуждающими токами применяют их отвод — дренажи, установку специальных анодов и изоляцию покрытиями. Меры по защите железобетонных конструкций от воздействия блуждающих токов предусмотрены в инструкции СН 65—67*.

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

При решении вопроса о возможности использования неметаллических материалов и защитных покрытий на их основе в агрессивных средах необходимо учитывать их характерные особенности, позволяющие отдать предпочтение этим материалам перед металлами при выборе материала, или отказать от их применения.

Определяющими факторами, как и для металлов, являются природа, строение и химический состав неметаллического материала. Различают два типа материалов: неорганические и органические — природные и синтетические материалы.

К неорганическим материалам в основном относятся естественные породы, минералы переработанные или переработанные; к органическим материалам — природные материалы органического происхождения (дерево, битумы, пеки) и синтетические полимеры.

Для силикатных и органических материалов процессы коррозии протекают по-разному.

Характеристика коррозионной стойкости силикатных материалов

В отличие от коррозии металлов, разрушения силикатных материалов носят чисто химический или физи-

ко-механический характер. Процессы диффузии, важные для материалов органического происхождения, для силикатов не имеют существенного значения.

Силикатные материалы разрушаются в результате:

1) химического взаимодействия среды с окислами, преобладающими в материале в соответствии с его минералогическим и химическим составом. Эти процессы в равной степени затрагивают как окислы самого материала, так и вещество, которым сцементированы силикатные материалы. Например, песчаники могут быть сцементированы аморфным кремнеземом или окисью кальция (известью), и от этого зависит их химическая стойкость;

2) физико-механических процессов, происходящих в порах силикатного материала вследствие возникновения в них напряжений. Агрессивная среда, попадая в поры, кристаллизуется в них, например, в виде солей или льда (при замерзании воды), или в порах откладываются образующиеся продукты коррозии. В результате полного заполнения пор возникает внутреннее давление, что неизбежно приводит к механическому разрушению материала.

Химическая стойкость силикатных материалов в агрессивных средах зависит от следующих факторов:

а) химического и минералогического состава материала;

б) структуры (крупнокристаллическая, мелкокристаллическая или аморфная);

в) пористости (открытая, закрытая, общая).

В зависимости от химического и минералогического состава силикатные материалы характеризуются большей или меньшей кислото- или щелочестойкостью.

Кислотостойкость или кислотоупорность их зависит от содержания в материалах нерастворимых или труднорастворимых окислов и, в первую очередь, кремнезема SiO_2 , который не растворяется в кислотах, за исключением плавиковой, но реагирует со щелочами. Чем больше содержание SiO_2 в исходном материале, тем выше его кислотостойкость; чем больше содержание основных окислов, тем меньше кислотостойкость и выше щелочестойкость.

* М., Стройиздат, 1967.

По содержанию кремнезема первичные породы подразделяются на 5 групп:

Ультракислые, > 75% SiO ₂	кварц и др.
Кислые, 65—75% SiO ₂	диорит и др.
Средне-нейтральные, 52—65% SiO ₂	андезит и др.
Основные, 40—52% SiO ₂	базальты, диабазы
Ультра-основные, 24—40% SiO ₂	пироксениты и др.

Ниже приводятся оценки стойкости неорганических материалов (естественных и искусственных) в различных средах:

Материалы	Вода	Щелочи	Кислоты
Карбонатные породы (известняки, доломиты, мрамор)	Хорошая	Хорошая	Нестойки
Цементные бетоны	То же	То же	То же
Силикатные кирпич и блоки	Относительная		«
Порошки из гранита, андезита, диабазы	Отличная	Относительная	Отличная
Бетоны на основе жидкого стекла	Нестойки	Нестойки	Хорошая
Кислотоупорные кирпич и плитки	Хорошая	Относительная	Отличная
Огнеупорный кирпич	Относительная		Хорошая
Глиняный кирпич (рядовой)	Относительная	Нестоек	Относительная
Керамзит	Относительная		

Кроме стойкости в кислотах и щелочах и соответственно в растворах солей кислого и основного характера, силикатным материалам присуща стойкость в окислителях и органических жидкостях (на этот показатель влияет пористость материала).

Температурные пределы применения материалов неорганического происхождения в агрессивных средах, как правило, значительно выше (на 100 °С и более), чем для полимерных материалов.

Методы испытаний и оценка химической стойкости силикатных материалов сводятся к определению кислотостойкости (щелочестойкости) и пористости, а также водо- и газопроницаемости.

Кислотостойкость (или щелочестойкость) силикатного материала определяется в мелкораздробленном со-

стоянии по убыли массы после обработки материала в течение 1 ч в кипящей кислоте (щелочи) и выражается в процентах (ГОСТ 473—64). Самым кислотостойким материалом (100%) является кварц.

Для некоторых материалов, например для ситаллов (метод НИИХИММАШ) [10, с. 216], действие агрессивной среды определяется также как для металлов по скорости коррозии [в г/(м²·ч) или в мм/год], но оценивается по трехбалльной шкале.

Кислотостойкость стекол определяется по потерям массы поверхности и оценивается тремя классами; при оценке химической стойкости эмалевых покрытий, кроме потери массы поверхности, учитываются также внешние изменения (матовость, шероховатость).

Пористость характеризуется тремя показателями: кажущейся (открытой) пористостью, определяемой по насыщению водой, истинной и общей пористостью, о которой судят по плотности и объемной массе материала.

Таблица 1.4. Показатели и оценка коррозионной стойкости неорганических материалов

Стекло	Эмаль		Силикатные материалы	Стойкость и ее условное обозначение (см. гл. 4)	Рекомендации по применению
	состояние поверхности	скорость коррозии, мм/год	кислотоупорность, %		
< 0,7	Без изменений	≤ 0,01 0,01—0,1	< 97	В — отличная Х — хорошая	Без ограничений
0,7—1,5	Слабоматовая	0,1—0,5	> 97	О — ограниченная	Применимы ограниченно
> 1,5	Матовая (шероховатая)	≥ 0,5	Разрушаются	Н — нестойки	Не рекомендуются

Долговечность силикатных футеровочных и вяжущих материалов определяют по механическим показателям (ГОСТ 310—60). Определения производят после

воздействия агрессивной среды за разные промежутки времени, что позволяет судить по изменению прочностных свойств материала о его химической стойкости.

В табл. 1.4 сопоставляются показатели коррозионной стойкости различных неорганических материалов и даются рекомендации по их применению.

Коррозия полимерных материалов

Наряду с физико-механическими свойствами, коррозионная стойкость является определяющим фактором при выборе и использовании полимерного материала в условиях воздействия агрессивных сред. Химическая стойкость полимеров изменяется в широких пределах не только для различных полимеров, но и для одного и того же полимера (в зависимости от марки, сорта и т. д.). Она зависит от структурных особенностей и химических свойств полимеров.

Влияние структуры и состава полимера на его химическую стойкость

На химическую стойкость полимерных материалов влияют следующие факторы:

1. Природа основной цепи. Карбоцепные полимеры характеризуются низкой реакционной способностью, что обуславливает стойкость таких полимеров к действию кислот, щелочей и слабых окислителей. Наличие двойных связей в полимерах (каучук) понижает их стойкость в окислителях.

Гетероцепные полимеры (в главной цепи которых имеются кроме углерода другие атомы) склонны к деградации под действием химических реагентов, в частности, к гидролизу под действием щелочей и кислот.

2. Наличие функциональных реакционноспособных групп, входящих в состав полимера, так как не все группы и не в равной мере принимают участие в реакциях полимера с агрессивной средой.

3. Степень кристалличности и структура полимера (линейная, сетчатая). Сетчатая структура, так же как и высокая кристалличность, повышает химическую стойкость полимеров, так как процессы диффузии и набухания в этих полимерах протекают с иной скоростью,

чем в аморфных полимерах или в полимерах с линейной структурой при том же химическом составе. Молекулярный вес, как выяснилось, например при изучении эпоксидных смол, практически не оказывает влияния на химическую стойкость [24, с. 198].

4. Стойкость полимеров к действию органических растворителей, зависящая от полярности полимера и растворителя («подобное растворяется в подобном»). Так, неполярные полимеры — полиэтилен, полиизобутилен, полистирол и т. п. — набухают и растворяются в неполярных растворителях: бензине, бензоле, CCl_4 , но стойки в спирте, воде и других полярных растворителях. Наоборот, полярные полимеры, содержащие группу OH или COOH, например фенольные смолы, полиамиды, весьма стойки в неполярных растворителях — бензине, бензоле, но набухают или растворяются в полярных растворителях: спиртах, метилхлориде.

В табл. 1.5 приводятся данные о влиянии структуры некоторых промышленных полимерных материалов на их коррозионную стойкость в наиболее типичных средах.

Механизм действия агрессивной среды на полимер

Воздействие агрессивной среды на полимер сводится к трем основным процессам, которые могут протекать одновременно и в различных сочетаниях. Этими процессами являются: диффузия, набухание и химические реакции.

Коррозия полимеров происходит в гетерогенной системе; в результате диффузии агрессивная среда проникает в материал, вызывает набухание или химически взаимодействует с полимером; часто оба процесса протекают одновременно. Следовательно, химическая стойкость полимеров будет характеризоваться их проницаемостью, т. е. скоростью проникновения в них агрессивной среды. Интенсивность коррозии определяется: диффузией реагента (среды) к поверхности пластичного материала, сорбцией реагента (среды) полимером, диффузией реагента (среды) в твердой фазе (полимере), химическими превращениями (реакциями) между сорбированной средой и полимером (химическая сорбция), диффузией продуктов реакции внутри полимера к его

Таблица 1.5. Влияние структуры на химическую стойкость полимерных материалов (оценка стойкости: 5 — отличная; 4 — хорошая; 3 — удовлетворительная; 2 — слабая — плохая; 1 — неудовлетворительная)

Характеристика полимеров	Полимерный материал		Химическая стойкость в средах				
	наименование	структура звена	ВОДА	Кислоты	Щелочи	Окислители	органические растворители
Карбоцепные линейные	Полиэтилен	$\dots-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\dots$	5	4	4	3	2-4
	Полипропилен	$\dots-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3$	5	4	4	2	3
Карбоцепные линейные с различными заместителями	Фторопласты	$\dots-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\dots$	5	5	5	5	5
	Поливинилхлорид	$\dots-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{Cl}$	5	4-5	4-5	4-5	2-3
Гидроксильная группа	Поливиниловый спирт	$\dots-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{OH}$	1	2-3	2-3	3	4
	Ацетатная группа	$\dots-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{O}-\text{COCH}_3$	3	2-3	2-3	4	2
Карбоцепные с двойными связями	Каучук (натуральный)	$\dots-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$	4	4	4	2	2
	Фенолоформальдегидные смолы		5	4	2	5	4
Гетероцепные линейные	Полиформальдегиды	$\dots-\text{OCH}_2-\text{OCH}_2-\dots$	5	4	4	2	4
	Полиамиды	$\dots-\text{C}(=\text{O})-\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{R}'-\text{NH}-\dots$	4	2-3	4	2-3	4
	Поллиуретаны	$\dots-\text{O}-\text{R}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{R}'-\text{NH}-\text{C}(=\text{O})-\dots$	4	2	2	2	3
	Полифиры ненасыщенные	$\dots-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}=\text{CH}_2)-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\dots$ $\dots-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}=\text{CH}-\dots$	4	3	2-3	2-3	4
	Поликарбонаты		5	4	5	4	2
	Эпоксидные смолы		4	3-4	3-4	4	5

поверхности, диффузией продуктов реакции с поверхности полимерного материала в газовую или жидкую среду.

Последние два процесса уже не имеют решающего значения для химической стойкости материала, и по существу являются результатом коррозии этого материала.

Процессы диффузии, сорбции и хемосорбции могут быть описаны соответствующими уравнениями. Процессы диффузии подчиняются первому закону Фика, по которому скорость проникновения реагента (среды) в полимер (I), т. е. количество реагента, которое за единицу времени проходит через 1 см^2 поверхности полимера перпендикулярно к ней, прямо пропорционально градиенту концентрации:

$$I = \pm D \frac{\partial C}{\partial x}$$

где D — коэффициент диффузии, характеризующий скорость диффузии ($\text{см}^2/\text{с}$); C — концентрация диффундирующего реагента (среды) в полимере (в $\text{см}^3/\text{см}^3$ материала), т. е. разность концентраций ($C_1 - C_2$) у поверхности и в полимере на глубине, на которую проникло диффундирующее вещество.

Диффузия связана с проницаемостью следующим уравнением:

$$I = P \frac{\Delta p}{l}$$

где P — проницаемость; Δp — разность давлений по сторонам мембраны — полимера; l — толщина мембраны.

Проницаемость, в свою очередь, связана с растворимостью S (в $\text{г}/\text{см}^3$) и коэффициентом диффузии соотношением:

$$P = S \cdot D$$

Коэффициенты диффузии, проницаемости и растворимости могут быть определены экспериментально. От процессов диффузии неотделимы процессы сорбции (физической и химической).

Ниже приводятся факторы, влияющие на процессы диффузии и сорбции среды в полимерный материал. К таким факторам относятся:

1. Природа сил взаимодействия между молекулами диффундирующего вещества и полимера (физическая или химическая).

Физическая сорбция сопровождается набуханием полимера, хемосорбция — растворением или химической реакцией между полимером и средой.

2. Температура. Температурная зависимость коэффициентов диффузии, проницаемости и растворимости выражается соответствующими уравнениями

$$D = D_0 \exp(-E_D/RT)$$

$$P = P_0 \exp(-E_P/RT)$$

$$S = S_0 \exp(-\Delta H_S/RT)$$

где E_D и E_P — кажущиеся энергии активации процессов диффузии и проницаемости; ΔH_S кажущаяся теплота растворения.

3. Структура полимера, форма его молекул, степень кристалличности.

Поперечные связи препятствуют набуханию и сорбции. При высокой степени кристалличности полимера его кристаллы уподобляются огромным поперечным связям и также препятствуют набуханию и сорбции (табл. 1.6).

Таблица 1.6. Газопроницаемость $p \cdot 10^9$ полиэтилена различной плотности при 30°C [в $\text{см}^3 \cdot \text{мм}/(\text{см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{см рт. ст.})$]

Плотность полиэтилена, $\text{г}/\text{см}^3$	Степень кристалличности, %	Газопроницаемость в средах		
		азот	кислород	двуокись углерода
0,922	60	1,9	5,5	25,2
0,938	69	0,66	2,1	7,4
0,954	78	0,33	1,1	4,3
0,960	81	0,27	1,06	3,5
0,965	83	—	0,5	2,5

4. Природа сорбируемого вещества (агрессивной среды), активность ее паров, температура кипения, молекулярный вес и мольный объем (для паров органических жидкостей), функциональность и др.

С увеличением молекулярного веса, объема и размера молекул проникающего вещества коэффициенты диффузии, проницаемости и растворимости уменьшаются.

В результате коррозии изменяются физико-механические свойства полимерных материалов. Набухание приводит к их размягчению, потере прочности и

постепенному разрушению, химические реакции — к деградации (распаду полимерных молекул и выделению образующихся при этом продуктов). При наличии других компонентов, например пластификаторов, в результате химического взаимодействия со средой, последние могут выделяться (вымываться) из материала; при этом уменьшается пластичность полимера и происходит растрескивание и механическое разрушение.

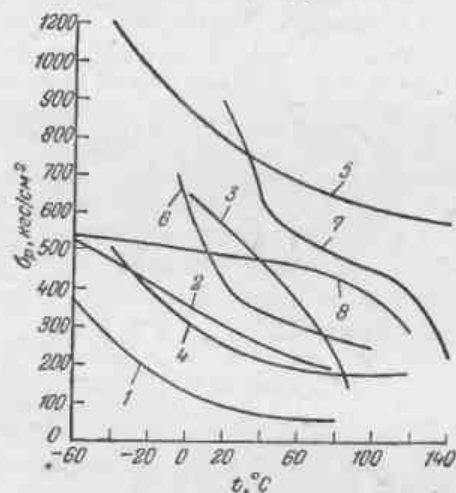


Рис. 1.28. Влияние температуры на прочность пластмасс: 1 — полиэтилен ВД; 2 — полиэтилен НД; 3 — винилпласт; 4 — фторопласты; 5 — полиамиды; 6 — пентапласт; 7 — поликарбонаты; 8 — фенопласты.

Окислители вызывают разрыв или образование новых химических связей в полимере, что приводит к потере эластичности, например резины, при одновременном увеличении твердости и прочности, созданию внутренних напряжений, обуславливающих хрупкость полимерного материала и, в конечном счете, его разрушение.

Стабильность физико-механических свойств полимерных материалов

Одним из важных требований, предъявляемых к конструкционным полимерным материалам, является максимальная стабильность исходных физико-механических свойств в пределах регламентируемых температур. В от-

личие от химической стойкости, диэлектрических показателей и теплостойкости, зависящих от строения и состава полимера, механические свойства полимера зависят еще и от его молекулярного веса: чем выше молекулярный вес (до известного предела), тем полимер прочнее. При наличии в цепи непредельных или легко распадающихся под влиянием света и тепла связей полимер «старится» и его прочностные свойства изменяются во времени в результате термической или окислительной деградации. Термоактивные полимеры сетчатой структуры стабильнее термопластичных полимеров, прочностные свойства которых при нагревании резко ухудшаются, хотя и в различной степени, в зависимости от химического состава термопласта и степени кристалличности. Кривые на рис. 1.28 характеризуют изменение прочности при разрыве наиболее распространенных конструкционных полимерных материалов в интервале температур от -60°C до $+140^{\circ}\text{C}$.

Среди термоактивных полимеров наибольшей стойкостью к термоокислительной деградации обладают гетероцепные, в частности, кремнийорганические полимеры. Эти материалы отличаются повышенной, по сравнению с карбоцепными полимерами, термостойкостью ($300\text{--}350^{\circ}\text{C}$). Максимальная термостойкость ($500\text{--}600^{\circ}\text{C}$ и выше) характерна для металлоорганических или металлокремнийорганических полимеров. Подобные материалы уже синтезированы и весьма перспективны, хотя и не приобрели еще промышленного значения.

Окислительная деградация особенно характерна для резиновых материалов, разрушающихся при воздействии кислорода, озона и других окислителей. Например, если в среде азота и двуокиси углерода прочность вулканизатов натурального каучука практически не меняется, то под влиянием кислорода она быстро и резко снижается (см. рис. 1.29).

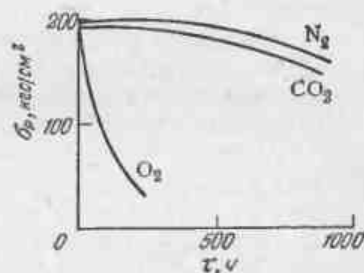


Рис. 1.29. Старение вулканизатов натурального каучука в среде кислорода, азота и двуокиси углерода.

Характеристики защитных покрытий

Неметаллические материалы, особенно органического происхождения, широко применяют в качестве защитных покрытий. При этом очень часто их использование оказывается более эффективным и экономичным, чем оборудование из дорогостоящих коррозионнстойких металлов и сплавов.

К защитным покрытиям, изолирующим металлы от действия окружающей коррозионной среды, предъявляются определенные требования:

- 1) сплошность и беспористость;
- 2) химическая стойкость и долговечность, которая зависит от природы, состава и строения полимерного связующего (или силикатного вяжущего);
- 3) хорошая адгезия к подложке, зависящая не только от адгезионных свойств связующего, но и от способа подготовки поверхности.

Ранее предполагалось, что пленка механически закрепляется в порах подложки за счет неровностей ее поверхности. В действительности сущность процесса заключается во взаимодействии адгезива и субстрата (подложки) за счет сил Ван-дер-Ваальса и электростатического взаимодействия пленки и подложки.

Функциональные группы полимерной цепи усиливают эти явления, хотя и в разной степени. Кроме того, они могут образовывать химическую связь с металлом (например, в масляных покрытиях солевая связь группы COOH с металлом). В этом случае адгезия обусловлена химическим взаимодействием пленки и подложки. Ниже перечисляются способы повышения адгезии:

а) создание шероховатой поверхности подложки механическим (пескоструйная, дробеструйная обработка и т. п.) или химическим путем. Наиболее распространенными способами химической обработки являются фосфатирование — образование микрокристаллов на поверхности подложки — и оксидирование — создание рыхлого пористого слоя на поверхности металла, состоящего из его окислов;

б) увеличение полярности адгезива (полимера), например, нагреванием, облучением ультрафиолетовыми

лучами, а также подложки, обработкой ее поверхности жирными кислотами;

в) использование грунтовок, улучшающих смачивание поверхности подложки и снижающих внутренние напряжения в покрытиях; увеличивая адгезию, грунтовки повышают защитные свойства покрытия.

Для усиления адгезии используют клеи, совершенно необходимые при защите листовыми материалами (резиной и эбонитом, полиизобутиленом, полимерными пленками, липкими лентами и т. д.).

Немаловажное значение имеет и выбор метода нанесения и формирования покрытия. Он зависит от физического состояния покрываемого состава, который может быть раствором, суспензией, расплавом и т. п.

Способ нанесения и природа пленкообразователя, в свою очередь, определяют температурный режим сушки покрытия. Для целого ряда лакокрасочных покрытий сушка проводится без нагрева в обычных условиях.

Лакокрасочные материалы на основе терморезактивных смол, как правило, отверждаются при повышенной температуре или в присутствии катализатора.

Покрытия, получаемые из суспензий, могут быть водноэмульсионные (например, поливинилхлоридные), латексные или в виде дисперсий в органических средах (органодисперсии фторопластов, пентапласта и других полимеров). Большинство из них образует пленку при нагревании и только полимеры с низкой температурой стеклования (некоторые латексные системы) — при обычной температуре.

Покрытия могут быть получены из расплавов. Преимущества таких покрытий в отсутствии растворителей или дисперсионной среды в составе покрытия.

При использовании твердых, мало- или неэластичных покрытий следует учитывать разницу в температурных коэффициентах линейного расширения покрытия и подложки и, если она велика, необходимо применять подслои, например полиизобутилен при футеровке силикатными материалами, или подбирать соответствующие грунты, способные уменьшить возникающие напряжения.

Методы определения и оценки химической стойкости полимерных материалов

Химическую стойкость полимерных материалов определяют по изменению массы или объема, иногда размеров образцов, прочности и эластичности, твердости, диэлектрических свойств.

Часть испытаний проводят по соответствующим ГОСТ. Для резин — определение набухания в жидкостях (421—59), прочности и относительного удлинения при их воздействии (424—63), стойкости в агрессивных средах при растяжении (11596—65). Для пластмасс — определение водопоглощения (4650—65), химической стойкости (12020—72) и др. При изучении проницаемости полимерных материалов и защитных свойств покрытий на их основе определяют массу агрессивной жидкости, проникшей в полимер, по привесу в условиях наступившего равновесия или другим методом; защитные свойства определяют также визуально по изменению внешнего вида покрытия. Иногда защитные свойства полимерных покрытий оценивают по коррозии подложки (металла), а чаще всего — электрохимически.

Таблица 1.7. Оценка коррозионной стойкости полимерных материалов

Оценка стойкости	Условное обозначение стойкости (см. гл. 4)	Изменения, %, не более	
		массы	прочности
Четырехбалльная система			
Вполне стойкие	В	±2	±5
Стойкие	Х	±10	±10—15
Относительно стойкие	О	±15	±15—20
Нестойкие	Н	Разрушаются	
Трехбалльная система*			
Стойкие	С	±3—5	До 10 (15)
Относительно стойкие (слабостойкие)	О	До +15 или -10 (±8)	От 10,1 (15,1) до 15 (25)
Нестойкие	Н	Более +10 или -10 (±8)	Более 15 (25)

* Цифры в скобках обозначают требования к реактопластам, без скобок — к термопластам (по ГОСТ 12020—72).

Перечисленные выше методы испытаний позволяют только качественно, а не количественно, оценить химическую стойкость полимерных материалов и, особенно, защитных покрытий. Единых установленных стандартами критериев оценки химической стойкости для всех полимерных материалов и покрытий на их основе нет. Для пластмасс можно пользоваться трехбалльными шкалами оценок, учитывающими отдельно изменение массы (объема) и механических свойств полимерных материалов (в процентах) под воздействием среды (ГОСТ 12020—72).

В зарубежной справочной литературе наиболее часто применяется четырехбалльная система оценок.

В табл. 1.7 сопоставляются оценки в условных обозначениях (принятые в гл. 4) с количественными показателями изменений, вызванных действием среды.

ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ВЫБОРЕ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ

Выбор коррозионностойких материалов или методов защиты от коррозии должен производиться на стадии проектирования и соответствовать техническим требованиям. В условиях действующего предприятия значительный экономический эффект получается при применении методов защиты, способствующих уменьшению убытков, потерь металла, сохранению продукции и т. п.

Методика подбора коррозионностойких материалов и покрытий

Выбор материала или способа защиты состоит из двух стадий: предварительной и окончательной, с включением технико-экономических показателей. Промежуточным звеном являются проверочные лабораторные и производственные испытания материалов, предпочтительнее на опытно-промышленных установках или, что менее желательно, на образцах, но в действующей аппаратуре, аналогичной проектируемому процессу. К таким же испытаниям относятся и полевые проверки систем окраски.

Первая стадия выбора материала включает:

1. Предварительный отбор на основании данных справочно-информационной литературы и накопленного опыта пригодных материалов, учитывая следующие показатели:

- а) строение и химический состав материала;
- б) прочностные свойства (пределы прочности при растяжении, сжатии и изгибе, твердость и относительное удлинение при разрыве, удельную ударную вязкость, длительную прочность при действии нагрузки и пр.);
- в) химическую стойкость; в идеальном случае материал должен корродировать со скоростью $< 0,001$ мм/год, а неметаллический материал — сохраняться без изменений достаточно длительное время.

Сведения о коррозионной стойкости материала необходимо иметь не только для заданной конкретной концентрации агрессивной среды, но и для всего диапазона концентраций, как при обычных температурах, так и при кипении и в паровой фазе;

г) предварительную технологическую обработку материала и состояние его поверхности перед контактом с агрессивной средой;

д) возможные внешние влияния на коррозионное поведение материала (механические нагрузки или напряжения, скорость движения среды, аэрация, примеси в агрессивной среде и т. п.).

Выбранный материал подвергается экспериментальной проверке в лабораторных, а затем производственных условиях. Испытания на опытно-промышленных установках способствуют оптимальному выбору материала.

2. Выбор рациональной конструкции с учетом возможности возникновения щелевой и точечной коррозии, контактной и ножевой (в местах сварки) и других видов коррозии, подробно описанным выше.

По данным I. E. Garside [25], в результате устранения угловых щелей при конструировании увеличивается срок службы конструкции на 30—50%.

3. Использование различных методов защиты от коррозии: электрохимических, применение ингибиторов, защитных покрытий (металлических или неметаллических, силикатных и полимерных).

При выборе электрохимической защиты необходимо учитывать следующие факторы:

а) эффективность в заданных условиях, принимая во внимание размеры защищаемой конструкции;

б) затраты на получение и содержание источников питания — постоянного электрического тока;

в) требуемые (для обеспечения защиты) количество анодного или катодного тока на единицу поверхности и всю защищаемую конструкцию;

г) радиус защитного действия протекторов и расход их массы при протекторной защите;

д) общую стоимость электрохимической защиты, включая капитальные затраты и эксплуатационные расходы.

При использовании ингибиторов для защиты от коррозии важны следующие факторы:

а) эффективность их действия в данной агрессивной среде;

б) влияние температуры и других усиливающих коррозию условий на ингибиторы;

в) возможность действия ингибиторов на технологические среды;

г) непрерывность или периодичность ингибирующего действия;

д) расход и стоимость ингибитора (в сопоставлении с размерами защищаемой конструкции).

Правильный выбор ингибитора имеет большое значение и дает значительную экономию. Например, при консервации изделий на длительные сроки хранения ее стоимость при использовании летучего ингибитора НДА снижается по сравнению с применением нитрита натрия (в качестве ингибитора) в 3 раза, с консервационными смазками — в 4,5 раза [26].

При выборе защитного покрытия должны учитываться следующие факторы:

а) условия эксплуатации: состав и характер коррозионной среды, температура и давление, периодичность их перепадов, действие среды и механических нагрузок. В зависимости от этих условий определяется тип покрытия (металлическое или неметаллическое, силикатное или полимерное), а также его особенности: для силикатных покрытий — их проницаемость, необходимость подбора связующего, возможность использования только для конструкций, имеющих простые формы; для металлических покрытий — возможность использования только кадмие-

вых, цинковых, оловянных и свинцовых покрытий в только для малоагрессивных сред: воздуха, пресной и морской воды (кроме свинцовых); для полимерных покрытий — их термостойкость, долговечность и другие свойства.

Вначале целесообразно определить возможную группу покрытий, исходя из условий применения (высокие температуры, длительная эксплуатация). Затем, пользуясь более детальными характеристиками покрытий, выбрать наиболее эффективное из них;

б) состав защищаемого материала, характер и состояние его поверхности; от способа обработки, подготовки поверхности перед нанесением защитного материала зависит адгезия, а следовательно, качество и срок службы покрытия.

Так, по данным Н. Engelgard, А. Schink [27], долговечность 4-слойного (2 основных слоя и 2 покровных) антикоррозионного покрытия толщиной 180 мкм составила в зависимости от способа обработки подложки (в годах):

Обработка шкуркой (наждачной)	3
Удаление ржавчины ручным способом	4
Механизированное удаление ржавчины	5
Травление	6
Пламенная обработка	7
Пескоструйная обработка	8,5
Обработка горячим цинкованием	10

в) тип покрытия, его физическое состояние, а также вид конструкции и характер переходов и соединений.

Ниже приводятся коэффициенты использования лакокрасочных материалов в зависимости от методов нанесения и вида поверхности [28]:

Метод нанесения	Не-	
	рифленая поверхность	Рифленая поверхность
Кисть	0,7—0,9	0,7—0,8
Окупиание	0,7—0,9	0,7—0,8
Ручное распыление	0,5—0,7	0,4—0,6
Автоматическое распыление	0,6—0,8	0,5—0,7
Горячее распыление	0,6—0,8	0,5—0,7
Распыление под давлением	0,6—0,8	0,5—0,7
Распыление в электростатическом поле высокого напряжения	0,8—0,9	0,7—0,9
Электроосаждение	0,9—1,0	0,9—1,0

4. Определение себестоимости и срока службы покрытия, требуемого расхода материала на 1 м² защищаемой поверхности, затрат на подготовку поверхности и нанесение материалов, трудоемкости работ.

Расход материалов для получения лакокрасочного покрытия большей частью нормируется и рассчитывается по формуле [29]

$$P = \frac{\delta d \cdot 100}{C_0} \cdot K$$

где P — расход лакокрасочного материала на 1 м² защищаемой поверхности; δ — толщина покрытия, мкм; d — плотность покрытия, г/см³; C_0 — сухой остаток, %; K — коэффициент, учитывающий потери лакокрасочного материала при нанесении (обычно $K = 1,1$).

Показатели для расчета технико-экономической эффективности материалов или покрытий

Вторая стадия выбора материала включает анализ результатов проверочных испытаний ранее выбранных материалов и покрытий и сопоставление их параметров и технико-экономических показателей. Соответствующие расчеты производятся по принятым методикам [30, 31].

Эффективность при использовании металлов

Для металлов сопоставляются: скорость коррозии, стоимость, масса, размеры и сложность профиля конструкции, ее назначение (например, реакторы или трубы, постоянно эксплуатируемые или часто сменяемые детали и т. п.).

В отечественной химической промышленности принято сопоставление допустимых скоростей коррозии для аппаратов в зависимости от их назначения [32, с. 11]:

Оборудование	Скорость коррозии, мм/год
Воздуховоды	0,05
Любые аппараты и машины	0,1
Любые аппараты и машины из нелегированных черных металлов	0,2
Менее ценная аппаратура несложной конструкции (емкости, мерники, отстойники) и газоотходы	0,3
Материальные трубопроводы	0,5
Сменные детали (мешалки, детали насосов, вентиляторы, крышки аппаратов)	1,5
Те же детали из чугуна	3,0
Часто сменяемые детали (барботеры, сифоны и т. д.)	6,0

Nelson [33] для сравнения скоростей коррозии различных металлов в химической и нефтяной отраслях промышленности в зависимости от коррозионных условий предлагает довольно наглядную графическую форму. Она складывается из ряда графических ячеек для каждого металла, отражающих скорость коррозии (в условных обозначениях) при той или иной температуре и концентрации среды.

Получив наглядное представление о скорости коррозии переходят к сопоставлению этих данных со стоимостью.

Kolbel [28] предлагает, например, для этого деление металлов на три класса по их стоимости, исходя из цен в США на готовые аппараты:

I класс (высокая стоимость) . . .	Олово, серебро, хастеллой, титан
II класс (средняя стоимость) . . .	Нержавеющие хромоникелевые стали, никель, медь, монель-металл, бронзы, алюминий
III класс (низкая стоимость) . . .	Сталь обычная, чугун, свинец, цинк

Оценка их пригодности, в соответствии со скоростью равномерной коррозии (при точечной коррозии металлы II и III классов не применяются), приведена в табл. 1.8.

Таблица 1.8. Оценка пригодности металлов, исходя из соотношения: скорость коррозии — цена (по Н. Kolbel [28]).

Оценка пригодности	Скорость коррозии металлов, мм/год		
	I класс	II класс	III класс
Пригодны	0,00*—0,08	0,00*—0,13	0,00*—0,23
Условно пригодны	0,08—0,15	0,13—0,30	0,23—0,80
Пригодны только для кратковременного использования	0,15—0,25	0,30—0,50	0,8—1,4
Непригодны	0,25	0,5	1,4

* Значения, близкие к нулю.

На стоимость аппарата из того или иного материала влияют его размеры и сложность конструкции, поэтому стоимость такого аппарата можно определять, сопоставляя ее со стоимостью аппаратуры из обычной стали, принимаемой за единицу. Такие сравнительные данные для некоторых аппаратов представлены ниже [28]:

Аппаратура	Обычная сталь	Хромоникелевая сталь	Сталь гумируемая	Алюминий
Емкости	1,0	4,0	1,7	2,4
Теплообменники	1,0	2,5	—	1,2*
Трубчатые испарители	1,0	3,5	—	—
Центрифуги	1,0	1,5	1,2	—
Вакуум-фильтры (вращающиеся)	1,0	2,5	1,6	—
Циклоны	1,0	2,5	—	1,7
Воздуходувки	1,0	3,5	2,5	2,0

* Для меди, бронзы и латуни — 1,5.

Следует отметить, что использование аппаратуры из таких металлов, как например титан, несмотря на его относительно высокую стоимость, дает 15—40 тыс. руб. экономии на каждую тонну металла, а в производстве азотной кислоты — до 100 тыс. руб./год. Так, срок службы корпуса реактора из нержавеющей стали стоимостью 1,5 тыс. руб. составляет только 6 месяцев, а из титана (стоимость 6 тыс. руб.) — 10 лет [34].

При правильном выборе конструкционного материала уменьшаются убытки, причиняемые коррозией, и на 100—150% увеличивается срок службы конструкции [25].

Эффективность при использовании неметаллических материалов

Выбор неметаллических, более дешевых и легких по сравнению с металлами, материалов в тех случаях, когда это возможно, дает большой экономический эффект: экономии металлов, снижение трудоемкости (в 3—8 раз), себестоимости (в 5—10 раз), капитальных затрат и эксплуатационных расходов. Это определяет преимущества пластмасс по сравнению с металлами, но их выбор может быть сделан только после установления конкурентоспособности этих материалов. Последняя зависит от

следующих показателей: физико-механических и технологических свойств, коэффициентов использования материалов, от трудоемкости обработки, себестоимости, капитальных и приведенных (сумма текущих и единовременных) затрат.

В соответствии с методикой технико-экономических расчетов [30] предлагается следующая формула для подсчета совокупного (в сферах производства, переработки и эксплуатации) коэффициента замены $K_{зам}^c$ традиционных материалов химическими (синтетическими):

$$K_{зам}^c = \frac{d_{\tau} K_{изм} K_{ИМ_{\tau}} T_{\tau}}{d_{\chi} K_{ИМ_{\chi}} T_{\chi}}$$

где d_{τ} и d_{χ} — плотность традиционного и химического материалов, соответственно; $K_{изм}$ — коэффициент изменения конструкции изделия при замене одного материала другим; $K_{ИМ_{\tau}}$ и $K_{ИМ_{\chi}}$ — коэффициенты использования традиционного и химического материалов; T_{τ} и T_{χ} — сроки службы изделий из традиционного и химического материалов.

Наглядным примером экономической эффективности применения пластмасс в машиностроении являются данные, представленные ниже, об экономии металлов [35, с. 135] (в т) при замене их одной тонной пластмассы.

Пластмасса	Чугун	Сталь	Нержавеющая сталь	Алюминий	Медь	Латунь	Бронза
Пресс-порошки фенольные	2,8	3,1	3,6	1,9	—	—	5,6
Стекловолокнит (типа АГ-4)	5,5	6,2	4,4	2,5	—	5,0	5,8
Волокнит	5,0	5,5	—	2,1	—	—	5,9
Древесный пластик	8,9	9,5	—	4,1	—	—	8,3
Поливинилхлорид	—	6,4	7,6	2,4	—	6,5	7,5
Полиэтилен	—	7,2	6,4	—	—	—	7,2
Полуапролактан	9,8	10,2	7,8	3,6	5,2	7,5	12,2

Несмотря на сравнительно высокую стоимость стеклопластиков, их следует считать экономически эффективным материалом химического аппаратостроения, особенно учитывая их прочностные свойства, химическую и термическую стойкость.

Эффективность при использовании покрытий и других методов защиты от коррозии

При выборе способов защиты от коррозии на второй стадии они сопоставляются по срокам службы и защитной эффективности. Например, экономические преимущества катодной защиты были выявлены при сопоставлении стоимости, в пересчете на 1 м² защищаемой поверхности за 1 год, различных способов защиты стальных конструкций от коррозии в морской воде в зоне периодического смачивания [36, с. 232]. Стоимость составила (в руб.):

Катодной защиты	1,44
Покрытия лакокрасочными материалами	2,20
Гуммирования	2,80
Термодиффузионной оцинковки	2,03

В. Л. Винарский [37] для расчета технико-экономической эффективности применения защитных покрытий предложил использовать приведенный коэффициент экономической эффективности антикоррозионного покрытия ($K_{п}$)

$$K_{п} = \frac{1000}{P(S + at_{\tau}M)}$$

где P — средняя масса 1 м² защитного покрытия, кг; S — средняя сметная стоимость 1 м² защитного покрытия, руб; $at_{\tau}M$ — денежное выражение фактических трудозатрат; a — средний разряд работ по антикоррозионной защите (по данным автора он составил 3,0—3,4); t_{τ} — часовая тарифная ставка, соответствующая данному разряду, руб; она умножается на 6,83 — среднюю продолжительность рабочего дня (при сопоставлении с удельными трудозатратами); M — средние трудозатраты при нанесении 1 м² защитного покрытия, человеко-дни; $(S + at_{\tau}M)$ — приведенная стоимость 1 м² защитного покрытия.

Правильно выбранный эффективный метод защиты от коррозии может увеличить срок службы оборудования в условиях воздействия коррозионно-агрессивных сред на 300—500%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тодт Ф. Коррозия и защита от коррозии. Коррозия металлов и сплавов, методы защиты от коррозии. Пер. с нем. Под ред. П. Н. Соколова. М. — Л., «Химия», 1966. 848 с.

2. Жук Н. П. Курс коррозии и защиты металлов. М., «Металлургия», 1968. 408 с.
3. Клинов И. Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы. М., «Машиностроение», 1967. 468 с.
4. Цинман А. И., Кузуб В. С. ЖПХ, 1965, т. 38, № 8, с. 1872—1874.
5. Каскевич Н. М. Строительство трубопроводов, 1965, № 8, с. 21—24.
6. Элик И. П. «Энергомашиностроение», 1966, № 3, с. 34—35.
7. Воробьева Г. Я., Апраксина Л. М. Хим. и нефт. машиностр., 1972, № 9, с. 22—23.
8. Mrowec S., Werber T., Zastawnik M. Corros. Sci., 1966, v. VI, № 2, p. 47—48.
9. Vincent Z. M. Chim. et ind., 1966, v. 95, № 4, p. 611—621.
10. Литвинова Е. И. Коррозия химической аппаратуры. Учебное пособие. Л., ЛТИ им. Ленсовета, 1966. 104 с.
11. Арчаков Ю. И., Гребешкова И. Д. В кн.: Борьба с коррозией в химической и нефтеперерабатывающей промышленности. М., «Машиностроение», 1967, с. 60—69.
12. Галактионова Н. А. Водород в металлах. Изд. 2-е. М., «Металлургия», 1967. 303 с.
13. Скорчеллетти В. В. Теоретическая электрохимия. Изд. 3-е. Л., «Химия», 1969. 608 с.
14. Gräfen H. «Metalloberfläche», 1965, Bd. XIX, № 2, S. 40—46.
15. Колотыркин Я. М., Флорианович Г. М. «Защита металлов», 1965, т. 1, № 1, с. 7—12.
16. Флорианович Г. М. «Защита металлов», 1965, № 2, с. 156—160.
17. Розенфельд И. Д. Коррозия и защита металлов. М., «Металлургия», 1970. 448 с.
18. Улановский И. Б. В кн.: Коррозия и защита конструкционных сплавов. М., «Наука», 1966, с. 72—79.
19. Langlois G., Vincent L. «Corrosion et anticorrosion», 1965, v. XIII, № 4, p. 159—173.
20. Клинов И. Я. и др. Химическое оборудование в коррозионно-стойком исполнении. М., «Машиностроение», 1970. 591 с.
21. Логан Х. Л. Коррозия металлов под напряжением. Пер. с англ. В. А. Алексеева. М., «Металлургия», 1970. 340 с.
22. Уллинг Г. Коррозия металлов. Пер. с англ. Под ред. А. В. Турковской. М., «Металлургия», 1968. 308 с.
23. Мачевская Р. А., Турковская А. В. В кн.: Защитные металлические и оксидные покрытия, коррозия металлов и исследования в области электрохимии. М.—Л., «Наука», 1965, с. 403—409.
24. Тихомиров В. Б. Полимерные покрытия в атомной технике. М., Атомиздат, 1965. 276 с.
25. Garside I. E. Anti-Corros. Meth. and Materials, 1966, № 1, p. 22—25.
26. Динет И. и др. Технический листок. Сер. № 3. Новые материалы и химизация промышленности, № 44, Л., ЦБТИ, 1966.
27. Engelhardt H., Schink A. «Berufsbildung», 1971, Bd. 25, № 4, S. 169—172.
28. Kolbel H., Schulze I. «Werkstoffe und Korrosion», 1966, Bd. 17, № 2, S. 124—136.
29. Маловицкий В. С. Нормирование расхода лакокрасочных материалов. М., «Химия», 1968. 108 с.
30. Методика технико-экономических расчетов химизации народного хозяйства. Под ред. Э. С. Савинского. М., «Химия», 1968. 180 с.
31. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., «Экономика», 1969. 14 с.
32. Удыма П. Г. Борьба с коррозией оборудования в производстве полупродуктов и красителей. М., Госхимиздат, 1957. 159 с.
33. Nelson G. A. Mater. Protection, 1965, № 1, p. 36—42.
34. Титан и его сплавы. В кн.: Технология электротехнического производства. Вып. 16. М., Изд-во «Информстандартэлектр». 1970, с. 39—42.
35. Глаголева Л. А., Рахлин И. В. Экономическая эффективность применения пластмасс в машиностроении. М., «Машиностроение», 1964. 168 с.
36. Фархадов А. А. Катодная защита от коррозии стальных сооружений в морской воде. М., Гостехиздат, 1962. 250 с.
37. Винарский В. Л. Техника защиты от коррозии, 1966, вып. 4 (45), с. 7—9.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ



Ниже приводится классификация металлических конструктивных коррозионных материалов:

1. Железоуглеродистые сплавы — стали и чугуны, различной степени легирования*:

а) углеродистые стали — нелегированные и низколегированные стали, содержащие не более 3,0% легирующих элементов (ЛЭ);

б) среднелегированные, содержащие до 5,5% ЛЭ — теплостойкие стали;

в) высоколегированные (свыше 5,5% ЛЭ) — жаропрочные, нержавеющие и жаростойкие (окалиностойкие) стали;

г) чугуны — литейные сплавы нелегированные, содержащие более 2,0% углерода и легированные.

2. Цветные металлы: алюминий, медь, никель, титан, цинк, олово, свинец, серебро, тантал, их сплавы и другие более редкие металлы.

Углеродистые стали

Структура углеродистых сталей определяется тремя составляющими (фазами): ферритом — твердый раствор углерода в α -железе, цементитом — карбид железа Fe_3C и перлитом — механическая смесь феррита и цементита. Соотношение этих составляющих в стали зависит

от содержания углерода: чем меньше углерода, тем больше феррита, придающего стали вязкость и пластичность; чем больше углерода, тем больше перлита и цементита, увеличивающих твердость и прочность стали, тем лучше она закаливается.

На рис. 2.1 показана зависимость механических свойств стали от содержания углерода и условно соотношение в ней структурных составляющих.

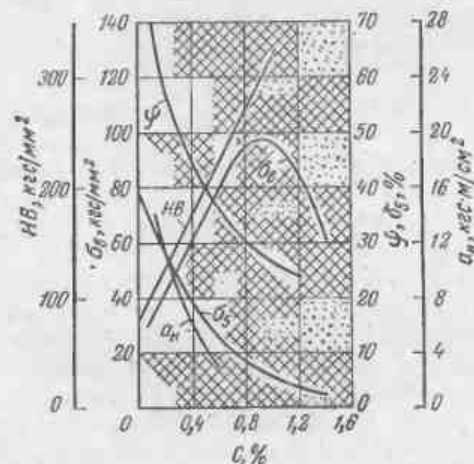


Рис. 2.1. Зависимость механических свойств стали (σ_b , σ_t , σ_s , ψ , НВ) от содержания углерода и преобладания (условно) фаз:

□ — феррита, ▨ — перлита, ▩ — цементита.

Углеродистые стали подразделяются на конструктивные и инструментальные. В химическом машиностроении используют главным образом конструктивные углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380—71) и стали качественные (ГОСТ 1050—60).

Стали углеродистые обыкновенного качества различают по способу выплавки и раскисления: мартеновская (спокойная — сп, кипящая — кп и полуспокойная — пс), бессемеровская и конвертерная.

В зависимости от назначения и гарантируемых характеристик эти стали подразделяются на три группы: А, Б и В.

* Машиностроительные материалы. Краткий справочник под ред. В. М. Раскатова. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1969, с. 11, 70—71, 77—106.

При поставке стали группы А гарантируются механические свойства, группы Б — химический состав, группы В — химический состав и механические свойства.

Стали группы А маркируются порядковыми номерами: Ст0, Ст1, Ст1кп, Ст2, Ст3кп, Ст3пс и сп, Ст4, Ст4кп, Ст5, Ст5пс и сп.

Стали этой группы характеризуются следующими показателями: содержание углерода 0,12—0,25%; временное сопротивление разрыву (σ_b) — от 31 кгс/мм² для Ст0 до 60 кгс/мм² для Ст6; относительное удлинение (δ) от 20—23% до 12—15% (в зависимости от толщины образца).

Стали группы Б маркируются так же, как стали группы А, но с указанием (перед маркой) принадлежности к этой группе, например: БСт0, БСт3кп, БСт5сп и т. д. Предельное содержание углерода в сталях этой группы 0,38—0,49%, прочностные свойства те же, что и у сталей группы А.

В углеродистых сталях третьей группы В соблюдается тот же порядок маркировки, что и группы Б; стоящая перед маркой буква В указывает на принадлежность стали в третьей группе. Например, ВСт3 или ВСт4пс и др. Марки сталей каждой группы с цифрами до 5 могут быть кипящими (кп), полуспокойными (пс) и спокойными (сп); марки сталей с цифрами 5 и выше — только пс и сп.

Из числа углеродистых сталей обыкновенного качества (ГОСТ 380—71) для химического машиностроения используются [1, с. 12—80] стали следующих марок: Ст3, Ст5, ВСт3кп и ВСт5сп. Они могут эксплуатироваться при температурах до ~ 400 °С. Для более высоких температур 400—475 °С рекомендуются углеродистые стали специального назначения для котлостроения и изготовления сосудов, работающих под давлением (ГОСТ 5520—69) марок: 15К и 20К.

Стали углеродистые качественные (машиностроительные) подразделяют на две группы (по содержанию марганца): стали I группы содержат до 0,8% Мп, стали II группы — до 1,2% Мп. В первую группу включаются стали 22 марок с разным содержанием углерода: от $\leq 0,06$ (сталь 05кп) до 0,82—0,90%. Во вторую группу — стали 11 марок с содержанием углерода от 0,12—0,19% (15Г) до 0,67—0,75% (70Г).

В химическом машиностроении применяются, в основном, стали качественные, содержащие до 0,45% С (сталь 40) для рабочих температур до 450 °С, в отдельных случаях — до 475 °С.

Химический состав и механические свойства углеродистых сталей, применяемых [1] в химическом машиностроении, представлены в таблице 2.1.

Структура и свойства нелегированных сталей прежде всего определяются содержанием в них углерода. Влияние углерода на механические свойства стали, а также на коррозионную стойкость зависят и от вида обработки стали. Так, в отожженных сталях это влияние сказывается уже при содержании углерода в стали более 0,3—0,4%. Диаграмма, построенная по данным, приведенным Н. П. Жук [2, с. 261], наглядно иллюстрирует влияние содержания углерода в железоуглеродистых сплавах на их коррозионную стойкость в агрессивных средах (рис. 2.2).

Влияние остальных примесей (марганца, кремния, фосфора и серы) при содержании их не более: 0,6—0,8% (Мп), 0,30—0,35% (Si), 0,04% (P) и 0,02% (S) — несущественно; при более высоком содержании Мп, S, P эти примеси влияют на механическую прочность. Коррозионная стойкость зависит главным образом от содержания серы, вызывающей межкристаллитную коррозию стали, вследствие образования с железом и марганцем сульфидов, выкристаллизовывающихся по границам зерен. При нормальном содержании примесей межкристаллитная коррозия для углеродистых сталей не характерна.

В напряженном состоянии углеродистые стали в некоторых средах, например, в концентрированных растворах и расплавах щелочей, в кипящих водных растворах хлоридов и цианистоводородной кислоты, подвержены коррозионному растрескиванию. Склонность стали к

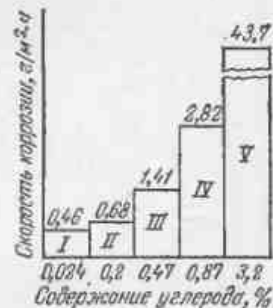


Рис. 2.2. Сравнительные данные о скорости коррозии металлов с различным содержанием углерода в 5%-ной HCl при 25 °С (за 20 ч): I — железо, II — сталь 20, III — сталь 45, IV — сталь 58, V — серый чугун.

Таблица 2.1. Химический состав и механические свойства некоторых углеродистых сталей для химического машиностроения

Марка стали	Содержание элементов, % *					Механические свойства					
	C	Si	Mn	P, S		$\sigma_{0.2}$, кгс/мм ²	$\sigma_{0.1}$, кгс/мм ²	δ_5 , %	δ_{10} , %	ψ , %	НВ, кгс/см ²
				не более	S						
Ст3	0,22		Не регламентируется	0,050	0,055	38—47	22—24	21—23	25—27	—	—
Ст5	0,14—0,22	0,07	То же	0,050	0,055	50—62	26—28	15—17	19—21	—	—
ВСт3кп	0,28—0,37	0,12—0,15	0,30—0,60	0,040	0,05	38	21—24	25	—	—	—
ВСт5кп	0,12—0,20	0,15—0,30	0,35—0,65	0,045	0,045	50	26—28	19	—	—	—
15К	0,16—0,24	0,15—0,30	0,35—0,65	0,040	0,040	38	21—23	25—27	21—23	—	—
20К	0,07—0,14	0,17—0,37	0,35—0,65	0,035	0,040	41	23—25	23—26	19—22	—	—
10	0,17—0,24	0,17—0,37	0,35—0,65	0,040	0,04	34	21	—	31	55	137
20	0,22—0,30	0,17—0,37	0,50—0,80	0,040	0,04	42	25	—	25	55	156
25	0,27—0,35	0,17—0,37	0,50—0,80	0,040	0,04	46	28	—	23	50	170
30	0,32—0,40	0,17—0,37	0,50—0,80	0,040	0,04	50	30	—	21	50	179
35	0,37—0,45	0,17—0,37	0,50—0,80	0,040	0,04	54	32	—	20	45	187
40				0,040	0,04	58	34	—	19	45	217

Примечания: 1. Обозначения механических свойств в этой и нижеследующих таблицах общеприняты: σ_b — предел прочности при растяжении (в кгс/мм²), или временное сопротивление (напряжение, соответствующее максимальной нагрузке, предшествующей разрушению образца); σ_T — предел текучести (в кгс/мм²), — напряжение, при котором остаточная деформация образца достигает 0,2%; δ — относительное удлинение после разрыва (в %). Для образцов с пятикратным отношением длины к диаметру обозначается δ_5 с десятикратным — δ_{10} ; ψ — относительное сужение при разрыве (в %), характеризующее уменьшение площади поперечного сечения образца в месте разрыва; $\sigma_{0.2}$ — ударная вязкость (в кгс·м/см²); НВ — твердость по Бринеллю (в кгс/мм²); 2. Пределы прочности и текучести для углеродистых сталей обобщенного качества даны в зависимости от толщины проката; 3. Значения твердости приведены для качественных углеродистых сталей, горячекатаных.

* Остальное Fe.

растрескиванию повышается при увеличении в ней содержания азота.

Медь улучшает коррозионную стойкость углеродистых сталей; при содержании до 0,5% меди они достаточно стойки на воздухе и в щелочных растворах.

В фосфорной, соляной и других неокисляющих кислотах эти стали сильно корродируют; в окисляющих кислотах коррозия сталей зависит от концентрации кислоты и пассивации сталей в этих кислотах (см. рис. 1.5).

Коррозионностойкие легированные стали

При введении в сталь специальных легирующих элементов улучшаются ее свойства. Низко- и среднелегированные конструкционные стали являются теплостойкими, жаропрочными и жаростойкими; высоколегированные — кроме того и коррозионностойкими.

Легированные стали классифицируются в зависимости от введенных легирующих элементов.

При маркировке стали легирующие элементы условно обозначаются соответствующими буквами: X — хром, Н — никель, М — молибден, Т — титан, Д — медь, С — кремний, Б — ниобий, Г — марганец, Ю — алюминий, В — вольфрам, Ф — ванадий, Р — бор, А* — азот.

Цифра, стоящая после буквенного обозначения легирующего элемента указывает на среднее содержание (в %) данного элемента в сплаве; цифра, стоящая перед первой буквой — содержание (в %) углерода. Например, марки стали 0X13 и 2X13 обозначают: хромистая сталь, содержащая 12—14% хрома и соответственно < 0,08% и 0,16—0,24% углерода.

В химическом машиностроении из числа низко- и среднелегированных сталей в качестве теплостойких применяются [1] кремнемарганцовистые, хромистые и хромомолибденовые (с ванадием и вольфрамом) стали. В частности, стали марок 16ГС; 09Г2С; 12МХ; 12ХМФ; 15ХМ; Х5М; Х5ВФ и другие теплостойкие (~ до 550 °С) и в достаточной степени водородостойкие стали широко используются в нефтехимической промышленности.

* В середине марки — азот; в конце — улучшенная сталь.

Коррозионную стойкость сталей можно повысить введением специальных легирующих элементов, например металлов с более положительным, чем у основного металла, потенциалом, а также легко пассивирующихся металлов. Так, например, при легировании железа хромом можно добиться, чтобы пассивность полученного сплава соответствовала пассивности чистого хрома. При этом происходит не только повышение коррозионной стойкости сплава, но и скачок потенциала от величины, характерной для основного металла, до более положительного значения, свойственного легирующему элементу (или пассивному состоянию сплава). Этот метод легирования используется для получения коррозионностойких сплавов, на поверхности которых в условиях эксплуатации возникает стабильная пассивная пленка.

Известно, что увеличение коррозионной стойкости и потенциала сплава в результате легирования происходит скачкообразно. Обычно это наблюдается при содержании в сплаве $n/8$ атомной доли (где n — целое число от 1 до 7) более стойкого компонента (правило, установленное ранее Тамманом для твердых растворов системы Cu—Au).

Концентрация более стойкого компонента, при которой скачкообразно повышается коррозионная стойкость сплава, получила название границы или порога химической устойчивости сплава.

Для пассивирующих компонентов граница химической устойчивости соответствует, по-видимому, такому содержанию компонента, которое необходимо для образования сплошной и плотной пленки окисла или другого соединения, защищающего всю поверхность сплава от разрушения.

Положение порога устойчивости для одной и той же системы сплавов зависит от характера и агрессивности среды, от наличия примесей в сплаве и от состояния его поверхности. Поэтому один и тот же сплав может иметь несколько порогов устойчивости. Так, для хромистых сталей первый порог устойчивости, соответствующий содержанию 12,5% хрома ($\sim 1/8$ атомной доли), обеспечивает стойкость их в холодной разбавленной азотной кислоте; повышение содержания хрома до $\sim 25\%$ соответствует второму порогу устойчивости, при котором сталь оказывается стойкой даже в кипящей азотной кислоте.

Дальнейшего повышения коррозионной стойкости сплавов можно достигнуть дополнительным легированием их, наряду с хромом и другими элементами, например, никелем, а также увеличением содержания этих элементов в сплаве.

Кроме того, для повышения коррозионной стойкости легированного сплава в него дополнительно вводят так называемые катодные легирующие добавки: платину, палладий и др. (0,5—1,0%), которые образуют на поверхности сплава мельчайшие катодные участки, вызывая анодную пассивацию и сдвигают потенциал сплава в область пассивной устойчивости. Действие катодных присадок менее благородных металлов, например, меди, молибдена и других (3—4%), заключается в том, что они заполняют поры пассивной пленки, увеличивая ее защитное действие.

Все высоколегированные стали (ГОСТ 5632—72) классифицируются по свойствам и по структуре.

Классификация высоколегированных сталей по свойствам:

I группа — коррозионностойкие (нержавеющие) стали, стойкие к атмосферной, почвенной, щелочной, кислотной, солевой и другим видам электрохимической коррозии;

II группа — жаростойкие (окалиностойкие) стали, работающие в слабонагруженном состоянии; стойкие в газовых средах при температуре выше 550 °С;

III группа — жаропрочные стали, работающие в нагруженном состоянии в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной окалиностойкостью.

Классификация высоколегированных сталей по структуре:

Основные классы

- I — стали мартенситной структуры;
- II — стали ферритной структуры;
- III — стали аустенитной структуры.

Промежуточные классы

- IV — стали мартенсито-ферритной структуры;
- V — стали аустенито-ферритной структуры;
- VI — стали аустенито-мартенситной структуры.

В химическом машиностроении наиболее широко используются хромистые, хромоникелевые и хромоникель-молибденовые, а также специальные высоколегированные стали I группы.

Ниже приводятся возможные области применения высоколегированных сталей различных марок, относящихся к I группе:

Стали	Назначение
0X13; 1X13; 2X13; 3X13; 4X13; X14; 2X13H4Г9; X14Г14Н; 1X13H3	Для работы в слабоагрессивных средах при температурах не выше 30 °С (водные растворы солей, азотная и некоторые органические кислоты невысоких концентраций, пищевые среды), а также в условиях действия пресной воды, пара, воздуха
1X17H2; 2X17H2; X17; 0X17T; X25T; X15H9Ю; X17H7Ю; 1X21H5T; 00X18H10; 0X18H10; X18H9; 2X18H9; 0X18H10T; X18H10T; 000X18H11; 0X18H11; 0X18H12T; X18H12T; 0X18H12B; X28AH; X18H9T; X17Г9АН4; X17AG14; 0X10H20T2; X16H15M3B	Для работы в среднеагрессивных средах — азотная кислота, органические кислоты (за исключением уксусной, муравьиной, молочной, щавелевой); в большинстве растворов солей органических и неорганических кислот при различных температурах и концентрациях
0X21H6M2T; X17H13M2T; 0X17H16M3T	Для работы в средах повышенной агрессивности, в частности, в органических кислотах: муравьиной, уксусной, молочной, щавелевой (не выше 5%) и др., а также в фосфорной (до 38% P ₂ O ₅), содержащей фтористые соединения, в серной кислоте с примесью серной (до 1%), кремнефтористоводородной кислоте (до 10%) при температурах не выше 40 °С
0X23H28M2T	Для работы в растворах серной кислоты низких концентраций (до 20%) при температуре до 60 °С, в фосфорной кислоте, содержащей фтористые соединения, и других высокоагрессивных средах

Стали

0X23H28M3ДЗТ

Назначение

Для работы в серной кислоте всех концентраций при температуре не выше 80 °С, в фосфорной кислоте (32—50% P₂O₅), содержащей фтористые соединения; в кремнефтористоводородной кислоте повышенных концентраций (до 25%) при температуре не выше 70 °С



Хромистые стали

Хром является основным легирующим элементом железоуглеродистых сплавов; это объясняется дешевизной и доступностью, а также способностью его к пассивации. Граница устойчивости железохромистых сплавов соответствует содержанию хрома в сплаве от 11 до 14% (в зависимости от вида агрессивной среды). Стали с таким содержанием хрома называются нержавеющей. Для сталей с содержанием хрома 12—14% особое значение имеет углерод, который образует с хромом карбиды; при этом уменьшается содержание углерода в твердом растворе. Для хромистых сталей, содержащих 17% и выше хрома, влияние углерода несколько меньше, так как несмотря на связывание части хрома в карбиды количество его в сплаве остается достаточно высоким (более 12%).

Образование карбидов хрома, обусловленное фазовыми превращениями, происходящими при нагревании или охлаждении стали, протекает на границах зерен. Это приводит к ослаблению связи между зернами и к обеднению пограничных зон хромом до такого содержания, при котором теряется присущая стали коррозионная стойкость; агрессивная среда начинает проникать в глубь металла, в результате чего возникает межкристаллитная коррозия.

Этот вид коррозии в той или иной степени присущ всем легированным сталям. Уменьшить склонность хромистой стали к межкристаллитной коррозии можно снижением содержания углерода, введением карбидообразующих элементов (титана или ниобия), повторной термической обработкой готовых изделий (после сварки).

Для хромистых сталей, содержащих 17, 25, 28% хрома, тоже характерна большая склонность к

межкристаллитной коррозии главным образом в зонах сварных соединений или на основном металле после высокотемпературного нагрева и быстрого последующего охлаждения. Наибольшую стойкость к общей и межкристаллитной коррозии эти стали приобретают после повторного отжига при 760—780 °С, который можно осуществить только для малогабаритных изделий. При введении в эти стали титана или ниобия также повышается их сопротивляемость межкристаллитной коррозии.

Ниже приводится характеристика хромистых сталей в зависимости от содержания в них хрома.

1. Стали с 12—14% хрома при различном содержании углерода от 0,08 до 0,45%, типа X13 (0X13, 1X13, 2X13, 3X13, 4X13). С повышением содержания углерода свариваемость этих сталей ухудшается. Для устранения хрупкости после сварки рекомендуется отжиг при температуре около 800 °С. Стали 4X13 применяют чаще как инструментальные, а не конструкционные, так как при содержании 0,4% углерода в процессе нагревания содержание хрома может снизиться до 9% (менее $n/8$ доли) вследствие связывания его в карбиды; при этом сталь теряет свои нержавеющие свойства.

Стали этой группы поставляются в виде сортового металла, тонкого и толстого листа и только в отожженном состоянии.

2. Стали, содержащие 16—18% хрома (X17, 0X17T); они более химически стойки, чем стали, содержащие 12—14% хрома. Отожженные стали достаточно пластичны (прокатываются и штампуются). Но после сварки в зонах термического воздействия ударная вязкость снижается [3]. При введении титана улучшаются механические свойства и исключается возможность межкристаллитной коррозии при соотношении титана к углероду ≥ 7 .

Стали этой группы поставляются только в виде сортового металла, тонкого и толстого листа и труб.

3. Стали, содержащие 25—28% хрома (X25T, X28, X28AN) и немного (до 0,1%) углерода, имеют ферритную однофазную структуру и не поддаются закалке. Вследствие высокого содержания хрома эти стали обладают хорошей окалиностойкостью до 1100 °С, но при нагревании выше 850 °С наблюдается склонность к росту зерен; в результате образования крупнозернистой структуры пластические свойства стали резко снижаются. При

Таблица 2.2. Физические и механические свойства хромистых сталей

Марка стали	$d, r / \text{см}$	$\alpha_{20-100} \cdot 10^6 / ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{ кал/см} \cdot \text{с} \cdot ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$	Сортовая					Структура стали (класс)
					$\sigma_{\text{т}}, \text{ кгс/мм}^2$	$\delta, \%$	$\psi, \%$	$H_B, \text{ кгс/мм}^2$		
0X13 (ЭИ496)	7,7	10,5	0,07	0,52	42	20	60	116—179	Ферритная (II) Мартенсито-ферритная	
1X13 (ЭЖ1)	7,7	9,7	0,07	0,53	42	20	60	121—187		
2X13 (ЭЖ2)	7,7	10,1	0,053 (при 100 °С)	0,64	45	16	55	126—197	Мартенситная (I) То же	
3X13 (ЭЖ3)	7,76	11,0	0,060 (при 100 °С)	0,52	—	15	—	131—207		
4X13* (ЭЖ4)	7,68	10,3	0,069 (при 100 °С)	0,59	60	19	—	143—229	Полуферритная Ферритная (II) Мартенситная (I) То же	
X17 (ЭЖ17)	7,75	10,4	0,06	0,56	25	20	50	126—197		
0X17T (ЭИ645)	7,7	10,0	0,06	0,60	—	18	—	—	Ферритная (II) Мартенситная (I) То же	
1X17H2 (ЭИ268)	7,75	10,3	0,06	0,72	85	10	30	286		
X25T (ЭИ439)	7,6	10,0	0,04	0,70	30	20	45	—	Ферритная (II) То же	
X28 (ЭИ349)	7,6	10,0	0,04	0,70	30	20	45	—		

Примечание: Обозначения физических свойств в этой и нижеследующих таблицах общеприняты: α — плотность; λ — теплопроводность; ρ — коэффициент линейного расширения в интервале температур от 20 до 100 °С; ρ — удельное электрическое сопротивление.

* Механические свойства для арматуры (ГОСТ 5562—01).

содержании углерода менее 0,10% стали этой группы можно сваривать, но затем требуется отжиг для снятия напряжений [3, 4].

Коррозионная стойкость хромистых сталей обусловлена их способностью к пассивации, поэтому большое значение имеют правильные условия их эксплуатации, определяющие устойчивость пассивного состояния. Хромистые стали, находящиеся в напряженном состоянии в морской воде, в растворах хлорида натрия, перекиси водорода, а также во влажном сероводороде, подвержены коррозионному растрескиванию.

Данные о физических и механических свойствах хромистых сталей приведены в табл. 2.2.

По американской номенклатуре (AISI) хромистые стали, соответствующие отечественным маркам сталей, выпускают под марками серии «400»: 403, 420, 430, 440, 442, 446 и др.

В ФРГ марки хромистых сталей обозначаются: X15Cr13 (соответствует отечественной стали 2X13), X40Cr13 (4X13), X8Cr17 (X17) и др.

Хромоникелевые стали аустенитной структуры

Никель — второй по значимости легирующий элемент, при введении которого повышается коррозионная стойкость стали и одновременно улучшается механическая прочность, пластичность, а также способность к сварке. Поэтому хромоникелевые стали более «технологичны», чем хромистые, и классифицируются как стали высокой коррозионной стойкости в агрессивных средах. Кроме того, эти стали характеризуются более высоким по сравнению с хромистыми сталями сопротивлением ползучести.

Из хромоникелевых сталей наиболее широкое распространение для химического аппарато- и машиностроения получили стали, содержащие 17—19% Cr и 8—10% Ni (тип 18—8): X18Ni9T, X18Ni10, 0X18Ni10 и др.

В США стали такого типа выпускают под марками серии «300»: 302, 304, 316, 317, 321, 347 (последние четыре марки с дополнительными добавками молибдена и других легирующих элементов), в ФРГ — под марками X5CrNi189, X10CrNiTi189 и X10CrNiNb189.

Склонность хромоникелевых сплавов к межкристаллитной коррозии проявляется при длительном нагревании или отпуске (повторном нагревании) закаленной стали в интервале температур 500—800 °С, особенно при 600—650 °С (см. рис. 1.3). Максимальная межкристаллитная коррозия для стали типа 18—8 при содержании 0,08% углерода соответствует 100-часовой выдержке при 650 °С [5, с. 165]. Межкристаллитная коррозия аустенитных коррозионностойких сталей является функцией размера зерна. По данным В. Л. Чигал [6] по мере увеличения размера зерен возрастает плотность карбидов хрома на поверхности их раздела и коррозионная стойкость стали уменьшается.

Глубина межкристаллитной коррозии влияет не только на изменение прочности хромоникелевой стали (18—8), но и ее потенциала: если, например, при равномерной поверхностной коррозии потенциал уменьшается на 50 мВ, то при межкристаллитной коррозии — на 150 мВ [7].

Ослабить подверженность хромоникелевой стали межкристаллитной коррозии, как и в случае хромистых сталей, можно введением в их состав карбидообразующих элементов: титана или ниобия, термической обработкой полуфабрикатов или готовых изделий с последующей (при возможности) закалкой на аустенит при 1000—1100 °С, а также снижением содержания углерода до 0,020% (см. рис. 1.3). С этой целью разработаны и внедряются [8, с. 129; 9; 10] низкоуглеродистые аустенитные стали типа 000X18Ni11 (ЭП1550), содержащие ≤ 0,03% (0,026%) углерода. Эти стали обладают повышенным сопротивлением не только к межкристаллитной и ножевой коррозии, но и к общей коррозии, особенно в окислительных средах, что в равной мере относится как к основному металлу, так и к сварным соединениям [8]. Коррозионная стойкость низкоуглеродистых аустенитных сталей, примерно, в 15 раз выше, чем стали 0X18Ni10T [9]. В них отсутствуют карбидные включения и поэтому они обладают высокими пластичными свойствами.

К недостаткам хромоникелевых сталей следует также отнести характерную для пассивирующихся металлов подверженность точечной (и щелевой) коррозии в растворах, содержащих ионы хлора и окислитель.

Точечная коррозия носит локальный характер и вызывается местными нарушениями сплошности пассивной

пленки, которые можно рассматривать или как результат увеличения концентрации раствора на отдельных участках поверхности металла, или как следствие адсорбционного вытеснения ионов кислорода из пассивной пленки ионами хлора. Вследствие гетерогенности поверхности металл всегда растворяется неравномерно. Это создает различие в концентрации ионов хлора у поверхности металла, что и вызывает депассивацию и локализацию коррозионного тока. Поэтому наличие в металле неметаллических включений, участков с окалиной, раковин, трещин, остатков ржавчины и т. п. не только способствует развитию точечной коррозии, но подчас и вызывает ее.

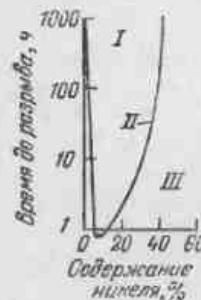


Рис. 2.3. Влияние содержания никеля в легированной стали (18—20% хрома) на чувствительность к коррозионному растрескиванию под напряжением в кипящем 42%-ном $MgCl_2$: I—область растрескивания, II—кривая наименьшего времени до растрескивания, III—область, в которой растрескивание не наблюдается [11, с. 150].

морской воде для этих сталей в 10 раз меньше (0,18 мм/год) чем для сталей X17 и X18N9 (1,75 мм/год).

За последние годы широко используются стали экономолегированные никелем со свойствами, близкими к свойствам сталей типа 18—8 и стали с молибденом [3, 13—16].

В некоторых средах аустенитные нержавеющие стали подвержены коррозионному растрескиванию под напряжением. Чаще всего это наблюдается в водных растворах хлоридов ($MgCl_2$, $CaCl_2$) и иногда щелочах при высоких температурах [11, с. 130—141]. Чувствительность аустенитных сталей к растрескиванию под напряжением (рис. 2.3) резко снижается при увеличении содержания в них никеля от 30 до 40% [8, 11].

При добавлении в стали типа 18—8, например, в стали X17N13M2T (X18N12M2T) и X17N13M3T (X18N12M3) 3—4% молибдена повышается стойкость к точечной и щелевой [12] коррозии, а также общая коррозионная стойкость в органических кислотах, в восстановительных и других средах. Так, например, скорость точечной коррозии в

В результате изменения соотношения ферритной и аустенитной фаз в хромоникелевых сталях типа X21, оказалось возможным получить двухфазные нержавеющие стали феррито-аустенитной структуры с пониженным содержанием никеля: 0X21N5T, X21N5T, 0X22N5T, 0X21N6M2T. Эти стали, выпускаемые отечественной промышленностью, известны как кислотостойкие (ГОСТ 5632—72).

Для получения сталей с пониженным содержанием никеля использовались также добавки марганца и азота, которые наряду с никелем и углеродом способны расширять область аустенитной фазы в высокохромистых сталях [13, 17].

Были разработаны нержавеющие стали аустенитной структуры с повышенным содержанием марганца марок X14Г14Н3Т, X14Г14Н, а также стали с добавками азота марок X17Г9АН2 и X17АГ14. Стали перечисленных марок включены в ГОСТ 5632—72 на нержавеющие стали.

Нержавеющие кислотостойкие стали всех описанных марок выпускаются в виде тонкого и толстого листов, сортового профиля, а стали некоторых марок в виде проволоки и труб разного диаметра.

В табл. 2.3 приведены физические и механические свойства нержавеющих кислотостойких сталей.

Кроме перечисленных в табл. 2.3 нержавеющих сталей при требовании повышенной прочности используют стали переходного класса аустенито-мартенситной структуры X15N9Ю (ЭИ904) и X17N7Ю (ЭИ973).

В результате дополнительного (двойного) отпуска после закалки, обработки холодом или пластической деформации эти стали претерпевают структурное (мартенситное) превращение.

Нержавеющие хромоникелевые кислотостойкие стали, стойкие во многих агрессивных средах, характеризуются низкой коррозионной стойкостью в неокислительных кислотах. В связи с этим были разработаны специальные стали [8, 13, 18, 19] с повышенным содержанием никеля, хрома и дополнительно легированные медью, резко повышающей коррозионную стойкость хромоникелемолибденовых сталей в серной кислоте (рис. 2.4).

Сравнительная стойкость легированных сталей различных марок в серной кислоте показана на рис. 2.5.

Таблица 2.2. Физические и механические свойства кислотостойких сталей

Марка стали	d, т/см ³	$\sigma_{20}^{100-10^5}$, МПа	$\sigma_{100}^{100-10^5}$, МПа	$\sigma_{0.2}^{100-10^5}$, МПа	$\sigma_{0.01}^{100-10^5}$, МПа	K _{ИХ} , МПа ^{0.5}	$\sigma_{0.01}^{100-10^5}$, МПа	K _{ИХ} , МПа ^{0.5}	Тонколистовая		Сортамент, не менее				Структура стали (класс)
									$\sigma_{0.01}$, МПа	$\sigma_{0.2}$, МПа	$\sigma_{0.01}$, МПа	$\sigma_{0.2}$, МПа	К _{ИХ} , МПа ^{0.5}	К _{ИХ} , МПа ^{0.5}	
X18H9 (X18H9, ЭЯ1)	7,92	15,5	0,038	0,71	55	35	50	20	45	55	Аустенитная (III) То же				
0X18H10 (ЭЯ0)	7,85	16,5	0,04	0,8	52	45	48	20	40	55	То же				
00X18H10 (ЭИ842)	7,80	16,0	0,035	0,73	50	45	45	16	40	20	То же				
X18H9T (ЭЯ1T)	7,9	17,9	0,052	1,05	52	35	55	20	40	55	То же				
X18H10T (18H9T)	7,9	16,6	0,039	0,76	54	40	52	20	40	55	То же				
0X18H10T (ЭИ914)	7,85	16,5	0,04	0,8	52	35	52	20	40	55	То же				
000X18H11 (ЭИ550)	—	—	—	—	54	40	50	17	50	60	То же				
0X18H12B (ЭИ402)	—	—	—	—	65	20	55	18	40	55	То же				
0X21H5T — 0X22H5T (ЭП53)	7,8	10,2	0,04	—	65	20	55	35	25	40	Аустенитно-ферритная (V) То же				
1X21H5T (ЭИ811)	7,8	9,6	0,04	—	65	18	60	35	20	46	То же				
X14T14H3T (ЭИ711)	7,8	16,0	0,0358	—	70	35	65	25	35	50	Аустенитная (III) То же				
X17Г9АН4 (ЭИ878)	—	15,9	—	—	70	40	35	35	40	55	То же				
X17H13M2T (ЭИ448)	—	—	—	—	54	35	52	22	40	55	То же				
X17H13M3T (ЭИ442)	—	—	—	—	54	35	50	20	35	45	То же				
0X21H6M2T (ЭП54)	7,7	9,5	0,03	—	70	18	65	35	20	40	Аустенитно-ферритная (V) То же				
0X23H28M2T (ЭИ628)	7,86	10,95	0,0388	—	—	—	55	25	35	40	Аустенитная (III) То же				
0X23H28M3Д3Т (ЭИ943)	7,96	10,9	0,032	—	—	—	50	20	35	40	То же				

Из стали 0X23H28M2T (ЭИ628) изготавливается аппаратура, предназначенная для производства экстракционной фосфорной кислоты, содержащей примеси серной и фтористоводородной кислот, из стали 0X23H28M3Д3Т (ЭИ943) — аппаратура, в которой может находиться серная кислота любой концентрации при температурах до 80 °С.

Недостатком сталей этого типа является относительно большая склонность к межкристаллитной коррозии, зависящей от режимов термической обработки и содержания в них углерода и титана.

Сталь 0X23H28M2T в меньшей степени, чем сталь 0X23H28M3Д3Т, подвергается коррозии под напряжением и коррозионному растрескиванию под влиянием одновременного действия среды и остаточных напряжений в металле.

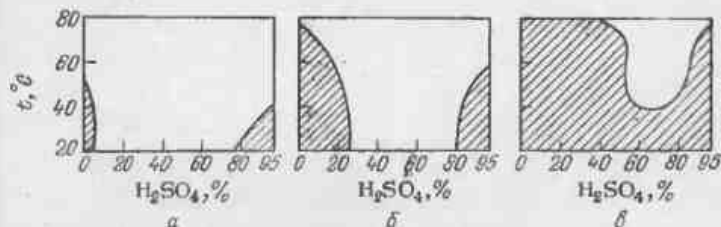


Рис. 2.5. Стойкость хромоникелевых сталей различных марок в серной кислоте при температурах от 20 до 80 °С (заштрихованная площадь на рисунке соответствует скорости коррозии менее 0,1 мм/год).

а — сталь X18H9; б — сталь X18H12M2; в — сталь X18H18M2Д2.

Высоколегированные сплавы аналогичного состава выпускаются за рубежом под марками: дюримет 20 (серия сплавов: элойко, вортайт, эйзонит, SN), карпентер 20, нйонель и др. Химический состав этих сталей, а также

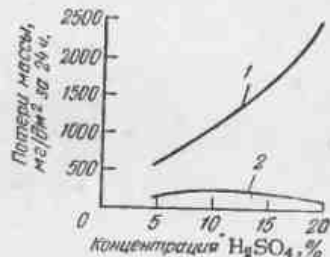


Рис. 2.4. Влияние содержания меди в стали типа 18-8 на ее стойкость в серной кислоте:

1 — Cu=0%; 2 — Cu=2,45%.

физические и механические характеристики достаточно полно освещены в литературе [20—23].

Несколько более экономична новая деформируемая аустенитная сталь, содержащая кремний 00X18H20C3M3D3B [24]. Она рекомендуется для сильно агрессивных сред, в том числе и для серной кислоты вместо стали 0X23H28M3D3T. Для фосфорной кислоты применяется малоуглеродистая коррозионностойкая сталь 00X21H21H4B. Она рекомендуется для любой концентрации фосфорной кислоты при температуре 90 °С.

Чугуны

Нелегированные чугуны

Чугуны, так же как стали, представляют собой железоуглеродистые сплавы литейные и со значительно большим (2,5—4,0%) содержанием углерода. Чугуны подразделяются на два класса: белые (не содержащие графита) и серые (содержащие графит).

Структура и свойства серых чугунов, широко используемых в машиностроении, определяются размерами, формой и расположением в них графита. По действующим стандартам различают три группы серых чугунов: обыкновенный литейный, модифицированный и высокопрочный. Металлическая основа у них перлитная или ферритная, иногда смешанная (перлитно-ферритная и наоборот).

К первой группе относится серый чугун, содержащий пластинчатый графит, марок СЧ 24—44, СЧ 28—48 и др. (ГОСТ 1412—70); чаще всего чугуны этих марок используются в химическом аппарато- и машиностроении; из серого чугуна отливают цилиндры и корпуса насосов, рамы, станины, запорную и соединительную арматуру (ГОСТ 3443—57), трубы, сосуды (ГОСТ 1866—57).

Обыкновенный литейный серый чугун представляет собой хрупкий непластичный материал, характеризующийся очень низкой ударной вязкостью. Плотность d серых чугунов колеблется от 7,0 до 7,6 г/см³, коэффициент линейного расширения α составляет $(10—12) \times 10^{-6}$, теплопроводность $\lambda = 0,12—0,15$ кал/(см·с·°С), удельное электрическое сопротивление $\rho = 0,45—1,20$ (Ом·мм²)/м.

По коррозионной стойкости серые чугуны несколько уступают углеродистым сталям вследствие высокого содержания углерода, что вызывает электрохимическую неоднородность.

Ковкие чугуны (КЧ) более технологичны, а высокопрочные чугуны с шаровидным графитом (ВЧ) обладают улучшенными прочностными характеристиками и пластичностью по сравнению с серыми чугунами.

В табл. 2.4 приведен химический состав и механические свойства серых чугунов, предназначенных для ответственного машиностроительного литья, а также ковких и высокопрочных чугунов.

Таблица 2.4. Химический состав и механические свойства чугунов некоторых марок

Марка чугуна	Содержание элементов *, %			σ_b , кгс/мм ²	σ_T , кгс/мм ²	σ_{H^*} , кгс/мм ²	δ , %	НВ, кгс/мм ²
	C	Si	Mn					
СЧ 24-44	2,9—3,2	1,2—1,6	0,8—1,2	24	—	44	—	170—241
СЧ 28-48	2,8—3,1	1,1—1,5	0,8—1,2	28	—	48	—	170—241
СЧ 32-52	2,7—3,0	1,1—1,5	0,8—1,2	32	—	52	—	187—255
КЧ 30-6	2,7—3,1	0,7—1,1	—	30	—	—	6	163
КЧ 40-3	2,8—3,2	0,7—1,1	—	40	—	—	3	201
ВЧ 45-5	3,3—3,5	3,0—3,5	≤ 0,6	45	33	—	5	170—207
ВЧ 60-2	2,9—3,4	1,4—2,5	0,6—0,8	60	42	—	2	197—269

Примечание. Цифры в марках литейных чугунов означают σ_b и σ_H (сопротивление нагибу) соответственно; в марках ковких и высокопрочных чугунов — σ_b и δ .

* Остальное железо.

Легированные чугуны

В зависимости от вида легирующего элемента и его содержания различают низко-, средне- и высоколегированные чугуны: никелевые (2—5% Ni), хромистые (26—30% Cr), алюминийевые (чугаль); высококремнистые (ферросилиды); кремнемолибденовые («антихлоры»); хромоникелемедистые (нирезист); хромоникелекремнистые (никросилал) и некоторые другие [22, с. 85—87; 23; 25, т. 2].

Наибольшее распространение получили ферросилиды двух марок — С15 и С17, выпускаемые отечественной

промышленностью в виде отливок (ГОСТ 2233—70). Плотность d ферросилидов составляет 6,8—6,9 г/см³, коэффициент линейного расширения α равен $3,6 \cdot 10^{-6}$, а теплопроводность λ — 0,125 кал/(см·с·°С).

Структура сплавов Fe—Si—C включает несколько фаз: кремнистый феррит, графит и твердые железокремнистые соединения типа Fe₃Si₂, которые придают сплаву повышенную твердость и хрупкость, увеличивающуюся с возрастанием содержания кремния. Сплавы, содержащие более 18% кремния, настолько хрупки, что практического применения не имеют. На поверхности ферросилидов образуется защитная пленка, поэтому они обладают высокой коррозионной стойкостью в горячих растворах серной, фосфорной, азотной, хромовой кислот, в холодной разбавленной соляной кислоте, а также в органических кислотах. В щелочах и в плавиковой кислоте ферросилиды нестойки.

При введении в состав кремнистых чугунов 3—4% молибдена коррозионная стойкость их значительно увеличивается, особенно в растворах соляной кислоты. Кремнемолибденовые сплавы, называемые «антихлорами», являются наряду с ферросилидами особо коррозионностойкими сплавами. По технологическим свойствам сплав «антихлор» (МФ-15) несколько превосходит ферросилид, но литье, обработка, монтаж и эксплуатация этих сплавов производятся в одинаковых условиях.

В Советском Союзе из ферросилида и «антихлора» выпускают трубы, фасонные детали и фланцы к ним (ГОСТ 203—41).

Очень ценным материалом для оборудования, работающего в условиях воздействия коррозионных сред, при повышенных температурах и в условиях сильного износа являются хромистые чугуны марок Х28Л и Х34Л.

Химический состав и механические свойства хромистых чугунов (по ГОСТ 2176—67) и ферросилидов представлены в табл. 2.5.

Качество хромистых чугунов может быть улучшено при введении в их состав различных присадок. Так, кремний способствует повышению окалиностойкости и улучшению механических свойств, титан — улучшению структуры (мелкокристаллическая), медь — повышению коррозионной стойкости в восстановительных средах.

Таблица 2.5. Химический состав и механические свойства легированных чугунов отечественных и некоторых зарубежных марок

Марка чугуна	Содержание элементов *, %						$\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²	$\sigma_{0,1}$, кгс/мм ²	$\sigma_{0,01}$, кгс/мм ²	$\sigma_{0,001}$, кгс/мм ²	НВ, кгс/мм ²
	C	Si	Mn	Cr (или другие)	S, P						
					S	P					
Хромистые Х28Л Х34Л	0,5—1,0	0,5—1,3	0,5—0,8	25—30	0,08	0,10	35	55	220—270		
	1,5—2,2	1,3—1,7	0,5—0,8	32—36	0,10	0,10	40	60	250—320		
Кремнистые С15 С17 МФ-15	0,5—0,8	14,5—16,0	0,3—0,8	—	0,10	0,07	6—8	17	300—400		
	0,3—0,8	16,0—18,0	0,3—0,8	—	0,10	0,07	—	14	400—460		
	0,5—0,6	15,0—16,0	0,3—0,5	Mo=3,5—4,0	—	0,06	5,9—7,5	17—20	400—500		
Термосилд (ФРГ)	0,5—0,7	14,0—18,0	0,3—0,7	—	0,05—0,1	0,05	—	—	—		
Никросила (США)	1,8—2,0	5,0—7,0	0,5—1,0	1,8—5,0 Ni=16—20	0,12	0,12	—	—	—		
Нирезист (США)	2,5—3,0	1,5—3,0	0,5—1,2	1,5—4,0 Ni=14—17	0,03	0,08	—	—	—		

* Остальное Fe.

Из легированных чугунов остальных типов следует упомянуть алюминиевый чугун (чугаль), обладающий высокой окалиностойкостью и повышенной прочностью при высоких температурах, коррозионностойкие хромоникелевые чугуны, а также нирезист и никросилал, распространенные за рубежом (см. табл. 2.5).

Цветные металлы и сплавы

Коррозионная стойкость цветных металлов и сплавов на их основе зависит от положения металла в периодической системе, электродного потенциала и способности к пассивации; механические свойства зависят от состава сплава, структуры и вида обработки.

Условные обозначения элементов, принятые для цветных металлов и сплавов, в отличие от сталей, соответствуют их русскому названию: М — медь, К — кремний, А — алюминий, Н — никель, С — свинец, Мц — марганец, Мг — магний, О — олово, Б — бериллий и т. д.

Алюминий и сплавы на его основе

Алюминий — легкий, малопрочный и пластичный материал, отличающийся высокой электропроводностью и теплопроводностью. Алюминий имеет отрицательный потенциал $\varphi_{Al} = -1,66$ В.

Этот металл обладает высокой способностью к самопассивации в окислительных средах с образованием прочной непроницаемой защитной окисной пленки Al_2O_3 . Поэтому алюминий стоек в концентрированной азотной и серной кислотах, в воде и водных растворах солей, во влажных газах, при pH растворов от 4 до 9. Щелочные растворы с $pH > 9$ сильно разрушают алюминий с образованием растворимых алюминатов. Стойкость алюминия в серной кислоте изменяется в зависимости от ее концентрации и температуры. Для алюминия характерна стойкость во многих органических кислотах; это свойство алюминия учитывается при использовании алюминиевого оборудования в соответствующих производствах. В кислотах, не обладающих окислительными свойствами, алюминий нестойк.

На рис. 2.6 представлены кривые, характеризующие стойкость алюминия в серной и азотной кислотах.

Если в кислотах коррозия алюминия равномерная, то в нейтральных растворах она имеет местный характер, нередко вызывая сквозные разрушения. Это связано с неравномерностью окисной пленки или аэрации и распределения кислорода на поверхности алюминия.

Коррозионная стойкость алюминия в значительной степени зависит от его чистоты, особенно вредны примеси железа и меди. Различают алюминий высокой чистоты (АВ), содержащий от 99,996% Al (АВ0000) до

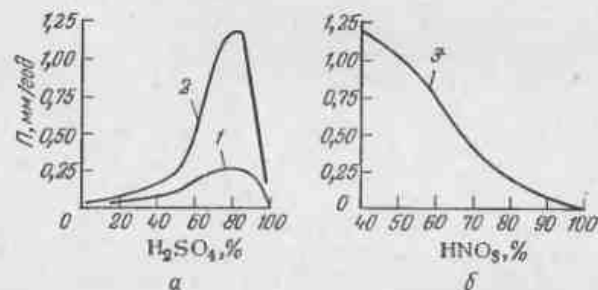


Рис. 2.6. Коррозия алюминия в различных кислотах: а — H₂SO₄ (за 24 ч); б — HNO₃ (за 90 ч); 1, 3 — при 20 °С; 2 — при 50 °С.

99,93% Al (АВ0) и технический алюминий (А), содержащий от 0,3% (А00) до 2% (А3) примесей*.

Алюминиевые сплавы литейные и деформируемые содержат медь, магний, марганец, кремний и другие металлы. По механическим свойствам предпочтительнее сплавы с медью, а по коррозионной стойкости — с кремнием. Достаточно высокими механическими свойствами и хорошей коррозионной стойкостью обладают сплавы с магнием.

Из литейных сплавов наиболее широко известны сплавы с кремнием АЛ4, АЛ4В и сплавы с магнием АЛ8, АЛ13, а также силумины с несколько большим содержанием кремния (10—13%) СИЛ-1, СИЛ-2. Эти сплавы более стойки в коррозионноактивных средах (особенно в азотной кислоте), чем чистый алюминий.

* В ГОСТ 11069—64 на алюминий первичный чистота алюминия (в %) указывается при написании марки, например, А-995 (99,995% Al), А-95 (99,95% Al) и т. д.

Поэтому, например, сплавы АЛ4 и АЛ4В предназначаются для изготовления деталей, работающих в контакте с коррозионноактивными средами. Широко известны деформируемые сплавы алюминия с медью и небольшими добавками кремния, магния, марганца и никеля: так называемый дюралюминий (Д1, Д16) и сплавы АМг и АМг-6 — алюмомагниевого, с содержанием 1—6% магния. По коррозионной стойкости дюралюминий значительно уступает чистому алюминию, особенно после термической обработки.

Сплавы алюминия применяют для изготовления сварных деталей, трубопроводов, емкостей и других мало- или средненагруженных деталей и изделий. Технический алюминий марок АД1 и АД (деформируемый) применяется для изготовления элементов конструкций и деталей, не несущих нагрузки, но пластичных и коррозионностойких.

Литейные сплавы АЛ8 и АЛ13 могут быть использованы для изготовления изделий и деталей, несущих высокие (АЛ8) и средние (АЛ13) статические и ударные нагрузки и работающие в контакте с коррозионноактивными средами.

Медь и сплавы на ее основе

Медь и ее сплавы значительно более стойки во многих средах, чем сплавы на железной основе. Медь обладает положительным потенциалом $\varphi_{Cu} = +0,34$ В. Пассивирующая способность меди выражена слабо, поэтому в сильных окислительных средах (азотная, концентрированная серная кислота, кислые растворы солей хромовой кислоты) медь нестойка.

При доступе кислорода, в условиях аэрации, коррозия меди в воде и водных растворах солей и кислот резко возрастает (рис. 2.7).

Следует отметить, что медь нестойка в реагентах, в которых происходит процесс комплексообразования; медь при этом переходит в раствор в виде сложных ионов (катионов или анионов). Таково поведение меди в аммиаке и его производных, в цианистых и роданистых соединениях, а также в концентрированной соляной кислоте, вследствие образования комплексного аниона $[CuCl_4]^{2-}$.

В зависимости от чистоты металла различают медь пяти марок:

Марка меди	М0	М1	М2	М3	М4
Чистота металла, %	99,95	99,90	99,70	99,50	99,0

В химическом аппарате- и машиностроении чаще всего применяется медь марок М1, М2 и М3. Медь марки М4 предназначается для изготовления бронз и других сплавов меди.

Вредными примесями меди являются: кислород, водород, сера и висмут [22, с. 102]. Кислород при нагревании меди в процессе обработки (плавка, сварка и т. п.) окисляет ее до закиси меди; наличие последней вызывает водородную хрупкость при нагревании меди в присутствии водорода и углеводородов (см. гл. 1).

Сера и висмут влияют на механические свойства меди, обуславливая ее хладоломкость, а сера, кроме того, и краснотомкость, приводящие к разрушению при прокатке и механической обработке.

Техническая медь (ГОСТ 859—66) представляет собой пластичный металл, обладающий приводимыми ниже свойствами:

Плотность d , г/см ³	8,94
Коэффициент линейного расширения α_{20-100} 1/°С	$16,42 \cdot 10^{-6}$
Теплопроводность λ при 20 °С, кал/(см · с · °С)	0,941
Удельное электрическое сопротивление, Ом · мм ² /м	0,01784
Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ² , не менее	24—50
Относительное удлинение при разрыве δ , не менее	6—50

Более высокими прочностными свойствами, чем сама медь, обладают ее сплавы главным образом бронзы, латуни и сплавы с никелем (мельхиор, никелин и др.).

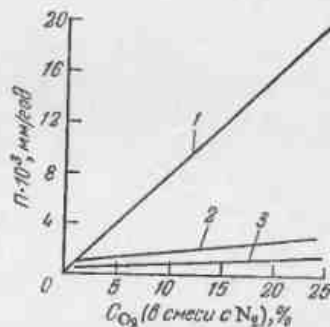


Рис. 2.7. Влияние концентрации кислорода (в смеси с азотом) на скорость коррозии меди в разбавленных (1,2 н.) кислотах при 20 °С:
1—HCl; 2—CH₃COOH; 3—H₂SO₄.

Бронза — сплав меди с оловом, алюминием, кремнием и другими элементами. Бронзы различают: а) по составу — простые и сложные; б) по структуре — однофазные и двух- или многофазные; в) по способу изготовления деталей — литейные и деформируемые. Для химического оборудования широкое распространение получили алюминиевые бронзы, достаточно прочные и обладающие более высокой коррозионной стойкостью, особенно в кислотах, чем медь. Однако при длительной эксплуатации в растворах некоторых солей (сульфатов, хлорида натрия), а также едких щелочей наблюдается избирательная коррозия алюминиевых бронз, в результате которой постепенно снижается прочность и пластичность сплавов. При введении марганца коррозионная стойкость алюминиевых бронз повышается.

Максимальной коррозионной стойкостью обладают кремнистые бронзы, а прочностью и упругостью (после термической обработки) — бериллиевые бронзы. Коррозионная стойкость бериллиевых бронз достаточно высока, но при больших напряжениях во влажной среде они склонны к коррозионному растрескиванию.

Химический состав бронз указывается в самих марках; после названия «Бр» следуют составляющие элементы, а затем цифры, соответствующие содержанию элементов в бронзе (остальное — медь). Например: бронза Бр.А7 содержит 7% алюминия, Бр.АЖМц10-3-1,5—10% алюминия, 3% железа и 1,5% марганца, Бр.ОФ6,5-0,4 содержит 6,5% олова и 0,4% фосфора и т. д. Сумма примесей других элементов в бериллиевых бронзах не должна превышать 0,5%, в алюминиевых — 1,6—1,7%.

Латуни — сплавы меди с цинком. Латуни подразделяются на двойные и сложные (специальные латуни). По виду обработки эти сплавы делят на литейные и деформируемые; по структуре — на простые однофазные (α -латуни) и сложные — двухфазные ($\alpha + \beta$ латуни).

Латуни маркируются по содержанию (в %) в них меди: Л62, Л68 и т. д. до Л96 (остальное цинк). Содержание примесей в этих сплавах не должно превышать 0,2—0,3%. В химическом машиностроении чаще всего применяются сложные латуни: алюминиевые, железисто-марганцовистые, кремнистые и свинцовистые. Коррозионная стойкость латуни ниже коррозионной стойко-

сти меди. Они подвержены компонентно-избирательной коррозии, в частности, обесцинкованию. Процесс этот протекает неравномерно, с образованием на поверхности точек или пятен и может сопровождаться растрескиванием (в напряженном состоянии) и тем более сильным, чем больше содержание цинка в сплаве. Примером может служить двухфазная латунь ($\alpha + \beta$) типа Л59. Наличие β -фазы по границам зерен α -латуни, незначительные движение и аэрация среды, наличие хлоридов и повышенное содержание меди в растворе способствуют этому виду коррозии латуни.

Для сплавов меди с цинком характерно растрескивание в напряженном состоянии, особенно в среде, содержащей аммиак, аммонийные и ртутные соли.

Легирование латуни алюминием, никелем, кремнием, оловом повышает их коррозионную стойкость и улучшает механические свойства и обрабатываемость. Физико-механические характеристики бронз и латуни представлены ниже:

	Бронзы *	Латуни *
Плотность d , г/см ³	7,5—8,6	8,4—8,8
Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^6$, 1/°C	16,1—20	17—21
Теплопроводность кал/(см · с · °C)	0,11—0,25	0,20—0,30
Удельное электрическое сопротивление ρ , (Ом · мм ²)/м	0,087—0,197	0,023—0,071
Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	30—80	24—50
Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	13—54	8,5—17
Относительное удлинение δ , %	5—60	36—60
Твердость HV , кгс/мм ²	60—220	40—80

* Твердые и мягкие разных марок и составов.

Сложные латуни маркируются аналогично бронзам. После буквы «Л» первая цифра указывает на содержание меди, далее следуют составляющие элементы, а затем цифры, соответствующие их содержанию в латуни (остальное — цинк). Содержание примесей не должно превышать 0,3—0,5% и только в отдельных марках марганцовистых и свинцовистых латуни допускается 1,2—1,5%.

За рубежом выпускают бронзы и латуни следующих марок:

Бронзы

алюминиевая — Ambraloy-901
 кремнистая — Evedur-1010
 оловянно-цинковая — Ambronze-421
 оловянно-фосфорные: «А» (5% олова); «D» (10% олова)

Латуни

простые — Redbrass (15% цинка); Cartridge brass — (30% цинка)
 сложные: алюминиевая — Ambraloy-927; оловянные — Navalbrass и Admiralty.

Никель и сплавы на его основе

По значению электродного потенциала ($\varphi_{Ni} = -0,25$ В) никель занимает промежуточное положение между железом и медью. Он пассивируется легче, чем медь, менее склонен к комплексообразованию и поэтому обладает более высокой коррозионной стойкостью, чем медь, превосходя последнюю также по механическим свойствам. В расплавах натрия и щелочей никель можно применять до 540—590 °С, в хлоре и хлористом водороде — до 540 °С.

Ниже приводятся физико-механические свойства никеля:

Плотность d , г/см ³	8,9
Коэффициент линейного расширения $\alpha_{25-100} \cdot 10^6$, 1/°С	13,3
Теплопроводность λ , кал/(см · с · °С)	
при 500 °С	0,14
при 100 °С	0,198
Удельное электрическое сопротивление ρ , Ом · мм ² /м	0,067—0,095 (в зависимости от чистоты)
Предел прочности σ_b при растяжении *	
кгс/мм ²	45—55
Предел текучести * σ_T , кгс/мм ²	10—20
Относительное удлинение * δ , %	35—50
Относительное сужение, ψ , %	70
Твердость HV , кгс/мм ²	60—70

* Для горячекатаных прутков.

Из приведенных данных видно, что никель является прочным и пластичным материалом. Он может рассматриваться как конструкционный материал, и только дефицитность — основная причина того, что его применяют

главным образом в качестве покрытий и для легирования.

Никель выпускается металлургический НМ (ГОСТ 849—70), в виде пластин, гранул, небольших слитков, порошка, и полуфабрикатный (технический) никель НП (ГОСТ 492—73).

Металлургический никель НМ (ГОСТ 849—70) в зависимости от его чистоты (содержания никеля) изготавливается пяти марок: Н0 (99,99%), Н1 (99,93%), Н2 (99,8%), Н3 (98,6%), Н4 (97,6%) и применяется для получения полуфабрикатов и никелевых сплавов высокой чистоты (Н0), для электровакуумной техники (Н1), ковких сплавов (Н2), легирования стали и других целей (Н3 и Н4).

Полуфабрикатный (технический) никель (НП) предназначен для дальнейшей переработки в ленты, листы, полосы, прутки, проволоку, а также для изготовления сплавов на никелевой основе и в качестве легирующего элемента для сталей и других сплавов. Специальные марки полуфабрикатного никеля НПА1, НПА2 и НПАН используются для анодов (ГОСТ 2132—58). Полуфабрикатный никель с содержанием никеля не менее 99,3% (НП2 и НП3) предназначен для изготовления химической аппаратуры, электровакуумных приборов, электротехнических деталей и других изделий (НП4).

Особое значение для химического машиностроения в силу ценных свойств и высокой коррозионной стойкости приобрели сплавы никеля с медью, молибденом и хромом.

Широко известен сплав никеля с медью (30%), часто называемый монель-металлом, это однофазный сплав с хорошими литейными свойствами и высокой пластичностью, стойкий в кислотах, в том числе в соляной (до 15%, рис. 2.8) и плавиковой, при ограниченном доступе

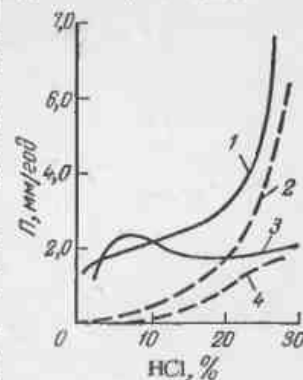


Рис. 2.8. Коррозия монель-металла и никеля в соляной кислоте: 1, 3 — скорость коррозии монель-металла и никеля соответственно в присутствии кислорода воздуха; 2, 4 — то же без доступа кислорода воздуха.

кислорода воздуха. В азотной, азотистой и особенно в концентрированной серной кислоте при повышенных температурах монель-металл корродирует.

В табл. 2.6 приводится химический состав никелемедных сплавов марки НМЖМц28-2, 5-1,5 (ГОСТ 492—73) отечественного производства и четырех марок, выпускаемых в США: монель-металл, литой монель-металл, монель-металл К и монель-металл S.

Таблица 2.6. Химический состав и характеристики никелемедных сплавов

Показатели	НМЖМц 28-2,5-1,5	Монель- металл	Литой монель- металл	Монель- металл К	Монель- металл S
Содержание элементов, %					
никель	Остальное	63—70	≥ 60	63—70	62—68
медь	27,0—29,0	Остальное	≥ 23	Остальное	28—31
марганец	1,2—1,8	≤ 2,0	2,0	≤ 1,0	0,5—1,5
железо	2,0—3,0	2,5	≤ 3,5	≤ 2,0	≤ 3,0
кремний	0,05	≤ 0,5	—	≤ 1,0	3,0—5,0
алюминий	—	≤ 0,5	0,5	2,0—4,0	≤ 0,5
углерод	0,2	≤ 0,02	—	≤ 0,25	≤ 0,30
серы	0,01	≤ 0,02	0,02	≤ 0,01	≤ 0,02
Предел прочности при растяжении, кгс/мм ²	50—60	46—120	45—63	63—155	63—100
Предел текучести, кгс/мм ²	≥ 23	17—90	22—28	28—140	49—80
Относительное удлинение, %	≥ 10—25	50—2	—	45—2	4—1
Твердость НВ, кгс/мм ²	130	110—250	—	140—320	275—375
Сортамент	Листы Ленты Прутки	Прокат Листы Трубы	Литье	Прокат Листы Трубы	— Литье

Сплавы никеля с молибденом (8; 25, т. 3 с. 44—49; 26) при достаточном содержании молибдена (28—30%) отличаются исключительно высокой, особенно после закалки с 1050—1100 °С, коррозионной стойкостью в агрессивных кислотах (серной, соляной) не только при обычных, но и при повышенных температурах (рис. 2.9).

За рубежом эти сплавы известны под названием «хастеллой» марок: А, В, С, F, D, N и др. [27].

Отечественной промышленностью освоены никель-молибденовые сплавы следующих марок: ЭИ460 — литый сплав, типа хастеллой А; Н70М27 (ЭП495) и Н70М27Ф (ЭП496) типа хастеллой В; Х15Н55М16В (ЭП375) и 0Х15Н65М16В (ЭП567) типа хастеллой С, а также никелькремнистый сплав типа хастеллой D. Последний предназначен для использования в горячих растворах серной кислоты, концентрацией 40—95%; он содержит 11—12% кремния и 4,0—4,5% меди [8, 25].

Химический состав и физико-механические свойства никельмолибденовых сплавов приведены в табл. 2.7; стойкость хастеллой В в серной и соляной кислотах характеризуют кривые на рис. 2.10.

При всех достоинствах никельмолибденовые сплавы характеризуются склонностью к межкристаллитной коррозии и ножевой коррозии в сварных соединениях, что является их большим недостатком. Особенно это проявляется у сплава Н70М27 (типа хастеллой В).

Для уменьшения коррозии в сплав вводят ванадий (1,4—1,7%) и снижают содержание углерода до 0,03% (сплав Н70М27Ф), а сварные соединения подвергают термической обработке — закалке с 1050 °С. Необходимость закалки затрудняет изготовление крупногабаритной аппаратуры. Более технологичными, стойкими к ножевой коррозии, оказались разработанные улучшенные марки никельмолибденовых сплавов с минимальным содержанием углерода: 00Н70М27Ф (ЭП814), 00Х15Н65М16В и с добавками бора: 000Н70М28Р и ренния: 000Н70М28РР.

Никельмолибденовые сплавы ЭП495, ЭП496, ЭП375 и ЭП567 выпускают в виде горячекатаного листа, прутков, трубных заготовок и труб, а никелькремнистый

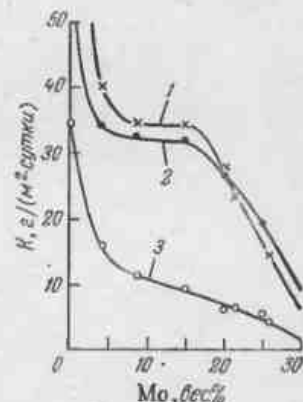


Рис. 2.9. Влияние содержания молибдена на скорость коррозии никельмолибденовых сплавов при 50 °С в 5%-ной соляной кислоте, азотируемой (1) и продуваемой азотом (2) и в 10%-ной серной кислоте (3).

Таблица 27. Химический состав, физические

Марка сплава	Содержание элементов, %				
	Ni	Cr	Mo	Fe	Si
Инконель	77	15	—	7,0	0,25
Иллиум 9	56	22,5	6,4	6,5	0,65
ХН78Т (ЭИ435)	Остальное	19—22	—	≤ 1,0	≤ 0,08
Х20Н80	75—78	20—23	—	≤ 1,5 ≤ 1,0	0,4—1,5
Хастеллой А (прокат после термообработки)	Остальное	—	20—23	22	≤ 1,0
ЭИ460 (литье)	55—60	—	18—20	20	≤ 1,0
Хастеллой В	Остальное	—	28—30	5—7	≤ 1,0
Н70М27 (ЭП495)	То же	≤ 0,3	25—28	Не > 1,5	≤ 0,25
Н70М27Ф (ЭП496)	»	≤ 0,3	25—29	≤ 4	≤ 0,5
00Н70М27Ф (ЭП814)	»	—	25—29	≤ 1,0	—
Хастеллой С	»	16,5	18	5—6	≤ 1,0
Х15Н55М16В (ЭП375)	»	14,5—16,5	15—17	≤ 7	≤ 1,0
0Х15Н65М16В (прутки)*	»	14,5—16,5	15—17	≤ 0,75	—
00Х15Н65М16В (ЭП567)	»	14,5 16,5	15—17	1,0	0,15
Хастеллой Д (литье)	»	—	—	10	10
Никелькремнистый сплав	»	—	—	0,1—0,14	11,2—11,7

и механические свойства никелевых сплавов

Прочие	Физические и механические свойства							
	$d, \text{r/cm}^2$	$\alpha_{25-100}^{10^6}, \text{1/}^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{кал/(см}\cdot\text{с}\cdot^\circ\text{C)}$	$\sigma_p, \text{кгс/мм}^2$	$\sigma_T, \text{кгс/мм}^2$	$\delta, \%$	$\psi, \%$	$HB, \text{кгс/мм}^2$
C = 0,06	—	—	—	50—128	17—120	50—2	—	120—290
C=0,20, Mn=1,25 Cu=6,5	—	—	—	42—52	—	4—9,5	—	160—210
C≤0,12, Mn≤0,7	—	—	—	70	—	30	—	—
C = 0,15 Mn = 0,7	8,4	16,5	0,035	67	—	45	61	145
C=0,12, Mn=2,0	—	—	—	77—85	—	40—48	40—54	200—215
C=0,12, Mn=1,5	8,8	15,4	0,04	48—56	—	8—12	16—18	150—200
C=0,12, Mn=1,0	—	—	—	52—98	40—50	40—50	40—45	210—340
C≤0,03	9,2	6,75	0,027	85—97	40—45	45	45	210
C = 0,05, V = 1,4—1,7	9,2	7,45	0,027	96	40—50	45	45	230
C≤0,03, V = 1,4—1,7 W = 0,1—0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
C = 0,12, W = 5,0	—	—	—	85—95	40—42	50—5	—	190—245
C=0,08, Mn=1,0 Co = 2,5, W = 3,5—4,5	9,2	7,5	0,027	85	40	35	45	—
C≤0,05, W = 3,0—4,5 Mn≤1,0	—	—	—	80	35	35	40	—
C≤0,03, W = 3,0—4,5 Mn = 1,0	—	—	—	85	40	35	45	—
C=0,12, Cu=3—5 Mn≤1,0	—	—	—	77—80	—	—	—	452—496
C = 0,02—0,05, Cu = 3,5—4,5, Mn = 1,0	—	—	—	35—40	—	—	—	—

* По ГОСТ 5-1165-71.

сплав — в виде литья. Свариваются эти сплавы аргонодуговой сваркой, но с трудом поддаются механической обработке.

Хром, введенный в никельмолибденовые сплавы или в никель, улучшает пассивируемость сплава и соответственно его коррозионную стойкость в окислительных средах.

Никельхромовые сплавы типа инконеля, иллуна и др. используются в агрессивных средах как жаропрочные материалы. Сплавы типа Х20Н80 применяются в

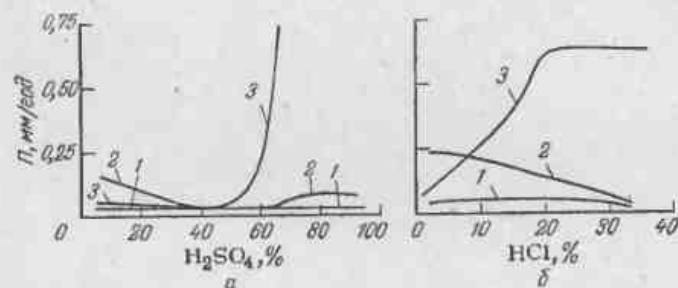


Рис. 2.10. Коррозия никельмолибденового сплава (хастеллой В) в серной и соляной кислотах при разных температурах:

а — H_2SO_4 ; б — HCl ; 1 — 20 °С; 2 — 75 °С; 3 — температура кипения.

электронагревательных приборах. В хлорной промышленности широко используется никелевый сплав ХН78Т (ЭИ435), но для сред, содержащих серу, эти сплавы непригодны.

Из рис. 2.10 видно, что никельмолибденовый сплав (типа хастеллой В) стоек в соляной и серной кислотах до температуры 75 °С. Коррозия резко возрастает в кипящих кислотах.

Процесс коррозии сплава типа Н70М27Ф (ЭП496) в соляной кислоте протекает с кислородной деполяризацией; в присутствии таких окислителей, как кислород, хлор и ионы Fe^{3+} ($FeCl_3$) скорость коррозии резко увеличивается [28, 29].

При воздействии окислительных сред и растворов хлорного железа следует применять сплавы типа хастеллой С (ЭП375 или ЭП567). Последний менее подвержен

в сварных соединениях межкристаллитной и ножевой коррозии (так как содержит меньше углерода); кроме того, после сварки не требуется термическая обработка.

Свинец, серебро

Свинец. Этот металл является конструкционным и защитным материалом, давно применяемым в химической промышленности. В электрохимическом ряду напряжений свинец расположен ближе к благородным металлам, чем никель; его электродный потенциал $\Phi_{Pb^{2+}}$ равен $-0,126$ В. Свинец стоек главным образом в тех средах, с которыми он образует нерастворимые продукты коррозии (серная кислота и некоторые другие минеральные кислоты). В концентрированной соляной кислоте свинец нестойк вследствие образования комплексных анионов типа $[PbCl_4]^{2-}$.

На рис. 2.11 представлены кривые, характеризующие стойкость чистого свинца в серной кислоте в зависимости от ее концентрации и температуры. При 50 °С заметная коррозия свинца наблюдается при концентрации H_2SO_4 80% и выше; при температуре кипения — при концентрации H_2SO_4 50% и выше. Это связано с областью перепассивации свинца: переходом в концентрированной серной кислоте $Pb^{2+} \rightarrow Pb^{4+}$ [30].

По степени чистоты и назначению свинец выпускается нескольких марок (ГОСТ 3778—65): С0, С1, С2, С3 и С4. Для химической промышленности предназначается свинец марки С2, содержащий до 0,05% примесей; свинец используется чаще всего в виде труб или в качестве защитных покрытий (рольный свинец, наносимый горячим способом).

Серебро. В химическом аппаратостроении серебро в качестве конструкционного материала применяется в

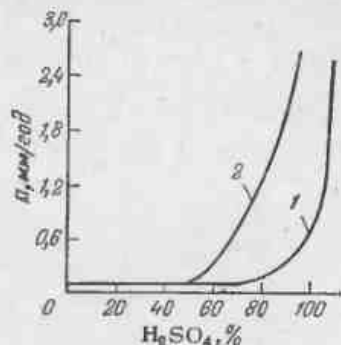


Рис. 2.11. Коррозия свинца в серной кислоте:

1 — при 50 °С; 2 — при температуре кипения.

исключительных случаях, главным образом в виде сплавов с медью (ГОСТ 6836—54) для изготовления отдельных аппаратов или деталей. Более широко серебро используется для покрытий, получаемых несколькими способами: гальваническим (основной), плакированием, контактно-механическим и химическим.

Серебро является электроположительным металлом, его электродный потенциал φ_{Ag} равен +0,799 В. Серебро отличается высокой коррозионной стойкостью на воздухе, в кислотах, щелочах и органических соединениях. В присутствии окислителей коррозия серебра возрастает. Техническое серебро и сплавы на его основе поставляются в виде анодов (ГОСТ 6838—54), листов и полос (ГОСТ 7221—54), проволоки (ГОСТ 7222—54) и припоев (ГОСТ 8190—56).

Ниже приводятся физические и механические свойства свинца и серебра.

	Свинец	Серебро
Плотность d , г/см ³	11,34	10,5
Коэффициент линейного температурного расширения $\alpha \cdot 10^6$, 1/°C	29,5	18,9
Теплопроводность λ , кал/(см · с · °C)	0,093	0,974
Удельное электрическое сопротивление ρ , Ом · мм ² /м	0,206	0,0159
Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	1,1—1,5	18
Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	0,5	—
Относительное удлинение δ , %	50—68	50
Относительное сужение φ , %	92—100	—
Твердость HV , кгс/мм ²	4,0—6,0	25

Титан и сплавы на его основе

Титан за последние годы приобрел широкую известность как конструкционный материал для химического аппаратостроения [31, 32, 33]. Потребление этого металла для химического оборудования непрерывно возрастает. В титане удачно сочетаются хорошая пластичность и механическая прочность с высокой коррозионной стойкостью во многих агрессивных средах, особенно в слабых растворах соляной кислоты или влажных хлорорганических соединениях, гидролизующихся с образованием соляной кислоты, в которых даже нержавеющие высоко-

легированные стали нестойки. Титан имеет отрицательный стандартный электродный потенциал —1,63 и —1,21 В, но он легко пассивируется, образуя пленку окиси титана (TiO₂), очень прочную, сплошную, толщиной до 50—60 Å, хорошо сцепляющуюся с основным металлом. В результате образования защитной пленки потенциал титана возрастает до положительного значения [31, 32]. Область обычного пассивного состояния титана соответствует значениям потенциалов от +0,7 до +1,6 В [34].

Титан стоек только в разбавленных (до 5—10%) растворах серной и соляной кислот. С повышением температуры и увеличением концентрации кислоты скорость коррозии резко возрастает. Потенциалы растворения титана в серной и соляной кислотах в зависимости от концентрации кислот примерно совпадают (рис. 2.12).

В условиях напряженного состояния титан, как правило, не подвержен коррозионному растрескиванию. Только в отдельных средах, например в дымящей азотной кислоте, насыщенной окислами азота, наблюдалось коррозионное растрескивание титана [32, с. 72]. В кипящих растворах хлоридов меди, цинка и кальция коррозия титана под нагрузкой оказалась более интенсивной, чем в ненапряженном состоянии, а по данным V. C. Pefersen [35] коррозионное растрескивание титана в хлоридах наблюдается только при температурах выше 600 °C.

В узких зазорах титан подвержен щелевой коррозии, причем коррозия тем больше, чем уже зазор [36].

Титан и сплавы на его основе широко применяются для изготовления аппаратов химических производств. Отечественной промышленностью выпускаются титановые сплавы в широком ассортименте. Для химического машиностроения предназначается в первую очередь коррозионностойкий технически чистый титан BT1, а также сплавы титана с алюминием и добавками других легирующих элементов, например, сплав OT4 [37].

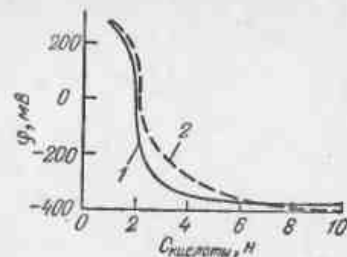


Рис. 2.12. Потенциалы растворения титана в кислотах различной нормальности: 1—H₂SO₄; 2—HCl.

Таблица 2.8. Химический состав, физические и механические свойства и сортамент полуфабрикатов титана и сплавов на его основе

Марка сплава	Содержание элементов*, %							Физические и механические свойства			
	Al	Cr	Mo	Fe			Прочие	d_t , г/см ³	$\sigma_{20-100} \cdot 10^6$, 1/°С	λ , кал/(см·с·°С)	
				Si	C						
не более											
BT1 (технически чистый титан)	—	—	—	0.3	0.15	0.1	Примеси ≤ 0.215	4.5	8.3	0.039	
BT3	4.0—6.2	2—3	—	0.8	0.4	0.1	—	4.46	8.4	0.017	
BT3-1	4.5—6.2	1—2.8	1—2.5	0.8	0.4	0.1	—	4.5	8.6	0.019	
OT4	2.0—3.5	—	—	0.4	0.15	0.1	Mn (0.8—2.0)	4.55	8.0	0.02	
BT4	4.0—5.0	—	—	0.3	0.15	0.05	Mn (1—2)	4.6	8.4	0.02—0.03	
BT5	4.0—5.5	—	—	0.3	0.15	0.05	—	4.5	8.0	0.018	
BT5-1	4.0—5.5	—	—	0.3	0.1	0.1	Sn (2—3)	4.50	8.3	0.021	
BT6	5.0—6.5	—	—	0.3	0.15	0.05	V (3.5—4.5)	4.43	8.41	0.018	
BT8	5.8—6.8	—	2.8—3.8	0.4	0.35	0.1	—	4.48	8.4	0.017	
AT3	2.8—3.0	0.3	—	0.51	0.23	—	B (0.01)	4.5	8.19	0.018	
AT4	4—4.7	0.8	—	0.26	0.34	—	B (0.01)	4.46	—	0.018	
AT6	5.5	0.7	—	0.29	0.64	—	B (0.01)	4.40	8.2	0.017	
AT8	—	—	—	—	—	—	—	4.36	8.29	0.017	

Марка сплава	Физические и механические свойства					Сортамент полуфабрикатов	
	ρ (ОМ·мм ³)/м	σ_p , кгс/мм ²	σ_T , кгс/мм ²	δ , %	ψ , %		HВ _{0.05} , кгс/мм ²
BT1 (технически чистый титан)	0.55	45—70	38—60	20—25	Ne > 50	85	Листы, листы, поковки и штамповки, прутки, проволока, трубы
BT3	1.58	95—115	85—105	10—16	25—40	260—320	Поковки и штамповки, прутки
BT3-1	1.35	95—120	85—110	—	—	То же	То же
OT4	—	70—90	55—65	15—40	25—55	—	Листы, поковки и штамповки, прутки, проволока, трубы
BT4	—	80—90	70—80	15—22	20—30	—	То же
BT5	1.08	80—95	60—85	12—15	30—45	270	Поковки и штамповки, прутки, проволока
BT5-1	1.38	75—95	70—85	12—25	30—45	240—300	Прутки
BT6	1.60	90—100	80—90	8—13	30—45	320—360	Листы, поковки и штамповки, прутки
BT8	1.61	105—118	95—110	9—15	30—55	310—350	Опытные сплавы, прутки
AT3	1.3	80—90	70—85	16—20	40—50	250—300	Опытные сплавы, прутки
AT4	1.37	90—100	85—95	13—16	30—50	300—350	Поковки, прутки
AT6	1.60	100—110	95—105	10—15	30—50	300—350	Листы
AT8	1.61	110—120	105—117	10—15	20—35	—	—

* Остальное Ti.

По структуре различают сплавы титана трех типов: α -сплавы (гексагональная плотноупакованная решетка), β -сплавы (объемно-центрированный куб), упрочняемые термообработкой, ($\alpha + \beta$)-сплавы наиболее распространенной структуры. В соответствии с этими структурами классифицируют сплавы титана по прочности:

Марки сплавов

Сплавы невысокой прочности (30—70 кгс/мм ²)	BT1, OT4
Сплавы средней прочности (70—100 кгс/мм ²)	BT4, BT5, BT6, BT8, BT9, BT14, BT15, BT16 (после отжига)
Сплавы высокопрочные (> 100 кгс/мм ²) . . .	BT3-1, BT6, BT8, BT9, BT14, BT15, BT16 (после упрочняющей термической обработки)

В табл. 2.8 приведены химический состав, физические и механические свойства сплавов титана и сортамент полуфабрикатов из них.

Титан легко насыщается газами (водородом, кислородом) и становится хрупким. Поэтому обработку титана в частности его сварку необходимо проводить в защитной среде. Наибольшее распространение получила аргонодуговая сварка титана [33, с. 262—270]. Технический титан BT1, особенно высокой чистоты (BT1-0 и BT1-00) более стоек к наводороживанию при сварке, чем сплав OT4, поэтому его можно использовать для напряженных сварных конструкций, работающих в кислых средах [38].

С повышением температуры прочность титана и его сплавов резко снижается; в связи с этим их можно применять только при сравнительно невысоких температурах: BT1, BT4 и OT4 — при температурах до 350 °С; BT5 — до 400 °С; BT6 — до 400—450 °С; BT3 — до 500 °С и BT8 — до 600 °С. Сплавы BT3 и BT8 являются жаропрочными.

За последние годы разработаны новые титановые сплавы группы «АТ» (АТ3, АТ6 и др.). По структуре это α -сплавы с добавками стабилизаторов, имеющих β -структуру. Они отличаются более высокой жаропрочностью (400—550 °С) и не склонны к щелевой коррозии

и коррозионному растрескиванию [33, 39 с. 119—124, 138—142, 40]. Физико-механические свойства сплавов этих марок приведены в табл. 2.8.

Для повышения коррозионной стойкости в титан вводят добавки палладия или легируют его молибденом, танталом, ниобием, обеспечивающим сплаву гомогенную α -структуру.

Сплав титана с 0,2% Pd (4200) имеет существенные преимущества перед титаном: скорость коррозии этого сплава в процессах, протекающих с водородной деполяризацией, т. е. в неокислительных кислотах, снижается по сравнению с титаном: например, при температуре кипения в 5%-ной H₃PO₄ с 5,2 до 0,31 мм/год, в 10%-ной HCl с более чем 25 до 0,5 мм/год и т. д. [41]. Этот сплав стоек к щелевой коррозии и наводороживанию и, следовательно, не охрупчивается в сильно кислых средах.

Особый интерес представляет сплав титана с 32% молибдена (4201). Такой состав сплава является оптимальным, так как состояние коррозионной устойчивости наступает при содержании не менее 30% легирующего молибдена [33; 41, с. 66 и сл.]. Сплав 4201 обладает высокой коррозионной стойкостью в серной, фосфорной, соляной, муравьиной и других кислотах при температурах 100 °С и выше.

Легирование титана танталом было опробовано в различных соотношениях: 5, 20 и 50% тантала [33, 42, 43]. Практическое применение имеет сплав 4204 с 5% тантала. Он технологичен, хорошо сваривается и стоек в соляной кислоте до 15%-ной концентрации в присутствии окислителей (Cl₂, HNO₃, HClO₄ и т. п.) при 80—90 °С.

Состав и механические свойства сплавов титана повышенной коррозионной стойкости представлены в табл. 2.9.

Таблица 2.9. Состав и механические свойства сплавов титана с молибденом, танталом и палладием

Марка сплава	Состав	$\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²	$\sigma_{0,4}$, кгс/мм ²	δ , %	ψ , %
4200	Ti + 0,2% Pd	~57	~54	25	57
4201	Ti + 32% Mo	86—890	80—90	13—20	41—43
4204	Ti + 5% Ta	34	35	63	52

В отечественной и зарубежной промышленности накоплен значительный опыт изготовления и эксплуатации различного оборудования из титана: теплообменников, испарителей, сборников, клапанов и многих других деталей и аппаратов. Титан может быть использован в двухслойном металле в качестве плакирующего слоя или тонколистовой обкладки.

Тантал

Тантал — один из наиболее коррозионностойких металлов. По стойкости в кислотах он не уступает платине. Высокая коррозионная стойкость тантала обусловлена

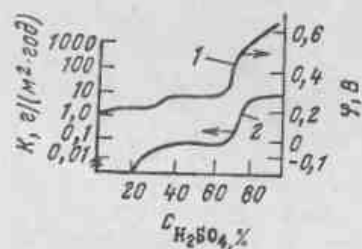


Рис. 2.13. Зависимость изменения потенциала (1) и скорости коррозии (2) тантала в кипящей серной кислоте от ее концентрации.

наличием на его поверхности естественной окисной пленки Ta_2O_5 . Характерные для тантала кривые зависимости потенциала и скорости коррозии в серной кислоте при температуре кипения от концентрации показаны на рис. 2.13 [41]. Стойкость тантала снижается в присутствии фтора и его соединений (плавиковой, кремнефтористоводородной кислот, фторидов), в щелочных растворах, особенно концентрированных при повышенных температурах. Тантал является тугоплавким металлом и отличается высокой теплопроводностью, малым коэффициентом линейного расширения, прочностью и пластичностью.

Ниже приводятся физико-механические свойства тантала:

Плотность d , г/см ³	16,6
Температура плавления, °С	2996 ± 10
Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^6$, 1/°С	5,9—6,5
Теплопроводность λ , кал/(см · с · °С)	0,13
Удельное электрическое сопротивление ρ , (Ом · мм ²)/м	0,15

Предел прочности при растяжении σ_b , кгс/мм ²	31,7—45,7 (для отожженного листа)
Предел текучести σ_T , кгс/мм ²	40,4
Относительное удлинение δ , %	25—40
Твердость $HВ$, кгс/мм ²	45—125

Тантал с успехом может применяться для изготовления теплообменной аппаратуры и эксплуатироваться в тех средах, в которых другие металлы и сплавы оказываются нестойкими. При нагревании тантал легко поглощает газы и окрупчивается, поэтому термообработка проводится в условиях глубокого вакуума. Тантал выпускается в виде отожженных холоднокатаных листов, неотожженной проволоки. Из него изготавливают различного типа змеевики, нагреватели, конденсаторы, кожухотрубчатые и другие теплообменники, лопасти мешалок, детали центробежных насосов и прочее оборудование. Тонкие листы тантала используются для покрытий (футеровки) различного оборудования из углеродистой стали, например автоклавов, валов мешалок и др. Высокая температура плавления (2996 °С) дает возможность применять тантал в рентгено-, электро- и радиотехнике в качестве тугоплавкого металла.

Двухслойные металлы

Двухслойные металлы получают совместной прокаткой или горячей прессовкой двух металлов. Этот способ можно рассматривать как наиболее совершенный способ защиты малостойких металлов высококоррозионностойкими металлами и сплавами.

Сцепление защитного слоя с основным металлом происходит в результате диффузии при одновременном воздействии температуры и давления.

Металлы, защищенные таким способом, получили название двухслойных или биметаллов.

Отечественной промышленностью по ГОСТ 10885—64 выпускается горячекатаная толстолистовая коррозионно-стойкая двухслойная сталь.

В качестве основного и коррозионностойкого плакирующего слоя используются стали следующих марок.

Основной слой: углеродистые стали ВСт3 и ВСт4 (ГОСТ 380—71), сталь 10 (ГОСТ 1050—60), стали 15К

и 20К (ГОСТ 5520—69), стали низколегированные повышенной прочности 16ГС и 09Г2С (ГОСТ 5520—69), 10ХСНД (СХЛ-4) и 09Г2 (ГОСТ 5058—65) и легированная теплоустойчивая сталь 12МХ (ГОСТ 10500—63).

Плакирующий слой: коррозионностойкие стали (ГОСТ 5632—72); X14Г14НЗ, X17Н13М2Т (X18Н12М2Т), X17Н13М3Т (X18Н12М3Т), 0X17Н16М3Т, X18Н9Т, 0X18Н10Т, X18Н10Т (1X18Н9Т), 0X18Н12Т, 0X23Н28М2Т, 0X23Н28М3Д3Т и никель марки НП2.

За последние годы освоено плакирование углеродистых сталей Ст3 и ВСт3 безникелевыми ферритными коррозионностойкими сталями 0X17Т и X25Т [44, 45]. Для сред, содержащих ионы серы S²⁻, они предпочтительнее хромоникелевых сталей.

Механические свойства двухслойных сталей, выпускаемых по ГОСТ 10885—64, должны быть не ниже таковых для сталей основного слоя.

Двухслойные стали выпускаются в виде листов различных размеров и толщины (в мм):

Суммарная толщина	4—160
Толщина плакирующего слоя	От 1,0 до 20
Длина	1000—1800
Ширина	1100—7500 (в зависимости от длины листов)

Кроме двухслойных металлов, плакированных нержавеющей сталью, изготавливают биметаллы, представляющие собой углеродистую сталь с плакирующим слоем из цветных и редких металлов: никеля, монель-металла, меди, латуни, серебра, титана и никельмолибденового сплава Н70М27Ф. Механические свойства некоторых двухслойных сталей и биметаллов представлены в табл. 2.10.

Биметалл титан-сталь изготавливается совместной прокаткой в вакууме стали Ст3 и титана ВТ1-1 с подслоем из ванадия, толщиной соответственно: 8, 2 и 0,1 мм [46].

Разработана технология изготовления и сварка биметалла, состоящего из стали ВМСт3сп, плакированной сплавом Н70М27Ф [47], являющимся одним из наиболее коррозионностойких материалов.

Проектируется поставка биметалла в виде горячекатаных (или термообработанных) листов толщиной

8—10 мм (толщина плакирующего слоя 2—3 мм, ширина 1200—1500 мм и длина 3500—6000 мм).

Таблица 2.10. Механические свойства двухслойных сталей и биметаллов

Марка основного слоя	Марка плакирующего слоя	σ_T , кгс/мм ²	σ_p , кгс/мм ²	δ_5 , %	δ_{10} , %
Ст3сп	X18Н9Т	22—24	38—47	25—27	21—23
Ст3	0X13	26—28	38—47	27—30	21—23
Ст3	1X13	26—31	45—48	24—35	—
20К	0X13	25	41—50	23—26	19—22
20К	X18Н12М2Т	25	41—50	23—26	19—22
09Г2	X18Н9Т	30	45	—	18
10ХСНД	X18Н9Т	40	54	—	16
Ст3	0X23Н28М3Д3Т	22—25	42—46	28—33	—
ВСт3	0X17Т	28,5	42,5	33	—
Ст3	X25Т	34	47	29	—
Ст3	Никель	24—30	45—46	26—32	—
Ст3	Медь	25—33	38—42	22—30	—
Ст3	Монель-металл	24—28	43—46	29—35	—
ВМСт3сп	Н70М27Ф	33,6	51,8	—	33,5

Двухслойную сталь и биметалл можно подвергать всем видам механической обработки, а также сварке и обработке давлением [45, 48—50], но при этом необходимо учитывать ряд особенностей, и прежде всего обязательную защиту плакирующего слоя от возможных повреждений.

Коррозионная стойкость плакирующего слоя равноценна стойкости металла, используемого для плакирования. Однако вследствие различия коэффициентов термического расширения основного металла и плакирующего слоя не рекомендуется применять, например, для сварных аппаратов, работающих при температуре выше 200 °С, двухслойную сталь, плакированную сталью типа 18-8, так как возможные напряжения во время эксплуатации аппаратов снизят коррозионную стойкость этой стали.

Соединять основной металл с плакирующим можно не только прокатом, но и сваркой листов; однако это менее надежный и более трудоемкий способ.

Металлические защитные покрытия

Металлические покрытия подразделяются по назначению на защитные, защитно-декоративные, повышающие поверхностную твердость металла и его сопротивление механическому износу, и покрытия, служащие для восстановления размеров деталей [51, 52 с. 142—198].

Защитные металлические покрытия могут получаться различными способами: электролитическим (гальванические покрытия), металлизацией (покрытие расплавленным металлом), совместной прокаткой (двухслойные металлы), погружением (горячие покрытия), диффузионным (термодиффузионные покрытия), химическим и контактным. Недостатком всех металлических защитных покрытий является их пористость; исключение составляют биметаллы. Покрытия могут быть анодными (цинковые) или катодными (никелевые, медные). Анодные покрытия лучше защищают металл, но только на срок до своего разрушения. Катодные покрытия являются защитными только при условии их сплошности и отсутствия пор.

Покрытия, получаемые электролитическим способом (гальванические покрытия). Эти покрытия образуются в результате электролитического осаждения металла из раствора его соли на поверхность защищаемых изделий (катод), например изделий из нелегированной стали. К защитным гальваническим покрытиям следует отнести цинковые (защитающие металлы от коррозии на воздухе и в пресной воде при температуре до 70°C); свинцовые (предохраняющие металл от воздействия сернистых газов, серной и сернистой кислот и их солей); никелевые (защитающие металл от коррозии в щелочах); оловянные (предохраняющие металл от коррозии при азотировании); кадмиевые (стойкие в морской воде и растворах хлоридов).

Никелевые и хромовые гальванические покрытия являются одновременно защитно-декоративными и покрытиями, повышающими поверхностную твердость металла и его стойкость к износу. К защитно-декоративным покрытиям относятся также гальванические покрытия серебром, золотом, кобальтом, бронзами, латунями и другими металлами. Для восстановления размеров деталей применяют электролитическое хромирование, железнение и меднение.

Защитные покрытия можно получить также электролитическим оксидированием и фосфатированием.

Покрытия, получаемые осаждением на изделие защищаемого металла из раствора его соли (химический способ). Этот способ основан на восстановлении металла из его соли при введении в раствор специальных восстановителей. Особенно хорошие результаты получаются при никелировании — осаждении никеля на поверхность изделий любой конфигурации из раствора хлорида или сульфата никеля в присутствии гипофосфита натрия (или кальция). Осаждение проводится при 90—95°C; получается гладкий и блестящий слой равномерной толщины. Для повышения твердости покрытий изделие подвергают термической обработке при 300—400°C, а для увеличения износостойкости — дополнительно при 600°C. Таким способом можно получить не только никелевые, но хромовые и другие покрытия.

Покрытия, получаемые контактным способом. Способ заключается в осаждении более электроположительного металла из раствора его соли (без наложения внешнего тока) на защищаемый металл. Таким способом можно проводить меднение, лужение, свинцевание, серебрение, золочение. Так, например, меднение алюминиевых изделий этим способом осуществляется при комнатной температуре из раствора сульфата меди; свинцевание стальных изделий производится в растворе нитрата свинца и цианида натрия при температуре 80—90°C и т. д.

Покрытия, получаемые металлизацией. Способ заключается в распылении мельчайших частиц расплавленного металла (струей сжатого воздуха или инертного газа), которые, ударяясь о поверхность изделия, образуют на нем металлическое покрытие. В зависимости от способа расплавления наносимого металла различают три вида металлизации: электродуговую, газовую и высокочастотную с использованием аппаратов различных типов [52, с. 149].

Покрытия, получаемые металлизацией, более пористы, чем гальванические, и применяются главным образом для придания жаропрочности, восстановления изношенных поверхностей и т. д. При использовании этих

покрытий для защиты от коррозии целесообразно их дополнительно пропитывать лаками, например фенолоформальдегидными или эпоксидными; при этом увеличивается долговечность и стойкость покрытий.

Покрытия, получаемые диффузионным способом (термодиффузионные металлические покрытия). Способ предусматривает проникновение металла, находящегося при высокой температуре в твердой или газообразной фазе, в защищаемый металл на определенную глубину. Защищаемую деталь при высокой температуре выдерживают в среде, содержащей порошкообразный напыляемый металл или пары солей этого металла.

Из термодиффузионных процессов освоены следующие:

а) алитирование — получение алюминиевых покрытий при 950 °С из смеси алюминиевого порошка и окиси алюминия с добавлением 2% (от массы смеси) хлорида алюминия;

б) силицирование — образование покрытий из кремния после выдержки изделия в парах четыреххлористого кремния при 1000—1200 °С;

в) термохромирование — получение хромовых покрытий при 1000—1150 °С из металлического хрома или порошка феррохрома с добавкой каолина и хлорида аммония.

Большой интерес представляет получение таким способом танталовых и ниобиевых покрытий. Их осаждают восстановлением хлоридов этих металлов водородом из газовой фазы при температурах 925—1285 °С [17].

Перечисленные термодиффузионные покрытия представляют собой твердые растворы и химические соединения железа с соответствующими металлами. Такие покрытия обладают значительно более высокой коррозионной стойкостью, чем покрытия, полученные электролитическим осаждением или металлизацией.

Термодиффузионные покрытия придают изделиям из углеродистой стали жаростойкость и износостойкость; это позволяет использовать такие стали в окислительной среде при высоких температурах взамен высоколегированных сталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лещинский А. А., Толчинский А. Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Изд. 3-е, Л., «Машиностроение», 1970. 468 с.
2. Жук Н. П. Курс коррозии и защиты металлов. М., «Металлургия», 1968. 408 с.
3. Белинский А. Л. и др. В кн.: Металловедение и термическая обработка. Вып. 4. М., «Машиностроение», 1966, с. 4—17.
4. Шварц Г. Л. и др. Хим. и нефт. машиностр., 1965, № 8, с. 5—8.
5. Клинов И. Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы. Изд. 4-е. М., «Машиностроение», 1967. 468 с.
6. Чигал В. Л. «Защита металлов», 1966, т. 2, № 2, с. 127—133.
7. Meysenbum C., Zitzkendorf M. «Werkstoffe und Korrosion», 1968, Bd. 19, № 10, S. 901—904.
8. Бабаков А. А., Приданцев М. В. Коррозионностойкие стали и сплавы. М., «Металлургия», 1971. 319 с.
9. Шапиро М. Б. и др. Хим. и нефт. машиностр., 1969, № 2, с. 18—20.
10. Edsfröm Y. O. «Werkstoffe und Korrosion», 1969, Bd. 20, № 9, S. 743—752.
11. Логан Х. Л. Коррозия металлов под напряжением. Пер. с англ. В. А. Алексеева. М., «Металлургия», 1970. 340 с.
12. Куртенов М. М. и др. В кн.: Коррозия и защита конструкционных сплавов. М., «Наука», 1966, с. 27—34.
13. Новые коррозионностойкие стали и сплавы. Под ред. А. А. Бабакова. М., Черметинформация, 1966. 132 с.
14. Левин И. А., Кочергин Д. Г. «Защита металлов», 1965, т. 1, № 3, с. 257—264.
15. Брусенцова Б. М. и др. «Защита металлов», 1966, т. 2, № 4, с. 494—497.
16. Фельдгандлер Э. Г. и др. Хим. пром., 1966, № 2, с. 151.
17. Merrick R. D., Mantell Ch. L. Chem. Eng., 1965, v. 72, № 18, p. 144, 146, 148—149.
18. Коррозионностойкие металлы и сплавы. М., НИИТЭХИМ, 1968. 124 с.
19. Бабаков А. А. и др. «Защита металлов», 1966, т. 2, № 4, с. 450—454.
20. Справочник марок сталей. Пер. с нем. Под ред. А. С. Чукмазова. М., Metallurgizdat, 1963. 192 с.
21. Shepard I. W. «Corrosion», 1961, № 3, p. 19—20; 1962, № 6, p. 211—218.
22. Клинов И. Я. и др. Химическое оборудование в коррозионностойком исполнении. М., «Машиностроение», 1970. 591 с.
23. Gandhi P. N. Chem. Age India, 1966, v. 17, № 6, p. 466—471.
24. Бабаков А. А., Посысаева Л. И. «Защита металлов», 1971, т. 7, № 2, с. 99—103.
25. Материалы в машиностроении. Под ред. И. В. Кудрявцева. Справочник в 5-ти т. М., «Машиностроение», 1967—1969.
26. Герасименко В. А. и др. Хим. и нефт. машиностр., 1968, № 1, с. 22—24.

27. Leonard R. V. Chem. Eng. Prog., 1969, v. 65, № 7, p. 84—86.
28. Рутковский М. Л. и др. Хим. пром., 1969, № 5, с. 345—348.
29. Кашеева Т. П. и др. «Защита металлов», 1971, т. 7, № 1, с. 11—15.
30. Смольянинов И. С., Коняев Б. Я. Изв. высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 1969, т. 12, № 6, с. 754—757.
31. Chem. Process, 1968, v. 14, № 2, p. 53—57.
32. Галицкий Б. А. и др. Титан и его сплавы в химическом машиностроении. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1968. 339 с.
33. Титановые сплавы для новой техники. М., «Наука», 1968. 279 с.
34. Новаковский В. М., Овчаренко В. И. «Защита металлов», 1968, т. 4, № 6, с. 652—654.
35. Petersen V. S. J. of Metals, 1971, v. 23, № 4, p. 40—57.
36. Рускол Ю. С., Клинов И. Я. Хим. и нефт. машиностр., 1966, № 8, с. 28—30.
37. Носова Г. И. В кн.: Металловедение и термическая обработка (итоги науки и техники). М., ВИНТИ АН СССР, 1970, с. 5—44.
38. Стеклов О. И. «Сварочное производство», 1967, № 2, с. 13—16.
39. Новые исследования титановых сплавов. М., «Наука», 1965. 336 с.
40. Гавадзе Ф. Н. и др. «Медицинская промышленность СССР», 1966, № 8, с. 41—44.
41. Коррозия и защита от коррозии. Т. 1. М., «Наука», 1971. 264 с.
42. Metals Eng., 1968, v. 8, № 11, p. 9—13.
43. Vomborg P. Ind. Eng. Chem., 1964, v. 56, № 8, p. 55—58.
44. Меляндров Л. В. и др. Хим. и нефт. машиностр., 1968, № 5, с. 21—22.
45. Быков А. А. и др. Хим. и нефт. машиностр., 1970, № 9, с. 18—21.
46. Трубишко В. И. и др. «Автоматическая сварка», 1970, № 9, с. 16—18.
47. Кардонов Б. А. и др. Хим. и нефт. машиностр., 1971, № 3, с. 22—23.
48. Гладыревская С. А. и др. Двухслойные стали в химическом машиностроении. М., «Машиностроение», 1965. 152 с.
49. Галицкий Б. А. и др. Хим. и нефт. машиностр., 1966, № 12, с. 11—12.
50. Витман Д. В. и др. Хим. и нефт. машиностр., 1969, № 20, с. 20—22.
51. Сточик Г. Ф. Защитные покрытия в машиностроении. М., Машгиз, 1963. 288 с.
52. Любимов Б. В. Защитные покрытия изделий. Справочник конструктора. Л., «Машиностроение», 1969. 216 с.

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ



Аппаратурное оформление некоторых новых технологических процессов невозможно без применения неметаллических материалов.

Основные их преимущества перед металлами и сплавами заключаются в значительно (3—8 раз) более низкой плотности и в высоком коэффициенте использования при переработке (0,84—0,95 вместо 0,5—0,6 для металлов), хороших электро- и теплоизоляционных (кроме графита) свойствах, химической стойкости в растворах минеральных и органических кислот, щелочей и солей, что обеспечивает увеличение срока службы изделий в несколько раз.

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В химическом машино- и аппаратостроении полимерные материалы используются как конструкционные материалы, в качестве защитных покрытий химической аппаратуры, узлов и деталей, а также уплотнительно-прокладочных материалов [1—3]. Классификация материалов органического происхождения представлена на рис. 3.1. По разнообразию ассортимента и свойств, объему производства, масштабам использования и значимости пластические массы занимают первое место среди неметаллических коррозионностойких материалов [4—8]. Только за 10 лет, с 1960 по 1970 гг., мировое производство пластмасс возросло в 4 раза, а в СССР — в 10 раз. Пластмассы классифицируют: по методу получения,

физико-механическим свойствам, зависящим от отношения полимера к нагреванию, типу наполнителя (для наполненных пластмасс); методу переработки; применению.

По методу получения различают две основные группы пластмасс: полимеризационные и поликонденсационные.

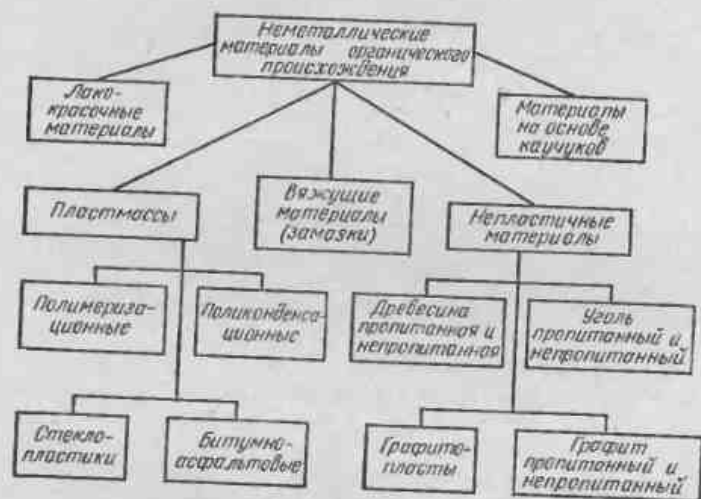


Рис. 3.1. Общая классификация неметаллических материалов органического происхождения.

При полимеризации происходит присоединение мономеров (простых исходных веществ) друг к другу без выделения каких-либо побочных продуктов реакции.

При поликонденсации реакция образования макромолекул сопровождается отщеплением низкомолекулярных продуктов, например воды, аммиака, спирта и др. Этому процессу присущи свои особенности и закономерности:

а) элементарные звенья поликонденсационных полимеров (смол) имеют иной химический состав, чем исходные продукты;

б) реакция поликонденсации протекает только при наличии в исходных продуктах функциональных групп: $-COOH$, $-OH$, $-CO$, эфирной, аминной и др., которые взаимодействуют друг с другом. От количества и вида

функциональных групп зависят строение и свойства поликонденсационного полимера (смолы);

в) реакция поликонденсации имеет ступенчатый характер. Прервать ее можно на любой промежуточной стадии, получив высокомолекулярные соединения с той или другой степенью поликонденсации.

В зависимости от отношения пластмасс к нагреванию различают термопласты и реактопласты (термореактивные пластмассы). Термопласты способны при нагревании размягчаться, плавиться и вновь затвердевать при охлаждении, сохраняя свои первоначальные свойства. Реактопласты или термореактивные пластмассы при нагревании проходят пластическое состояние, подвергаясь при этом необратимым химическим превращениям, связанным с образованием пространственной «сшитой» структуры, т. е. претерпевают процесс «отверждения», переходя в неплавкое и необратимое состояние. При охлаждении первоначальные свойства их, в отличие от термопластов, не сохраняются.

Термопласты большей частью относятся к полимеризационным пластмассам, а реактопласты — к поликонденсационным, но есть и исключения.

В зависимости от вида наполнителя пластмассы (в основном реактопласты) подразделяются на следующие группы:

1. Без наполнителя — неаполненные.
2. Слоистые — с листовыми наполнителями (ткани, бумага, стеклянные ткани, асбест) — текстолиты, гетинаксы, асботекстолиты, стеклотекстолиты.
3. Волокнистые — с волокнистым наполнителем (асбест, хлопок, лен или стеклянное волокно) — асбоволокнит (например, фволит), стекловолокниты и т. д.
4. Порошковые — с порошковым наполнителем (измельченный кварц, тальк, графит и пр.) — пресс-порошки.
5. Газонаполненные — пенопласты, поропласты и т. д.

По методу переработки в изделия пластмассы подразделяются на прессовочные и литьевые.

По применению различают следующие группы пластмасс: конструкционные химически стойкие; защитные антикоррозионные, используемые в покрытиях; теплоизоляционные (например, пенопласты); прокладочно-уплотнительные; со специальными физическими свойствами: электроизоляционные, радиопрозрачные (гетинакс, полиэтилен, стеклотекстолит), светопрозрачные —

полиметилметакрилат (оргстекло); фрикционные (для деталей тормозных систем и фрикционных передач); антифрикционные (для шестерен, подшипников, втулок и других деталей).

Приведенная довольно подробная классификация все же не исчерпывает все разнообразие свойств полимерных материалов.

Существует и более простая классификация, но она мало отражает специфику свойств пластмасс. Согласно этой классификации все пластмассы подразделяются на четыре класса:

Класс А... пластмассы на основе полимеров, получаемых цепной полимеризацией; включает 6 групп и 46 видов.

Класс Б... пластмассы на основе полимеров, получаемых поликонденсацией и ступенчатой полимеризацией; включает 8 групп и 33 вида.

Класс В... пластмассы на основе химически модифицированных природных полимеров; включает 2 группы и 16 видов.

Класс Г... пластмассы на основе природных асфальтов и смол — битумо-пласты.

По строению полимерных молекул различают пластмассы линейной и пространственной структуры (сетчатые).

Поперечные химические связи обуславливают нерастворимость, неплавкость при нагревании и другие свойства полимеров сетчатой структуры.

Пространственная структура присуща термореактивным пластмассам (смолам). Реакции образования поперечных связей протекают очень медленно при обычной температуре, быстрее при нагревании или в присутствии катализаторов. В этих условиях полимеры из относительно низкомолекулярных вязкотекучих соединений превращаются в высокомолекулярные и переходят в твердое неплавкое состояние, приобретая соответствующие свойства. Для лакокрасочных пленкообразующих подобные реакции структурирования (отверждения) протекают при их «сушке» на воздухе или при нагревании.

Для полимеров характерно деление на две группы: аморфные и кристаллические. Аморфные полимеры можно рассматривать как переохлажденные жидкости, которые в зависимости от температуры могут находиться в стеклообразном, высокоэластичном и вязкотекучем состоянии. Кристаллические полимеры характеризуются

упорядоченным расположением атомов в элементарной ячейке, степенью кристалличности, формой, размером, ориентацией и агрегацией кристаллов, температурой плавления, выше которой кристаллические области невозможны.

Способность полимеров к кристаллизации (упаковке цепей в правильную кристаллическую решетку) и скорость этого процесса зависят от гибкости, разветвленности и объемности боковых групп полимерной цепи, ее строения. Так, например, хорошо кристаллизуются полимеры линейного строения (полиэтилен) и очень трудно приобрести правильную ориентацию разветвленным макромолекулам.

Строение молекулы полимера, его состав (см. гл. 1) определяют физические, химические и механические свойства пластических масс:

1) Размеры макромолекулы, ее длина, молекулярный вес влияют на прочность, эластичность, твердость, температуру размягчения и плавления полимера:

$$\frac{1}{T_{пл}} = a + \frac{b}{X}$$

где X — длина цепи; $T_{пл}$ — температура плавления; a и b — коэффициенты [9, с. 13].

2) Полимеры с сетчатой структурой стабильнее полимеров линейного строения. Их прочностные свойства мало изменяются при повышении температуры.

3) Регулярное (изотактическое) строение полимера способствует более плотной упаковке макромолекул по сравнению с нерегулярным (атактическим), а также повышению прочности, температуры плавления и других показателей.

4) Чем выше степень кристалличности полимера, тем выше его теплопроводность, плотность и ниже растворимость. Аморфные полимеры хорошо растворяются в органических растворителях и плотность их ниже, чем кристаллических; теплопроводность их повышается при возрастании температуры, тогда как теплопроводность кристаллических полимеров снижается [10].

5) Существенное влияние на свойства полимерных материалов оказывают функциональные группы (см. табл. 3.1), а также расположение боковых заместителей в полимере.

Таблица 3.1. Влияние функциональных групп на свойства полимеров

Функциональная группа	Полимер	Свойства				
		тепло-стойкость	прочность	водо-поглощение	свето-стойкость	алгебра
Хлор — Cl Фтор — F	Поливинилхлорид Фторопласты	Повышает	Повышает	Понижает	Понижает	Понижает
		Очень сильно повышает	Повышает	Понижает	Повышает	
Гидроксильная — OH	Фенольные смолы	Повышает	Сильно повышает	Повышает	Понижает	Сильно повышает
Карбоксильная — COOH	Полнэфир	Сильно повышает	Повышает	Повышает	Понижает	Очень сильно повышает
Аминная — NH ₂	Мочелино- и меламиновые смолы	Понижает	Повышает	Повышает	Понижает	Понижает
Карбамидная — CONH ₂	Полиамиды Полуретаны	Сильно повышает	Сильно повышает	Повышает	Понижает	Сильно повышает
Циановая — CN	Полнуретаны	Понижает	Сильно повышает	Повышает	Понижает	Понижает
Метильная — CH ₃	Поликарбонаты, полиарилаты	Понижает	Сильно повышает	Понижает	Очень сильно повышает	Понижает

Полимерные материалы, в частности конструкционные пластмассы, имеют ряд преимуществ перед металлами: малую плотность (0,9—2,3 г/см³) и, как следствие, высокую удельную ударную прочность, не уступающую в ряде случаев металлам; удовлетворительную механическую прочность, сочетающуюся со способностью к высокой упругой деформации.

Кроме прочностных свойств и высокой химической стойкости в электролитах пластмассы характеризуются хорошими антифрикционными и диэлектрическими свойствами.

Полимеризационные пластмассы

Почти все пластмассы этой группы (кроме асбобинила) являются термопластами.

Наиболее важное значение среди них имеют полиолефины — продукты полимеризации ненасыщенных углеводородов этиленового ряда: этилена, пропилена, изобутилена и их сополимеры. К термопластам также относятся: поливинилхлорид, полифтор- и полихлорфторолефины (фторопласты), полистирол, полиметилметакрилат (органическое стекло), полиформальдегид.

В табл. 3.2 приводятся физические и механические свойства современных промышленных полимеризационных пластмасс (химические свойства и строение — см. гл. 1, табл. 1.5).

Полиэтилен — продукт полимеризации этилена. В зависимости от условий получения полиэтилен может иметь различный молекулярный вес, плотность, степень кристалличности. Соответственно полиэтилены различают по маркам: полиэтилен высокого давления (ВД) или низкой плотности и полиэтилен низкого давления (НД) или высокой плотности и полиэтилен среднего давления (СД).

В табл. 3.3 приводятся данные об этиленах различных марок.

За рубежом полиэтилен выпускают многие фирмы под различными марками. Ниже приводятся названия некоторых марок, выпускаемых в различных странах:

Англия	Алкотен, полтэн, телкотен
ФРГ	Луполен, хостален, вестален
Италия	Фертен, ротен
Франция	Пластлен, лионитен
США	Марлекс, алатон

Таблица 3.2. Физико-механические свойства

Показатели	Полиэтилен		Полипропилен	Полиизо- бутилен марки ПСГ
	высокого давления (низкой плотности)	низкого давления (высокой плотности)		
ГОСТ или ТУ	ГОСТ	ГОСТ	ТУ 38—2—48—69	ТУ МХП
Плотность, г/см ³	16337—70 0,92—0,93	16338—70 0,94—0,96	0,90—0,91	2987—52 1,33—1,42
Предел прочности, кгс/см ²				
при растяже- нии	120—160	220—400	300—360	30—70
при сжатии	125—145	400—450	600—700	—
при изгибе	120—170	200—450	800—1100	—
Удельная ударная вязкость, кгс·см/см ²	16	Не ло- мается	80—85	0,09
Относительное удлинение при разрыве, %	150—500	200—800	500—700	300—500
Твердость по Бри- неллю, кгс/мм ²	43—52	70—120	70—95	67 (по Шору)
Теплостойкость по Мартенсу, °С	60	75	100—110	—
Морозостойкость, °С	—70	—60	—35	—55
Температура раз- мягчения, °С	110—120	Выше 125	160—170	—
Коэффициент теп- лопроводности $\lambda \cdot 10^4$, ккал/(см·с·°С)	7,0	9,6	3,3	—
Коэффициент ли- нейного терми- ческого расши- рения $\alpha \cdot 10^6$, 1/°С	22—55	10,0	11,1	—
Удельное объем- ное электриче- ское сопроти- вление, Ом·см	1017	1017	3,5·1014	10 ¹⁵ —10 ¹⁶ (полимера)
Электрическая прочность, кВ/мм	45—60	45—60	30—32	16—23 (полимера)

* Свойства фторопластов помещены в табл. 3.5.

Таблица 3.3. Физико-механические свойства полимеризационных пластмасс*

Полистирол		Полиметил- метакрилат (органиче- ское техни- ческое стекло)	Поливи- нилхлорид (вини- пласт)	Полифор- мальдегид	Асбоин- тил
блочный	эмуль- сионный				
ГОСТ		ГОСТ	ГОСТ	МРТУ	ВТУ МХП
9440—60		15809—70	9639—71	6—05—1018—66	3109—53
1,1	1,05	1,18—1,2	1,33—1,43	1,4	1,4—1,5
350—500	350—400	650—850	400—600	650—700	150—215
800—1000	1000	1300—1500	800—1000	1300	200—350
850—1000	600—1000	1200—1400	900—1200	800—1100	130—300
15—20	15—22	Не менее 8—15	100—180	75—130	2,9
1,5—3,5	1,5—3,5	2,5—3,0	10—25	20—40	—
18—20	20	20—25	15—18	20—25	18—25
80	80	60—70	65	160—170 (по Вика)	150—200
Ниже —20	Ниже —20	—50	—20	—60	—50
100	100	90—133	160—170	170—180	—
1,9	1,9	3,5—6,0	3,9	0,2	1,3
6,0—6,2	6,0—6,8	8—12	6—7	0,8	2,4—3
10 ¹⁵ —10 ¹⁷	10 ¹⁵ —10 ¹⁵	10 ¹² —2·10 ¹³	10 ¹⁵	6·10 ¹⁴	—
20	20	25—40	15—45	20—23	—

Показатели	Полиэтилен		Полипропилен	Полиизо- бутилен марки ПСИ
	высокого давления (низкой плотности)	низкого давления (высокой плотности)		
Диэлектрическая проницаемость (при частоте 50 Гц)	2,2—2,3	2,2—2,3	2,0—2,5	2—2,5—2,35 (полимера)
Тангенс угла ди- электрических потерь (при ча- стоте 50 Гц)	0,0003	0,00014	0,0002—0,005	0,0003—0,0005 (полимера)
Водопоглощение за 24 ч. %	0,01	0,01	0,01	0—0,05
Температурный предел приме- нения, °С	80—100	100—110	140—150	80

Свойства полиэтилена (см. табл. 3.2) как и всех термопластов меняются с температурой в большей или меньшей степени, в зависимости от молекулярного веса и плотности: снижение прочности полиэтиленов НД менее резко, чем полиэтиленов ВД (см. рис. 1.28); чем больше молекулярный вес, тем снижение это меньше [11]. Характер изменения относительного удлинения при разрыве различный для полиэтиленов НД и ВД, что указывает на отличие в протекании процессов термостарения.

Химическая стойкость полиэтилена определяется его линейной структурой. Он стоек в растворах солей, кислот и щелочей, менее стоек в органических кислотах и не стоек в сильноокислительных кислотах. Наиболее стоек в спиртах, менее — в бензине, минеральных маслах, бензоле, хотя с течением времени его набухание в этих жидкостях несколько стабилизируется (рис. 3.2, с. 151).

Полиэтилены обладают очень хорошими технологическими свойствами, из них можно получать изделия литьем, экструзией, прессованием; их можно механически обрабатывать; они хорошо склеиваются и свариваются. Комплекс перечисленных свойств обуславливает использование полиэтилена во многих отраслях техники, в том числе и в химических производствах в качестве конструкционного материала (в виде труб, деталей

Полистирол		Полиметил метакрилат (органиче- ское техни- ческое стекло)	Полви- нилхлорид (винил- пласт)	Полиформ- альдегид	Асбови- нил
блочный	эмуль- сионный				
2,6	2,7—2,8	3,5—3,6	4,1	3,3 (при 10^6 Гц)	—
0,00045	0,002	0,02—0,06	0,01	0,0045 (при 10^6 Гц)	—
0,005	0,07	0,3	0,3—1,0	0,2	0,5—1,0
60—70	60—70	80	60	100—120	110—120

и сильфонов насосов, полумуфт и других деталей, хорошо противостоящих агрессивным жидкостям).

Ниже приводится сортамент полиэтиленовых труб:

Показатели	Трубы из полиэти- лена ВД	Трубы из поли- этилена НД
Условный проход, мм	6—8—10—15—20— 25—32—40—50—70 80—100—110— 125—150	От 6 до 300 мм (с интервалами, аналогичными полиэтилену ВД)
Наружный диаметр, мм	От 10 до 160	От 10 до 315
Толщина стенок для серий труб, мм		
легких (P—до 2,5 кгс/см ²) . . .	1,6—7,5	1,6—7,7
средних (P—до 6 кгс/см ²)	1,6—12	2,0—12,8
тяжелых (P= = 10 кгс/см ²) . .	2,0—10,5	2,0—14,6
Масса 1 пог. м для серий труб, кг		
легких	До 3,6	До 7,75
средних	До 3,67	До 8,80
тяжелых	До 1,73 (50 мм)	До 6,86

Полиэтиленовые ленты, пленки, листы и тонкодисперсный порошок используются для получения защитных покрытий.

Таблица 3.3. Характеристика полиэтиленов, полученных в различных условиях

Марка полиэтилена	Условия полимеризации (давление)	Молекулярный вес	Степень кристалличности, %	Плотность, г/см ³
ВД	1200—1500 кгс/см ²	$18 \cdot 10^3$ — $35 \cdot 10^3$	55	0,92
НД	10 кгс/см ² + катализатор (Циглера)	$8 \cdot 10^4$ — $3 \cdot 10^6$	85	0,94—0,95
СД	30—40 кгс/см ² + катализатор (MeO)	$7 \cdot 10^4$ — $4 \cdot 10^5$	90	0,96—0,97

Полипропилен — продукт полимеризации пропилена. Получается в виде порошка или гранул белого цвета, нескольких марок в зависимости от назначения: ПП-1 и ПП-2 (для изготовления изделий литьем под давлением), ПП-3 (для переработки литьем и экструзией), ПП-4 (для переработки только экструзией), ПП-5 (для переработки экструзией и прессованием).

По свойствам полипропилен перечисленных марок различается мало, что видно из приводимых ниже данных:

	ПП-1	ПП-2	ПП-3	ПП-4	ПП-5
Прочность, кгс/см ² , не менее . . .			250		
Относительное удлинение, %, не менее . . .	100	300	300	400	400
Морозостойкость, °С	Не выше —5	—10	—10	Не выше —15	

Полипропилен отличается высокой степенью кристалличности (95%) и повышенной, по сравнению с полиэтиленом, температурой плавления (160—170°C). Этим определяются значительные преимущества полипропилена перед полиэтиленом: более высокие прочность, термостойкость, газо- и паронепроницаемость, стойкость к действию агрессивных сред и растворителей. Он менее подвержен растрескиванию в агрессивных средах, но более чувствителен к термоокислительной деструкции (старению) [12, с. 129—132].

Морозостойкость полипропилена значительно ниже чем полиэтилена. Для ее повышения полипропилен мо-

дифицируют другими олефинами, например полиэтиленом. Сополимер этилена с пропиленом (СЭП) имеет ту же морозостойкость, что и полиэтилен. Степень кристалличности СЭП меняется в зависимости от содержания пропилена, вызывая соответственное увеличение молекулярного веса. Прочностные свойства СЭП с повышением температуры меняются менее резко, чем для полиэтилена.

Методы переработки полипропилена и полиэтилена аналогичны, но склеивается полипропилен несколько труднее, чем полиэтилен. Из полипропилена можно изготавливать трубы, электротехнические и машиностроительные детали, формованные и литые изделия, отличную газонепроницаемую пленку, а также волокна технические и текстильные.

С увеличением масштабов производства полипропилен бесспорно будет все больше применяться в антикоррозионной технике. За рубежом он известен главным образом под названием «моплен».

Полиизобутилен — каучукоподобный термопласт с различным молекулярным весом в зависимости от степени полимеризации. Полиизобутилен выпускают следующих марок: П-20, П-50, П-85, П-100, П-118, П-155 и П-200. Для улучшения свойств и прочности в него вводят наполнители (сажу, графит, тальк) или модифицируют другими полимерами, например полиэтиленом.

В качестве коррозионностойкого материала используется полиизобутилен марок П-200 и П-155, наполненный сажей и графитом и выпускаемый по ТУ 2987—52 в виде листового обкладочного материала «пластин полиизобутиленовых марок ПСГ». Полиизобутиленовые обкладки могут применяться самостоятельно для защиты от коррозии или в качестве непроницаемого подслоя для различных видов футеровки при температурах до 100°C. Большим преимуществом полиизобутилена марки ПСГ является хорошее крепление к металлу (без нагревания)

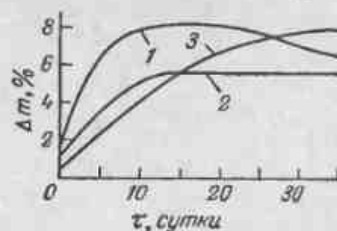


Рис. 3.2. Кинетические кривые набухания полиэтилена в органических жидкостях: 1—бензол; 2—бензин; 3—циклогексан.

на клеи 88 или 88Н. За рубежом листовой полиизобутилен известен под маркой «опанол». Полиизобутилен марок ПОВ (ПОВ-20, ПОВ-30 и др.) выпускается в композиции с полиэтиленом и используется как прокладочный материал.

Полистирол — термопластичный полимер. Промышленностью выпускаются полистиролы различных видов:

1. Полистирол общего назначения, подразделяющийся по способу получения: блочный (марки Д и Т), суспензионный ПС-С и ПС-СП (пластифицированный) и эмульсионный (марки А и Б).

2. Сополимеры полистирола: с α -метилстиролом (САМ), с метилметакрилатом и акрилонитролом (СН-20, МС, МСН — ГОСТ 12271—66) и др.

3. Пенополистирол (марки ПС-1, ПС-2, ПС-4, ПСБ и ПСБ-С).

4. Поли-*л*-хлорстирол, полидихлорстирол, поливинилтолуол, полидиметилстирол — полимеры производных стирола.

5. Ударопрочный полистирол — композиция стирола с каучуками в виде смесей с СКБ и СКС или в виде блок- и привитых сополимеров стирола с каучуками, в частности, нитрильным (СНП). Ударопрочные полистиролы марок УП-1 и УП-1Э, ПС-СУ обладают повышенной механической прочностью и эластичностью. Полистиролы марок СНП и СНП-С (самозатухающий) характеризуются более высокой удельной ударной вязкостью и выдерживают без разрушения ударные нагрузки.

Верхний предел рабочих температур полистиролов невелик и составляет от 60 °С до 100—108 °С.

Полистирол обладает достаточно высокой химической стойкостью в электролитах, но набухает и растворяется в большинстве органических растворителей (кроме спиртов). Сополимеры стирола (САМ, СН, МСН) более стойки в бензине и минеральных маслах, чем полистирол.

Полистиролы — отличные диэлектрики, поэтому они применяются главным образом в электротехнике и радиопромышленности.

Для изготовления антикоррозионных и тропикостойких деталей предназначается полистирол марки А, для деталей с повышенной механической прочностью и стойкостью к морской воде, бензину и маслам — сополимеры

стирола с акрилонитрилом и каучуком СКН марок: СН, СН-28, СН-20 и СНП.

За рубежом полистирол и его сополимеры выпускаются под следующими названиями: «стирон», «дилон», «каринекс», «краластик», «циколак» и др.

Полиметилметакрилат — (органическое стекло) — продукт полимеризации метилового эфира метакриловой кислоты. Выпускается в виде стекол листовых (10 марок) и светотехнических (18 марок), а также порошков для прессования и литевых термопластов марок ЛП и ЛПТ. Механические и некоторые физические свойства приведены в табл. 3.2.

Полиметилметакрилат отличается высокой прозрачностью, механической прочностью, малой плотностью, стойкостью к бензину, маслам и воде. Сильное влияние на механические свойства оказывает температура, что естественно для термопластов; нижний предел эксплуатации составляет минус 180 °С, верхний 80—90 °С.

Переработка полиметилметакрилата (формование органических стекол) связана со значительной (до 100%) вытяжкой материала — ориентацией, которая оказывает влияние и на свойства. Поэтому свойства ориентированных и неориентированных органических стекол — различны. В химических производствах органические стекла используются для изготовления смотровых и водомерных стекол, прозрачных аппаратов для опытных полупромышленных установок и деталей контрольно-измерительных приборов.

За рубежом полиметилметакрилат известен под названием «плексиглас» (США, ФРГ, ГДР, Франция), «перпекс» (Англия) и др.

Поливинилхлорид — продукт полимеризации хлористого винила; выпускается в виде жесткого материала — винипласта или пластифицированного — полихлорвинилового пластиката. Поливинилхлорид получается водно-эмульсионной полимеризацией винилхлорида с применением инициаторов и эмульгаторов; последние могут растворяться в воде (латексная полимеризация), или мономере (суспензионная полимеризация). Соответственно различают поливинилхлорид суспензионный ПВХ-С марок: ПВХ-С70, ПВХ-С62, ПВХ-С60 и др. (цифра характеризует средний молекулярный вес) и поливинилхлорид ПВХ-Л латексный (9 марок).

Винипласт изготавливают из поливинилхлорида марок ПВХ-С62, ПВХ-С60 и пластификаторов. Винипласты различаются по назначению: прокладочные, кабельные, светотермостойкие, изоляционные и др.

Для винипласта характерно сочетание высокой стойкости во многих агрессивных средах (кислотах, щелочах, растворах солей, некоторых органических растворителях) с хорошими физико-механическими и диэлектрическими свойствами (см. табл. 3.2) [13, с. 19, 150, 308]. Его прочностные свойства при воздействии минеральных кислот [14, с. 18] почти не изменяются (рис. 3.3).

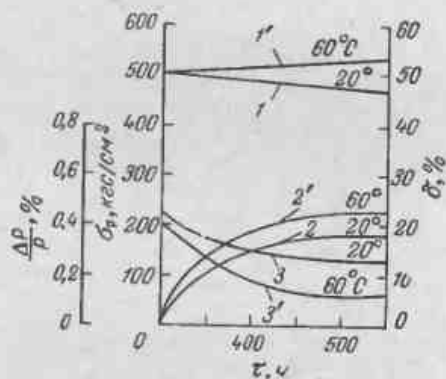


Рис. 3.3. Изменение свойств винипласта в 50%-ной H₂SO₄ при 20°C и 60°C:

1, 1' — прочность (σ_p); 2, 2' — набухаемость ($\frac{\Delta P}{P}$, %); 3, 3' — относительное удлинение (δ , %).

Винипласт обладает хорошими технологическими свойствами: он легко сваривается, склеивается, формируется, прессуется, штампуется, хорошо поддается различным видам механической обработки (резанию, фрезерованию, сверлению и т. д.).

В связи с этим винипласт широко используется в качестве конструкционного материала для изготовления труб, запорной и соединительной арматуры, небольших аппаратов, ванн и т. п., а также в качестве защитных покрытий.

Промышленность уже давно и в большом ассортименте выпускает изделия из поливинилхлорида для химических производств (табл. 3.4).

Таблица 3.4. Ассортимент, назначение и размеры изделий и полуфабрикатов из винипласта [12, 15, 16]

Наименование	Назначение	Размеры
Листы	Для вентиляционных труб, аппаратов, футеровки	Разные
Трубы, стержни и профили	Для трубопроводов, транспортирующих агрессивные среды	Диаметр от 6 до 150 мм по сериям для давлений: 2, 5, 6 и 10 кгс/см ²
Трубки гибкие (шланги)	Для транспортировки газов, воды, масел	—
Фасонные части	Отводы, тройники, крестовины, компенсаторы, насосы	Диаметр отводов и тройников от 15 до 100 мм; компенсаторов — от 25 до 90 мм
Вентили типа «Косва» и др.	Запорная арматура	Диаметр запорной арматуры: 25, 50, 70—75 мм
Мерники, сборники, отстойники, адсорберы, монжусы, баки	Аппаратура для работы в агрессивных средах	Размеры емкости: 1,25 и 3,2 м ³ (под налив при давлении 0,4 кгс/см ²)
Колонные аппараты	Очистные, ректификационные и другие колонны	Высота до 4 м, диаметр до 0,5 м (под налив)
Пластикат листовый прокладочный, кабельный	Для защитных покрытий, прокладок в агрессивных средах, для электронизоляции и оболочек электрических кабелей	Разные
Пластикат пленочный	Для диафрагм, мембран и других деталей газовой аппаратуры	—
Липкая лента	Для защиты подземных и магистральных газонефтепроводов	—
Футерованные винипластом стальные трубы и арматура	Для трубопроводов, транспортирующих агрессивные среды при температурах от 0 до +60°C	Диаметр (Ди) от 10 до 150 мм (для давлений до 16 кгс/см ²)

Применение винипласта несколько ограничивается его невысокой термостойкостью (60—70°C) и недостаточной морозостойкостью (от —10 до —20°C).

Из сополимеров винилхлорида хорошо известен поливинилиденхлорид (саран), содержащий > 20% винилиденхлорида, обладающий более высокими, чем винипласт, физико-механическими свойствами и химической стойкостью. Применяется саран для футеровки и изготовления коррозионноустойчивых труб, арматуры, пленок, волокон, пропиточных составов и антикоррозионных покрытий марки ВХВД (ГОСТ 10005—62). Известны и другие отечественные сополимеры: винилит, хлорвинит, винипроз, имеющие различное техническое назначение.

За рубежом винипласт известен под названием: «винидур», «эскадур», «PVC» (жесткий), а пластикат — под названием «экалит», «велвик», «PVC» (мягкий).

Фторопласты или фторлоны (полифторолефины) — продукты полимеризации фторпроизводных этилена: фторзамещенные тетрафторэтилены (фторопласт-4) и трифторхлорэтилены (фторопласт-3). Фторопласты-4 выпускают следующих марок: Ф-4, Ф-42, Ф-40, Ф-4Д, Ф-42Л, Ф-4М; фторопласты-3 марок: Ф-3, Ф-32Л, Ф-3М [17, с. 31—34].

Физико-механические свойства фторопластов обеих групп представлены в табл. 3.5. По свойствам фторопласты, особенно фторопласты-4, резко отличаются от остальных термопластов своей исключительно высокой химической стойкостью и широким интервалом температур применения: от —195 до +125—170°C (для фторопластов-3) и от —270 до +260—300°C (для фторопластов-4).

По химической стойкости фторопласт-4 превосходит не только все известные пластмассы, но и большую часть металлов. На него действуют только расплавы щелочных металлов и элементарный фтор, а из растворителей — фторированный керосин.

Стойкость фторопласта-3 несколько ниже. Кроме перечисленных реагентов на него также действуют ароматические и некоторые хлорсодержащие углеводороды.

Фторопласты обладают очень хорошими диэлектрическими свойствами и низким коэффициентом трения, что определило их широкое применение в качестве диэлектриков и антифрикционного материала. Но по техноло-

Таблица 3.5. Свойства фторопластов

Показатель	Ф-3	Ф-3М	Ф-4	Ф-4Д	Ф-40	Ф-42	Ф-4М
Плотность, г/см ³	2,09—2,16	2,02	2,16—2,26	2,2—2,23	1,65—1,66	1,98	2,15—2,17
Прочность при растяжении, кгс/см ²	350—400	230—300	140—250	120—200	270—350	300—500	160—220
Модуль упругости при изгибе, кгс/см ²	11 600—14 500	9 600—11 500	4 700—8 500	—	9 500—10 500	4 050	5 700 (при 70°C)
Удельная ударная вязкость, кгс·см/см ²	20—160	Не определяется	100	—	125	137—196 (не до- мается)	—
Относительное удлинение при разрыве, %	20—40	150—250	250—500	80—300	100—300	300—500	250—400
Твердость по Бриггелю, кгс/мм ²	10—13	8	3—4	—	5,8—6,3	4,5	3—4
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	1,2·10 ¹⁸	2·10 ¹⁷	10 ¹⁷ —10 ²⁰	Не менее 10 ¹⁶	10 ¹⁷	2·10 ¹¹	10 ¹⁸ —10 ¹⁸
Диэлектрическая проницаемость (при частоте 10 ⁶ Гц)	2,5—2,7	2,5	1,9—2,2	2,2	2,5 (10 ⁵ Гц)	11,3 (10 ³ Гц)	1,9—2,2 (10 ³ Гц)
Тангенс угла диэлектрических потерь при 10 ⁶ Гц	0,010	0,010	2—25·10 ⁻⁴	Не более 3·10 ⁻⁴	65·10 ⁻⁴	0,2 (10 ³ Гц)	3—7·10 ⁻⁴ (10 ³ Гц)
Рабочая температура, °С	—95	—195	—269	—100	Ниже —60	—60	—190 (до —280) +200 (до +220)
минимальная							
максимальная	+125(до+170)	+150	+260	+250	225	120	

гическим свойствам фторопласты уступают другим термопластам. При нагревании выше температуры плавления (327 °С) фторопласт Ф-4 не переходит в вязкотекучее состояние, а при 415 °С начинает разлагаться. Для получения изделий из фторопласта его прессуют при обычной температуре и большом удельном давлении (300—400 кгс/см²), а затем спекают полученную форму при 370—380 °С.

В зависимости от скорости охлаждения, после спекания можно получить закаленные или незакаленные изделия, которые будут различаться по степени кристалличности и плотности. Кристалличность закаленных изделий около 50%, а плотность ~ 2,15 г/см³; кристалличность незакаленных изделий более 65%, а плотность 2,20 г/см³. Максимальная степень кристалличности 89% соответствует плотности 2,28 г/см³ (фторопласт марки Ф-4).

Под нагрузкой и при повышенной температуре фторопласт-4 подвержен значительным деформациям (ползучести), которая зависит от степени кристалличности, температуры и нагрузки (табл. 3.6). При длительном действии нагрузки деформация может быть подсчитана по формуле:

$$\lg V_{\tau} = \lg V_1 + a \lg \tau$$

где V_{τ} — деформация за τ суток; %; V_1 — деформация за 1 сутки, %; τ — продолжительность, сутки; a — коэффициент, зависящий главным образом от температуры и в меньшей степени от нагрузки

Для фторопласта-4 со степенью кристалличности ~ 50% значения a приведены в табл. 3.6; при большей кристалличности (65—68%) коэффициент ползучести несколько меньше.

Таблица 3.6. Ползучесть фторопласта-4 [4, т. 1, с. 136]

Вид деформации	Температура, °С	Напряжение, кгс/см ²	Деформация за 1 сутки (V ₁), %	Коэффициент a
Сжатие	20	33	6,00	0,03
»	20	21	3,05	0,032
Растяжение	40	28	2,72	0,038
»	100	28	5,58	0,040
»	140	21	4,67	0,042
»	200	14	4,08	0,048
»	250	14	5,17	0,055

Химическая инертность фторопласта-4 обуславливает и его плохие адгезионные свойства; поэтому он не склеивается. Сварить его можно только методом тепловой контактной сварки, нагревая до 385—400 °С при давлении 5—10 кгс/см².

Разработан также способ флюсовой сварки фторопласта, позволяющий получать прочность сварного шва, почти равную первоначальной прочности материала.

Еще труднее фторопласт-4 склеить. Для этого предварительно активируют его поверхность, например, 1%-ным раствором металлического натрия в жидком аммиаке или в смеси: нафталин + тетрагидрофуран [4, 18]. После такой обработки изделия из фторопласта-4 склеивают между собой, а также с другими материалами обычными клеями. Для обработки фторопласта-4 перед склеиванием предложены также и другие химические соединения [19].

Для облегчения технологической обработки фторопласта-4 предложены различные способы модификации политетрафторэтилена.

Модифицированный фторопласт Ф-4Д представляет собой водную суспензию тонкодисперсного порошка фторопласта-4. Он отличается от обычного политетрафторэтилена формой частиц и несколько меньшим молекулярным весом. Водные суспензии фторопласта Ф-4Д, стабилизированные поверхностно-активными веществами, используются для получения покрытий, изготовления пленок, пропиток и т. п. Из водных суспензий можно получать также пасту осаждением порошка и введением в него бензина, вазелинового масла, ксилола и толуола. Полученная паста может быть использована затем для переработки методом экструзии с последующим спеканием изделия при 370 °С. Таким способом изготавливают трубки и другие изделия с более сложным профилем. Эту же пасту можно применять в качестве химически и термически стойких сальниковых набивок или прокладок. Фторопластовые уплотнительные материалы ФУМ (МРТУ 6-М870—62), набивки (ВТИ 110—62) широко используются для насосов, соединений, затворов и других конструктивных узлов, работающих в условиях трения, вибраций, повышенных температур и агрессивных сред [20—22].

Фторопласты Ф-40, Ф-42 и Ф-4М также представляют собой модифицированные материалы, способные обрабатываться прессованием, экструзией, литьем под давлением и свариваться горячим способом. Они выпускаются в виде белого порошка и могут использоваться для защиты от коррозии химической аппаратуры, труб, фитингов и других изделий, работающих в сильно агрессивных средах [2, 4].

Для получения пленок и лаковых покрытий разработаны растворимые в органических растворителях фторопласты марок: Ф-32Л и Ф-42Л [4].

В последнее время появились новые материалы на основе фторопласта-4 — наполненные, более прочные и износостойчивые [2, 23, 24]. В качестве наполнителей используются графит и дисульфид молибдена, которые повышают антифрикционные свойства фторопласта-4, стеклонанополнители, улучшающие механические свойства, в частности износостойкость, и металлы (медь, бронза, серебро и др.), повышающие теплопроводность и прочность. Такие материалы марок ФКН-7, ФКН-14 производятся в опытно-промышленном масштабе [2]. Их химическая стойкость, особенно ФКН-14, несколько ниже, чем фторопласта-4, но они рекомендуются в качестве уплотнительных деталей компрессоров и насосов, например, для перекачки 15%-ной серной кислоты при 70 °С.

В отличие от политetraфторэтилена (фторопласта-4) трифторхлорэтилен (фторопласт-3) обладает хорошими технологическими свойствами и перерабатывается прессованием, литьем под давлением, экструзией, но при сравнительно высоких температурах (200—220 °С и выше).

Термостойкость фторопласта-4 не очень велика (100—120 °С); для модифицированного фторопласта-3М температурный интервал применения [25] шире (150—170 °С).

Фторопласт-3 поставляется на заводы в виде порошка или заготовок. Из него изготавливаются детали, главным образом электротехнические, прокладки, мембраны и другие изделия; он применяется также в качестве покрытий для защиты химической аппаратуры. Ассортимент прессовочных и подделочных фторопластовых материалов, выпускаемых отечественной промышленностью, приведен ниже:

Фторопласт Ф-4 (марки А, Б и В) ГОСТ 10007—72	Для изделий и пленок, стойких к агрессивным средам, с высокими диэлектрическими свойствами
Фторопласт Ф-4Д и Ф-4ДЛ ГОСТ 14906—69	Для изготовления шлангов и труб из пасты и суспензий и для получения изоляционных и антифрикционных покрытий профильных изделий, а также для пропиток
Фторопласт Ф-40 (марки П, Ш и Д) ВТУ М-817—59	Для химически стойкого уплотнительного материала и диэлектрика. Для изготовления конструктивных изделий прессованием (П) и экструзией (Ш); суспензия 40Д — для электроизоляционных покрытий
Фторопласт Ф-42 (марки В, П и Л) ВТУ 208—62	Для изготовления прессованных и экструзионных изделий (П), волокон (В) и лаковых покрытий (Л), стойких к агрессивным средам
Заготовки из фторопласта-4 ТУ М-810—59	Для изготовления методом механической обработки электроизоляционных антифрикционных элементов и деталей химической аппаратуры
Фторопласт Ф-4М	Для изготовления изделий литьем, экструзией, прессованием
Пластины из фторопласта-4 ВТУ 35-ХП—397—62	Для прокладок и диафрагм
Трубы из фторопласта Ф-4 (Ду от 25 до 420 мм, длина до 2000 мм) ВТУ № 277—60	Для транспортировки агрессивных жидкостей и газов
Фторопласт Ф-3 ГОСТ 13744—68	Для антикоррозионных покрытий (суспензии) и для изготовления изделий
Фторопласт Ф-3М (марки А и Б) МРТУ 6-05-905—63	Для защитных покрытий и для изготовления пленок и деталей
Заготовки из фторопласта Ф-3М ВТУ М-840—61	Для изготовления методом механической обработки уплотнительных и конструктивных деталей
Изделия из фторопласта Ф-3 ТУ М-830—60	Для уплотнительных элементов конструкций
Фторопластовый уплотнительный материал ФУМ (марки В, Ф и К) МРТУ 6-М-870—62	Для получения химически стойких и термостойких самосмазывающихся набивочных и прокладочных материалов

Кроме того, для химических производств изготавливается не типовое фторопластовое оборудование: сильфоны, фильтрующие элементы, детали насосов, футеровочные плитки, царги, насадки и другие детали для ректификационных колонн, теплообменники [2, с. 416 и сл., 26—28].

За рубежом многие фирмы выпускают фторопласты под различными названиями: «тефлон», «флуон», «хостафлон», «флуорофлекс», «флуоропласт» и др.

Полиформальдегид (полиоксиметилен) — продукт полимеризации формальдегида и его тримера — триоксана.



Рис. 3.4. Кинетика водопоглощения полиформальдегида [4, т. 1 с. 263].

Он характеризуется повышенной степенью кристалличности (около 75%), высокими механической и ударной прочностью, эластичностью, модулем упругости, высокой термостабильностью, хотя твердость его при повышении температуры резко снижается.

Практически полиформальдегид сохраняет свои свойства в интервале температур от -50 до $+100-120^{\circ}\text{C}$ [29, 30]. При этой температуре, даже при напряжении до 175 кгс/см^2 , коэффициент трения полиформальдегида по стали (0,1—0,3) не изменяется, поэтому он является антифрикционным материалом.

Отличные физико-механические свойства полиформальдегида сочетаются с хорошими диэлектрическими свойствами, которые не ухудшаются при значительной влажности и даже после непосредственного контакта с водой. Очень малое водопоглощение формальдегида практически не изменяется во времени (см. рис. 3.4).

Довольно высокая температура плавления полиформальдегида (180°C), наряду с большой степенью кристалличности и лучшим, чем у других пластмасс, сопротивлением ползучести, особенно при повышенной тем-

пературе, обуславливает высокую стабильность размеров изделий из полиформальдегида.

Износостойкость полиформальдегида выше, чем других полимерных материалов, хотя и уступает полиамидам.

Полиформальдегид отличается повышенной стойкостью (по сравнению, например, с полиэтиленом) к действию органических растворителей — спиртов, эфиров и особенно ароматических, алифатических и галогеносодержащих углеводородов, но он разрушается в концентрированных минеральных кислотах и щелочах и по водостойкости уступает полиэтилену. Более подробные данные о химической стойкости полиформальдегида приведены в гл. 4.

Полиформальдегид легко перерабатывается на стандартном оборудовании обычными методами: литьем, экструзией и прессованием; он легко сваривается и склеивается.

Методом экструзии из полиформальдегида можно получать различные профилированные изделия: прутки, шланги, стержни, трубы; его можно также использовать и как конструкционный материал для изготовления шестерен, зубчатых колес, вкладышей подшипников скольжения, арматуры и других изделий. Пленка из полиформальдегида очень прочна и выдерживает длительное время нагрузку, а также воздействие обычных растворителей. Полиформальдегид с добавлением стабилизаторов выпускается в виде порошка или гранул двух марок: А — литьевой, Б — экструзионный, разного назначения.

За рубежом полиформальдегид выпускает фирма «Дюпон» под названием «делрин».

Асбовинил представляет собой пластическую массу, полученную из смеси лака этиноль и измельченного асбеста. Несмотря на то, что полимер получается полимеризацией дивинилацетилена и тетрамера ацетилена, асбовинил относится к термореактивным пластмассам, так как в процессе отверждения переходит в неплавкое и нерастворимое состояние.

Для получения асбовинила перед употреблением смешивают дивинилацетиленовый лак (лак этиноль) с асбестовым волокном и постепенно отверждают на воздухе (без подогрева — в течение 10—30 суток; при нагревании — в течение 2—15 суток в зависимости от

температуры). Асбовинил легко механически обрабатывается. Он используется в качестве защитных покрытий, а также для изготовления листов, пластин, труб, арматуры и отдельных деталей [16], работающих в агрессивных средах: разбавленных щелочах, растворах солей, неокисляющих минеральных и органических кислотах, в сухих и влажных газах, в пресной и морской воде. Асбовинилом можно защищать не только металлы, но дерево и бетон.

Поликонденсационные пластмассы

Термопластичные смолы и пластмассы

За исключением относительно давно известных полиамидов, в эту группу вводят другие термопластичные поликонденсационные материалы (фенилон, пентапласт, поликарбонаты, полиарилаты, полисульфон), характерные свойства которых представлены в табл. 3.7.

Полиамиды — продукты поликонденсации дикарбоновых кислот и диаминов. Это гетероцепные полимеры, содержащие в основной цепи амидные группы —CONH—.

Виды и марки полиамидов очень разнообразны и зависят от типа использованных для их получения дикарбоновых кислот и диаминов. Из полиамидов литьем под давлением или прессованием изготавливаются различные изделия для машиностроения, электротехнической, авиационной и других отраслей промышленности, а также пленки и клеи. Значительная часть полиамидов используется для получения синтетических волокон.

Представителями полиамидов, применяемых в качестве пластмасс, являются нейлоны, капрон, капролон, смола 68 и др. Ниже приведен ассортимент и назначение выпускаемых полиамидов:

Наименование, ГОСТ или ТУ	Назначение
Полиамидная смола 54 ТУ МХП М 318—56 МРТУ 6-05-1032—66	Для изготовления ударопрочных изделий, стойких к действию нефтепродуктов, масел, эфиров и щелочей
Полиамидная смола 548 ТУ М 739—57 МРТУ 6-05-1032—66	То же

Наименование, ГОСТ или ТУ	Назначение
Полиамидная смола 68 ТУ М 617—57 ГОСТ 10589—63	Для изготовления механических и ударопрочных изделий, стойких к алифатическим, ароматическим, хлорированным углеводородам, спиртам, альдегидам, кетонам, маслам и растворам щелочей
Полиамидная смола АК-7 ВТУ П 328—63	Для изготовления водо-масло-бензостойких изделий с хорошими диэлектрическими свойствами
Капролон ТУ П 382—64	Для изготовления крупногабаритных изделий, шестерен, вкладышей, подшипников, втулок, колец, уплотнительных прокладок
Полиамидная пленка ПК-4 ТУ УХП МОСНХ 17—58	В качестве герметизирующих изоляционных материалов, стойких к углеводородам; упаковочного и газонепроницаемого материалов
Капрон (поликапролактан) ВТУ ГХП М 687—57 ВТУ УХП 69—58	Для изготовления шестерен, вкладышей, подшипников, деталей арматуры
Наполненный полиамид 68 ВТУ П 179—60. ТУ П 323—63	Для изготовления антифрикционных деталей водо-, щелоч-, бензол- и бензиностойких

Полиамиды отличаются высокой износ- и абразивостойкостью, хорошими антифрикционными свойствами и стойкостью к атмосферным воздействиям и многим химическим реагентам. Температура оказывает меньшее влияние на прочностные свойства полиамидов, чем на свойства других термопластов (см. рис. 1.28).

При введении в полиамиды графита, талька и других наполнителей улучшаются их механические и эксплуатационные свойства, а влияние температуры уменьшается.

Вследствие склонности к гидролизу, особенно в кислых средах, полиамиды нестойки в кислотах. В щелочах, особенно в разбавленных растворах, некоторые из них могут применяться. В воде полиамиды сильно набухают, что влияет на их механические свойства.

По стойкости в окислителях и особенно органических растворителях (бензине, маслах и т. п.), они значительно превосходят большинство других термопластов [31, с. 182—194].

Фенилон [4, т. 2, с. 326 и сл.] — ароматический полиамид, получаемый поликонденсацией ароматического диамины и производных изофталевой кислоты. Структура

Таблица 3.7. Физико-механические свойства

Показатели	Полиамиды		Фенилон (пресс-материал)
	П-68	капролон В	
ГОСТ или ТУ	ГОСТ 10589-63	МРТУ 6-05-988-66	ТУ № В-75-66
Плотность, г/см ³	1,10	1,16	1,3-1,4
Предел прочности, кгс/см ²			
при растяжении	450-500	900-950	800
при сжатии	700-900	1200-1250	—
при изгибе	800-900	1200-1500	1100
Удельная ударная вязкость, кгс·см/см ²	100-120	100-160	10
Относительное удлинение при разрыве, %	100	20	5
Твердость по Бринеллю, кгс/мм ²	10-15	20-25	—
Теплостойкость по Мартенсу, °С	55-60	55-60	Не менее 270 (по Вика)
Температура плавления, °С	213-220	210-218	—
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	4·10 ¹⁴	2·10 ¹⁴	1·10 ¹⁴
Электрическая прочность, кВ/мм	Не менее 20	22	Не менее 22
Тангенс угла диэлектрических потерь (при частоте 10 ⁶ Гц)	Не более 0,03	0,032	—
Водопоглощение, %	3,3 (максимальное)	6,57 (максимальное)	2,7 (за 10 суток)
Температурный предел применения, °С	—	—	До 260

полноконденсационных термопластов

Пентапласт	Поликарбонаты	Полиарилаты		Полисульфон [20]
		Д-3	Ф-2	
—	ТУ П-7-63	ТУ НИИПМ № П-467-66	ТУ ИИЭОС и НИИПМ № 02-65	—
1,4	1,2	1,197	1,168	1,24
400	600-700	850-900	400-450	710
850	800-900	900-1200	800-900	—
650	1000-1100	1000-1200	550-650	1080
40-80	120-140	50-80	20-25	—
28	20-100	10	15	5-6
9-11	15-16	20-25	20-25	118-120 (по Роквеллу)
160-170 (по Вика)	120-130	210 (по Вика)	280 (по Вика)	174
180	235-275	260-275	320-340	—
4·10 ¹⁶	1,5·10 ¹⁶	5,1·10 ¹⁴	8,5·10 ¹⁵	5·10 ¹⁶
23	~35	—	—	—
0,011	0,0035	0,0181	0,0015	0,0056
<0,01	0,4 (максимальное)	0,02	0,05	—
120-135	135-137	155-175	250	~170

фенилона обуславливает его высокую (430°C) температуру плавления и соответственно термостойкость при эксплуатации до 260°C, а также повышенные химическую и радиационную стойкость. Фенилон стоек в концентрированных соляной и уксусной кислотах, щелочах, не растворяется в ацетоне, спиртах, алифатических и ароматических углеводородах, маслобензостоек. Ниже приводятся данные, характеризующие химическую стойкость фенилона при комнатной температуре [4, т. 2, с. 337]:

Среда	Прочность при растяжении, % (от начальной)	Изменение массы, %
Продолжительность испытания 165 ч		
Кислота		
азотная, 57%-ная . . .	70	+13,0
серная, 70%-ная . . .	50	+79,0
соляная концентрированная	95	+1,4
уксусная, 98%-ная . . .	95	-0,2
Гидрат окиси калия		
10%-ный	100	+2,5
40%-ный	100	+1,2
Бензин «Галоша»	100	+0,9
Трансформаторное масло .	85	+0,2
Диметилформамид	0	Разрушение
Продолжительность испытания 2000 ч		
Бензин А-72	—	0,33
Дизельное топливо	—	0,37
Веретенное масло	—	0,25

По прочности и антифрикционным свойствам пластмассы на основе фенилона равноценны полиамидам, по удельной ударной вязкости уступают им, но по термостойкости они значительно превосходят полиамиды (рис. 3.5).

Отечественной промышленностью выпускаются фенилоны марок ВА, ВВ и С.

Пресс-материалы фенилон и фенилон С используются для изготовления деталей, работающих в интервале от -60 до +250°C.

Фенилон С используется также для получения электроизоляционного лака (ЛФС-1), влагостойких и электроизоляционных пленок и покрытий с термостойкостью до 260°C и морозостойкостью ниже -50°C.

Материалы на основе фенилона сочетают хорошие физико-механические свойства (см. табл. 3.7), радиационную и химическую стойкость с отличной термостойкостью.

Пентапласт — термопластичный полиэфир хлорированный полипентаэритрит, получаемый поликонденсацией формальдегида и ацетальдегида.

Это кристаллический полимер, хлорметильная группа которого связана с углеродом основной цепи полимера. Пентапласт содержит до 46% хлора; в отличие от поливинилхлорида и перхлорвинила он при нагревании до 285°C не выделяет хлористого водорода и таким образом обеспечивает высокую химическую стойкость материала, аналогично фторопластам, но уступает им по стойкости к окислителям.

Пентапласт стоек к большинству органических растворителей, слабым и сильным щелочам, слабым и некоторым сильным кислотам; на него действуют только сильные окисляющие кислоты, такие, как азотная и дымящая серная [32]. При этом воздействие агрессивных сред значительно меньше влияет на изменение механических свойств пентапласта, чем на изменение свойств фторопласта-3. Пентапласт более стоек, чем полипропилен, к концентрированным минеральным кислотам (30%-ной хромовой и 60%-ной серной) и органическим кислотам (75%-ной уксусной) и особенно к органическим растворителям: кетонам, хлорсодержащим и ароматическим углеводородам. Такая повышенная химическая стойкость пентапласта обусловлена его строением — прочностью связи хлорметильных групп с углеродом основной цепи и компактностью его кристаллической структуры. Удачное сочетание физико-механических свойств с повышенной химической стойкостью выгодно отличает пентапласт от других термопластичных материалов. Пленки пентапласта практически непроницаемы для кислорода и азота; по сравнению с полиэтиленом они менее газопроницаемы для паров воды и двуокиси углерода.

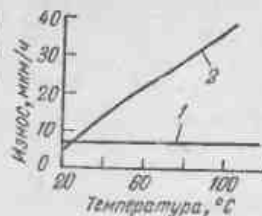


Рис. 3.5. Влияние температуры на износостойкость пластмасс из фенилона (1) и капрона (2) [4 с. 340].

Пентапласт обладает хорошими механическими и диэлектрическими свойствами (см. табл. 3.7), его теплоустойчивость $\sim 120^\circ\text{C}$. Степень изменения физико-механических показателей пентапласта с температурой меньше, чем полиамидов, поликарбоната и особенно поливинилхлорида (см. рис. 1.28).

Пентапласт обладает хорошими технологическими свойствами: легко сваривается горячим воздухом, имеет достаточно низкую вязкость при температуре плавления (около 180°C); незначительно изменяется в объеме при переходе из расплавленного состояния в твердое, и поэтому при охлаждении размеры изделий из пентапласта сохраняются и в них не возникают внутренние напряжения. Пентапласт хорошо перерабатывается литьем под давлением и экструзией на обычном оборудовании; пленки, полученные методом экструзии, имеют хорошие механические показатели.

Пентапласт используют в качестве коррозионноустойчивого конструкционного материала, а также защитного покрытия [33, с. 115; 34]. Пентапластовые покрытия можно наносить методом газопламенного напыления, окунанием в суспензию полимера или распылением ее с последующим спеканием порошка. Для защитных обкладок можно применять листовую пентапласт. Из него изготавливают оборудование, работающее при повышенных температурах в агрессивных средах: фасонную и запорную арматуру, детали насосов, диафрагмы клапанов, трубы, прокладки и пр. За рубежом пентапласт известен под названием «пентон» и широко используется в химической промышленности для изготовления трубопроводов, вентиляционных каналов, дистилляционных колонн, скрубберов и реакторов. Слой пентона толщиной 0,8—1,0 мм покрывают трубы из низколегированной стали; такие трубы длиной 3,5 м и диаметром от 40 до 600 мм выпускает фирма «Hercules Powder Co».

Хлорированный полипентаэритрит выпускают также под маркой «перодлон 301», в виде водной суспензии, которой покрывают центрифуги (суспензия отличается очень хорошей адгезией к металлу).

Поликарбонаты [35] — термопластичные полиэфиры, получаемые поликонденсацией дифенилпропана и фосгена. Поликарбонаты выгодно отличаются от других термопластов повышенной прочностью к ударной нагруз-

ке, стабильностью свойств и размеров в широком диапазоне температур от -100 до $+135$ — 140°C , стойкостью к окислению, к действию бензина (за исключением самого легкого), различных минеральных, животных и растительных масел, алифатических углеводородов, спиртов, разбавленных и некоторых концентрированных минеральных (плавиковой, азотной) и органических кислот, окислительных и восстановительных сред. Они менее стойки в слабых щелочах, аммиаке, хлорированных углеводородах, пиридиновых основаниях, диоксане.

Наряду с высокой удельной ударной вязкостью им присуща гибкость, поэтому даже при температуре -190°C этот материал обладает некоторой эластичностью.

Поликарбонаты сохраняют механические свойства на воздухе, при 150°C в течение 26 недель, при 170°C — 8 недель и в кипящей воде — 4 недели; при нормальных условиях они поглощают 0,3—0,35% влаги при комнатной температуре и не более 0,58% паров кипящей воды независимо от продолжительности воздействия (рис. 3.6).

Поликарбонаты обладают высокими диэлектрическими свойствами, не изменяющимися в широком диапазоне температур. Они перерабатываются в изделия на стандартном оборудовании обычными для термопластов способами: экструзией и литьем под давлением. Пленки и детали из поликарбонатов легко свариваются при нагревании или горячим воздухом и склеиваются клеями или соответствующими растворителями.

Поликарбонаты могут применяться в качестве защитных покрытий, наносимых на металлические детали из растворов или напылением порошков, а также в качестве конструкционного материала для изготовления различных емкостей, труб, насосов, деталей воздуходувок, кранов, вентиляторов и прочего оборудования, контактирующего с агрессивными средами.

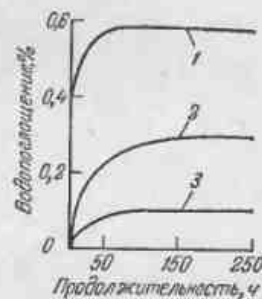


Рис. 3.6. Стойкость поликарбонатов в воде при кипении (1), нормальных условиях (2), в условиях 50%-ной относительной влажности (3).

Полимер прозрачен, поэтому его можно использовать в качестве высокопрочного органического стекла, кроме того он легко окрашивается в любые цвета.

Отечественной промышленностью вырабатывается поликарбонат (дифлон) в виде порошка или гранул (ТУ П-7—66) двух марок: К и Э, предназначенных для изготовления деталей конструкционного и электротехнического назначения (свойства поликарбонатов см. табл. 3.7).

За рубежом выпускают поликарбонаты следующих марок: лексан и мерлон (США), макролон (ФРГ), пенлайт (Япония).

Полиарилаты — новый вид термопластов. Это гетероцепные линейные полиэфиры ароматических дикарбоновых кислот и двухатомных фенолов, продукты поликонденсации, например хлорангида терефталевой кислоты или ее смеси с изофталеовой кислотой с дифенилолпропаном (полиарилаты Д-3 и Д-4) или с фенолфталеином (Ф-1 и Ф-2) [4, т. 2, с. 289—316; 36].

Полиарилаты получают в виде гранул или мелкодисперсных порошков. Они термопластичны и в вязкотекучем состоянии способны формоваться. На их основе получают электроизоляционные и конденсаторные пленки нескольких марок. Физико-химические свойства полиарилатов помещены в табл. 3.7.

Наиболее ценными преимуществами полиарилатов перед другими полимерами являются высокая термостойкость и химическая стойкость, сочетающаяся с хорошими прочностными и электроизоляционными свойствами, которые сохраняются в широком диапазоне температур от -60 до $+200$ °С и выше [37].

Полиарилаты обладают высокой химической стойкостью при длительном воздействии минеральных и органических кислот различной концентрации (исключение составляет концентрированная серная кислота), при действии окислителей, разбавленных щелочей (концентрированные щелочи их разрушают) и большинства органических растворителей [4, т. 2, с. 298—301].

На рис. 3.7 показана химическая стойкость и стабильность полиарилатов в сильных кислотах, а на рис. 3.8 — в бензине и маслах. Как видно из рисунков, полиарилаты обладают высокой стойкостью и потому применяются в виде лака Д-4ЛК (10%-ный раствор полиарилата

Д-4 в смеси тетрахлорэтана и фенола) для защиты металлов. Покртия эти стойки в азотной кислоте до 20%-ной концентрации, в 25%-ной соляной, фосфорной кислотах (до 72%-ной концентрации) и других средах. В полиарилаты можно вводить наполнители: асбест, тальк, графит и др., что улучшает их эксплуатационные и антифрикционные свойства, облегчает переработку. К числу наполненных полиарилатов относятся самосмазывающиеся материалы АМАН. Они рекомендуются в качестве термостойких материалов в узлах сухого трения, например приборных подшипниках или для

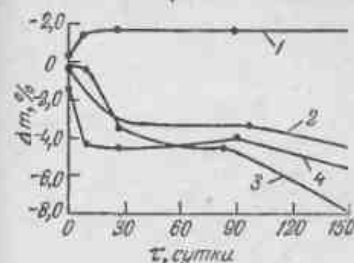


Рис. 3.7. Кинетика набухания полиарилатной пленки Д-4П в 36%-ной HCl (1); в 10%-ной H_2SO_4 (2); в 10%-ной HNO_3 (3); в ледяной CH_3COOH (4).



Рис. 3.8. Кинетика набухания полиарилатных пленок в бензине и трансформаторном масле: пленка Ф-2П (1, 1'), пленка Д-4П (2, 2') соответственно [4, т. 2, с. 295].

втулок подшипников скольжения, для работы без жидкой смазки при температурах от -100 до $+300$ °С.

Введение таких наполнителей, как двуокись титана или ширкония, карбид титана (0,1—1,5%) в литые полиарилаты, например марки Д-4, обеспечивает им оптимальные прочностные свойства и получение ударопрочных материалов.

Полисульфон — новый конструкционный полимерный материал с термопластичными свойствами [38]. Гетероатом серы в основной цепи придает полисульфону высокую стабильность свойств при повышенной температуре (170 °С) и под нагрузкой. Высокая химическая стойкость в минеральных кислотах, щелочах, растворах солей и маслах, малая усадка при формовании изделий (0,7%) и низкий коэффициент термического расширения дополняют ценный комплекс свойств полисульфона и обеспечивают перспективность применения его для длительной

работы в агрессивных средах [39]. По данным А. Э. Семенковой и др. [40], при испытании полисульфона марки «А» (на основе дифенилолпропана и 4,4-дихлордифенилсульфона) в 40%-ном КОН и 41,5%-ной H_2SiF_6 при 100 °С изменение его прочности при растяжении (по сравнению с испытанием на воздухе) не превысило +2,5% (в H_2SiF_6) и +5% (в КОН); потери массы не наблюдались. Свойства полисульфона приведены в табл. 3.7, а химической стойкости — в табл. 3.8.

Таблица 3.8. Химическая стойкость полиимидов и полисульфона*

Условные обозначения: 1—среда не действует; 2—слабое действие среды; 3—среднее действие; 4—размягчение (набухание) полимера; 5—разрушение.

Среда	Температура, °С	Полиимиды	Полисульфон
Ароматические углеводороды	25	1	4
	93	1	4
Алифатические углеводороды	25	1	1
	93	2	1
Хлорсодержащие углеводороды	25	1	5
	93	1	5
Эфиры и кетоны	25	1	3
	93	1	4
Соли и слабые основания	25	2	1
	93	3	1
Сильные основания	25	4	1
	93	5	1
Сильные кислоты	25	3	1
	93	4	1
Сильные окислители	25	2	1
	93	4	1

* «New Development in Corrosion Control», Plast. World, 1965, v. 23, № 11, p. 32–39.

Термореактивные смолы и пластмассы

К термореактивным относятся следующие смолы (олигомеры): фенолоформальдегидные немодифицированные и модифицированные; фурило-фурановые; моче-

вино- и меламиноформальдегидные; полиэфирные; кремнийорганические и элементоорганические; полиуретановые (разветвленные полиуретаны); эпоксидные немодифицированные и модифицированные; полиимиды.

Отвержденные поликонденсационные термореактивные пластмассы, содержащие наполнитель (реактопласты), отличаются высокой прочностью и используются в качестве конструкционного материала. Из них в самостоятельную группу следует выделить стеклонеполненные реактопласты — стеклопластики, по прочностным свойствам почти не уступающие металлам.

Свойства термореактивных отвержденных смол и пластмасс представлены в табл. 3.9.

Как правило, их термостойкость выше, чем термопластов, что соответствует и стойкости к термическому распаду. Для большинства смол он начинается при температурах выше 250 °С. Кривые на рис. 3.9 характеризуют термостойкость некоторых термореактивных смол.

Реактопласты отличает от термопластов и их высокая химическая стойкость в органических растворителях и некоторых средах с окислительными свойствами.

Фенопласты — наиболее широко известные термореактивные пластмассы на основе фенолоформальдегидных смол (продуктов поликонденсации фенола с формальдегидом).

В зависимости от условий, соотношения фенола и альдегида и от вида катализатора могут быть получены фенолоформальдегидные смолы двух типов:

1) Термопластичные новолачные смолы линейного строения — при использовании кислого катализатора (неорганических или органических кислот, чаще всего соляной кислоты) и небольшом избытке фенола. Эти смолы растворимы в органических растворителях; при нагревании плавятся, при охлаждении затвердевают.

2) Термореактивные резольные смолы — при использовании щелочных катализаторов (едкого натра,

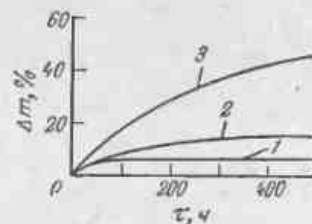


Рис. 3.9. Термостойкость смол при 250 °С:

1 — полиметилсилоксановая; 2 — фенолоформальдегидная; 3 — фенолофурфурольная [41].

Таблица 3.9. Физико-механические свойства поликом

Показатели	Фенопласты		
	Фенолиты	Фосолит	Текстолит
ГОСТ или ТУ	ГОСТ 5689-66	ТУ ГХП 36-44	ГОСТ 5-62
Плотность, г/см ³	1,5-1,65	1,5-1,6	1,3-1,4
Предел прочности, кгс/см ²			
при растяжении	—	120-385	800-1200
при сжатии	1500-1700	580-900	2300-2500
при изгибе	550-600	260-600	1200-1600
Удельная ударная вязкость, кгс·см/см ²	4,5-6,0	2	25-35
Относительное удлинение при разрыве, %	—	0,2	0,8-1,0
Твердость по Бринеллю, кгс/мм ²	30-40	20	25-35
Теплостойкость по Мартену, °С	110-125	100	125
Коэффициент теплопроводности $\lambda \cdot 10^3$, кал/см·с·°С	1,1	0,7-1,0	5-8,2
Коэффициент линейного термического расширения $\alpha \cdot 10^5$, 1/°С	0,8-2,5	2-3	2,4-4,0
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	$5 \cdot (10^{12}-10^{13})$	10^6	$10^{10}-10^{12}$
Электрическая прочность, кВ/мм	14,3-18	—	2-5
Диэлектрическая проницаемость (10^6 Гц)	—	—	5,7
Тангенс угла диэлектрических потерь (при частоте 10^6 Гц)	0,02-0,04	—	0,02-0,08
Водопоглощение за 24 ч, %	0,02-0,05	0,5-1,8	0,35-0,65
Температурный предел применения, °С	140	120-160	100-120

денсационных термореактивных смол и пластмасс

Аминопласты марок А и Б	Бремнийорганические смолы (асболопокинг)	Полиэфирные смолы (теплапопласты)	Фураноформольные смолы (асбонаполненные)	Эпоксидные смолы (отвержденные)	Полиимиды (пресс-материал ПИ-67)
ГОСТ 9359-69	ТУ 35-1-371-61	ТУ П-379-64			
1,4-1,5	1,2-2,0	1,22-1,40	1,6	1,2-1,23	1,36-1,39
500-600	100-150	400-500	—	700-800	1200-1300
1500	1100-1400	800-1350	800-1200	1100-1600	—
600-800	300-500	600-1100	300-400	800-1200	—
5-6	4,5-7,0	2-10	9-10	15-20	—
0,2-0,5	—	5	—	—	5,5-14,7
30	25-28	10-14	28-32	10-12	24,9-29,5
100	300	55-65	280-290	105-110	270-290 (по Вика)
9	—	4	—	—	0,982
2,5-5,5	—	8-10	—	6,0	2,0
10^{11}	10^9-10^{11}	$10^{14}-5 \times 10^{15}$	$0,6 \times 10^{12}$	10^{15}	До $1,2 \times 10^{16}$
10-15	—	13-23	9-17	20-25	24,6-28,6
5-7	5-7	4,4-4,5	5,5-7,4	3,5-4	3,2-3,3
0,07	0,012-0,04	0,02-0,04	0,03	0,01-0,02	0,0018
0,5-0,7	0,2-0,5	0,3-0,5	0,1 (за 72 ч)	0,3	0,03-0,05
—	200-300	—	160-200	120	300-400

аммиачной воды, гидроокиси бария и т. п.) и небольшим избытке формальдегида.

В зависимости от вида наполнителя фенопласты подразделяются на пресс-порошки, волокниты, текстолиты и стеклопластики. Кроме пластмасс на основе фенолоформальдегидных смол получают замазки («Арзамит»), клеи и герметики, лаки, графитопласты или пропитанные углеродистые материалы и пенопласты. Наиболее обширную группу, перерабатываемую в изделия обычным прессованием или профильным способом, составляют пресс-порошки. Различают пресс-порошки общего назначения с высокими электроизоляционными свойствами, с повышенной водостойкостью и теплостойкостью (марки К-18-36, К-211-2 и др.); пресс-порошки повышенной химической стойкости (фенолиты и декорретины); повышенной прочности (ФКП, ФКПМ) и пресс-порошки особого назначения для полупроводников и деталей рентгеновской аппаратуры (К-104-205).

В антикоррозионной технике волокниты и слоистые пластики, фаолит и текстолит, а также антегмит имеют гораздо большее значение, чем пресс-порошки (ГОСТ 5689—66).

Волокнит применяется для изготовления изделий с повышенной механической прочностью. Типичным представителем волокнитов, используемых в качестве антикоррозионных материалов, является фаолит — терморезистивная пластмасса на основе резольной фенолоформальдегидной смолы. В качестве наполнителя применяются асбест (марки А), асбест и графит (марки Т) или асбест и кварцевый песок (марки П). По свойствам эти марки различаются мало: фаолит Т более хрупок и труднее обрабатывается (крошится), чем фаолит А, но зато более теплопроводен и используется для изготовления теплообменной аппаратуры. Фаолит П отличается повышенной теплостойкостью и хорошими диэлектрическими свойствами (в отвержденном состоянии), но по механическим показателям уступает фаолиту А.

Поставляется фаолит как в отвержденном состоянии в виде готовых изделий, так и в сыром неотвержденном состоянии в виде полуфабрикатов: сырых листов (для футеровки), прессовой массы и замазки марок А и Т. Фаолит отверждается при 120—130 °С.

Из сырого фаолита изготавливают обечайки, царги, днища, крышки, штуцера и другие изделия для узлов химической аппаратуры. После отверждения изделия покрывают бакелитовым лаком (лакируют) и сушат при определенной температуре. Фаолитовые детали присоединяют к аппаратуре фаолитовой замазкой и склеиваемые поверхности тоже покрывают бакелитовым лаком.

Ниже приводится ассортимент полуфабрикатов и изделий из фаолита:

Листы 1000×2000 мм из сырого фаолита марок А и Т толщиной 5—20 мм	ТУ МХП 322—45
Листы отвержденные тех же размеров из фаолита марок А и Т	ТУ ГПХ 35—44
Замазка из фаолита марок А и Т	ТУ МХП 34—44
Трубы и фасонные части к ним из фаолита марок А и Т диаметром до 300 мм	МН 1808—61
Вентили для труб диаметром 33 и 50 мм	ТУ МХП 325—51
Краны для труб диаметром 33 и 50 мм	ТУ МХП 325—51
Аппаратура (6 типов)	МН 3206—62
типы А, В, Г и Д — сосуды вертикальные с эллиптическим, коническим и плоским днищами, со съемной крышкой или без крышки	
тип Б — горизонтальные сосуды	
тип Е — колонные аппараты	

За рубежом фаолит известен под названием Havig. Значительная часть сырого листового фаолита используется для антикоррозионных покрытий.

Слоистые фенопласты*. Гетинаксы (наполнитель — бумага) и текстолиты (тканевый наполнитель) содержат 45—55% фенолоформальдегидной смолы. Она проникает внутрь наполнителя, обеспечивая монолитность отпрессованного изделия, и надежно защищает наполнитель от влаги воздуха.

Текстолиты выгодно сочетают достаточную механическую прочность с низкой плотностью, высокой вибростойкостью, износоустойчивостью и хорошими диэлектрическими свойствами, которые сохраняются до 100—125 °С. Текстолит обладает высокой водо- и маслостойкостью; он достаточно стабилен во времени, особенно по сравнению с древеснослоистыми пластиками ДСП (наполнитель — древесный шпон).

* Стеклонаполненные фенопласты рассматриваются в разделе «Стеклопластики».

В соответствии с назначением текстолит выпускается поделочный (ГОСТ 5—62), листовой электротехнический, конструкционный (ГОСТ 2910—54), металлургический (ТУМ—827—60). В качестве коррозионностойкого материала используется текстолит поделочный.

Текстофаолит — фаолит, армированный хлопчатобумажной тканью, пропитанной резольной смолой, и бакелитированный.

Из текстофаолита изготавливают трубы и тройники (простые и переходные), крестовины, отводы, фланцевые соединения, переходы и пр. Химическая стойкость текстофаолита аналогична фаолиту (стойк в кислых, нестойк в щелочных и окислительных средах).

Аминопласты — термореактивные пластмассы на основе карбамидных смол (продуктов поликонденсации формальдегида с мочевиной и ее производными). Наибольшее распространение из них получили пресс-порошки различных расцветок, марок А и Б, К-77-51 (ГОСТ 9359—69) и др., применяемые для дугостойких электротехнических деталей и бытовых изделий.

Кремнийорганические полимеры или полиорганосилоканы (силиконы) — получают путем гидролиза и поликонденсации алкил (арил) хлорсиланов или замещенных эфиров о-кремневой кислоты с последующим отверждением полученных продуктов при нагревании или в присутствии катализатора.

Цепи этих полимеров состоят из чередующихся атомов кремния и кислорода, в которых кремний соединен с различными органическими радикалами.

По структуре, длине цепи и степени сшивки различают три группы кремнийорганических полимеров (силоксаны или силиконы), которые находят практическое применение:

- 1) Низкомолекулярные полимеры линейной структуры (кремнийорганические жидкости или масла).
- 2) Высокомолекулярные силиконы линейной структуры — каучуки (эластомеры).
- 3) Высокомолекулярные сшитые полимеры с пространственной структурой, т. е. кремнийорганические термореактивные смолы.

Превращение смол в термостабильное состояние происходит при 160—200 °С (или на холоду под влиянием катализаторов). Получающиеся продукты обладают хо-

рошей механической прочностью, малоизменяющейся в широком интервале температур от —50 до +300—350 °С, и высокими диэлектрическими свойствами. Кремнийорганические полимеры используют для изготовления лаков, пропитывающих составов, клеев и пластмасс, а также каучуков, смазочных масел, теплоносителей, гидрофобных материалов. Наиболее распространенными кремнийорганическими смолами являются полиметилфенил- и полиэтидфенилсилоксановые смолы. Они хорошо растворимы в толуоле, ксилоле, бензине и легко совмещаются с другими термореактивными смолами.

При добавлении к кремнийорганическому полимеру наполнителя получается высокопрочный термостойкий электроизоляционный материал, применяемый для изготовления электроарматуры и электрооборудования, корпусов и деталей электро- и радиоприборов, дугостойких деталей и различных мелких изделий, работающих в условиях повышенных (до 200—300 °С) температур.

Выпускают асбонаполненные кремнийорганические пластмассы и стеклопластики [41]. В первые кроме асбеста вводят некоторое количество минеральных порошковых наполнителей, в основном, кварца. Известны следующие отечественные марки асбoplastов: КМК-218, КПЖ-9, К-41-5, К-71.

Основной характерной особенностью кремнийорганических смол является их высокая термостойкость и хорошие электроизоляционные свойства, поэтому они широко используются в технике, главным образом для изготовления электро- и радиотехнических деталей, работающих при температурах от —60 до +300—400 °С длительно и до 2000 °С и выше кратковременно. Кремнийорганические пластмассы обладают удовлетворительной прочностью, небольшим водопоглощением (0,3%), высокой атмосферо- и тропикостойкостью, но растворы кислот и щелочей, кроме самых слабых, их разрушают.

Покрyтия, получаемые из кремнийорганических гидрофобизирующих жидкостей (ГКЖ разных марок), обладают несколько улучшенными химическими свойствами [42]. Атмосферостойкость кремнийорганических гидрофобных пленок выше, чем других органических покрытий. Это обусловлено их химической связью с поверхностью силикатов и значительной устойчивостью связей Si—O и Si—C к термоокислительной и фотохимической

деструкции. Покрытия обладают также высокой маслобензостойкостью (рис. 3.10) и стойкостью в разбавленных минеральных кислотах и слабощелочных растворах, например $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Отечественной промышленностью специально для покрытий (по ТУ 84-20-68) выпускаются органосиликатные материалы групп: А, Ас, В. ВН с диапазоном рабочих температур от -60 до $+500^\circ\text{C}$.

Для получения термостойких клеев на основе кремнийорганических смол их обязательно модифицируют другими смолами, преимущественно эпоксидными или

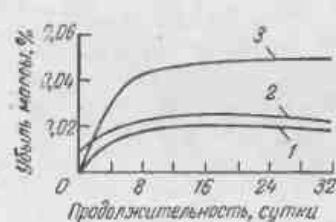


Рис. 3.10. Стойкость полиэтилгидросилоксана (ГКЖ-94) в керосине при 20°C (1), в нефтяном масле при 70°C (2) и в керосине при 70°C (3) [42, с. 87].



Рис. 3.11. Набухание полиэфирной смолы ПН-10 в воде (1) и в 25%-ной серной кислоте (2) [4, т. 2, с. 27].

специально обрабатывают для придания им адгезионных свойств. К числу термостойких клеев относятся клеи горячего отверждения ВС 10Т, ВС 10М и холодной сушки К-400, К-300-61. Клей К-400, например, можно использовать при температурах от -60 до $+400^\circ\text{C}$; он предназначен для склеивания стали, алюминия, меди и силикатных стекол.

Кремнийорганические герметики (У-1-18, БТМ-1, вискит) применяются в виде растворов в бензине; они отверждаются на воздухе при обычной температуре в присутствии катализатора — оловоорганического соединения. Эти материалы служат для герметизации, например отсеков, работающих при температурах $150-250^\circ\text{C}$. Они стойки к кислороду, озону и воде, характеризуются удовлетворительной газонепроницаемостью, но в бензине и керосине набухают. Поэтому для работы в контакте

с топливом и маслом непригодны; кроме того, адгезия их невелика (не более $1,3 \text{ кгс/см}^2$).

Представителями пресс-материалов на основе модифицированных кремнийорганических смол являются материалы марок МФК-20, модифицированные мочевино-меламиноформальдегидной смолой КФ-9 и КФ-10 (ТУ 6-05-1471-71), модифицированные фторопластом. Эти материалы не содержат волокнистых наполнителей и поэтому обладают более высокими диэлектрическими свойствами, но пониженной прочностью.

Физико-механические и диэлектрические свойства кремнийорганических материалов описаны выше (см. табл. 3.9).

Полиэфирные терморезистивные ненасыщенные смолы — продукты поликонденсации многоатомных спиртов и двухосновных кислот или ангидридов. Чаще всего используют двухатомные спирты — гликоли и маленовый или фталевый ангидриды. Полученный ненасыщенный полиэфир растворяют в мономере, как правило, стироле или метилметакрилате, за счет двойных связей которого происходит процесс сополимеризации с образованием пространственной, сетчатой структуры.

Процесс отверждения протекает в растворе мономера, но начинается он только при введении в раствор специальных инициаторов перекисного типа в сочетании с ускорителями (третичные амины). Многообразие исходных продуктов позволяет получать полиэфирные смолы с заранее заданными свойствами: чем больше число атомов углерода (групп CH_2) в исходной кислоте, тем выше твердость и температура размягчения полиэфирной смолы.

Теплостойкость также зависит от вида кислоты и гликоля, длины цепи кислоты (снижается с ее увеличением) и степени ее ненасыщенности (увеличивается при большем содержании ненасыщенной кислоты). В табл. 3.10 приведены данные теплостойкости полиэфиров разного состава.

Для полиэфирных смол характерна высокая стойкость в органических растворителях и кислотах, в минеральных кислотах разбавленных и кислотах средних концентраций, в растворах кислых и нейтральных солей, в окислителях. Во всех щелочных средах полиэфир не стойки. На рис. 3.11 показана стойкость полиэфирной

смолы ПН-10 в серной кислоте и в воде. Вследствие гидролиза, в воде стойкость ниже [43], чем в кислоте. Химическая стойкость полиэфирных смол в значительной степени зависит от исходных продуктов, а также от растворителя — мономера. Так, например, полиэфир на основе этиленгликоля, малеиновой и фталевой кислот характеризуется минимальным поглощением воды; при замене фталевой кислоты адипиновой водопоглощение увеличивается в 6 раз. Чем больше содержание мономера (стирола) в отвержденных полиэфирных смолах, тем меньше их набухание в воде [44, с. 70].

Таблица 3.10. Теплостойкость полиэфиров (в °С)

Состав исходных компонентов	Содержание ненасыщенной кислоты, мол. %			
	50	60	70	80
Этиленгликоль + смесь фталевой и фумаровой кислот	91	110	120	125
Этиленгликоль + смесь фталевой и малеиновой кислот	87	105	113	125
Этиленгликоль + смесь адипиновой и малеиновой кислот	57	78	104	121
Диэтиленгликоль + смесь фталевой и фумаровой кислот	82	74	90	112

По данным I. Sommer [45], коррозионная стойкость пластмасс на основе полиэфиров изофталевой кислоты зависит от количества мономера (стирола) и числа ненасыщенных связей в кислоте. Максимальная стойкость соответствует 50% стирола и достаточно большому числу ненасыщенных связей (молекулярный вес кислоты ~ 3500).

Промышленностью выпускаются полиэфирные смолы, которые по назначению можно подразделить на следующие группы:

1. Смолы общего назначения: ПН-1 и ПН-2; они используются для изготовления стеклопластиков, кислотоупорных и гидроизоляционных замазок (ПН-1) и мастик, а также пластобетонов и цементов. Стойкость последних высокая в кислотах, но недоста-

точная в воде и щелочах; она улучшается при модифицировании эпоксидной смолой [46].

2. Водо- и кислотостойкие смолы: ПН-10 и ПН-10/40 (ТУ П-522—67), ПНЦ и ЗСП-6. Эти смолы используют для получения стеклопластиков, применяемых для изготовления химической аппаратуры.

3. Смолы повышенной теплостойкости (на 20—50 °С выше теплостойкости смол общего назначения): ПН-3 (МРТУ 6-05-1082—67), ЗПС-2. Эти смолы тоже предназначены для стеклопластиков.

4. Смолы пониженной горючести: ПН-16, ПН-6, ПН-7 и др.

5. Смолы повышенной эластичности: ПН-69, ПН-100, ЗСП-7. Эти смолы применяются в качестве заливающих и пропиточных составов, клеев.

6. Связующие для светопрозрачных стеклопластиков: ПНМ-2, ПН-1М, ПНМ-8.

7. Лаки [концентрированные (до 95%) растворы ненасыщенных полиэфирных смол].

В химическом аппаратостроении полиэфирные смолы применяются в качестве связующих для стеклопластиков, а в антикоррозионной технике в качестве химически стойких замазок, мастик и пластобетона. Характерные для полиэфиров свойства приведены в табл. 3.9.

За рубежом для коррозионностойкого подземного оборудования и для защиты океанских танкеров, транспортирующих агрессивные грузы, применяют армированные или упрочненные полиэфиры [47].

Полиуретаны — продукты поликонденсации диизоцианатов с гликолями или соединениями, имеющими более двух гидроксильных групп — триметилпропаном или с полиэфирами. Широкие возможности использования в этом процессе различных алифатических или ароматических диизоцианатов, гликолей, полиэфиров обуславливают многообразие полиуретанов и их свойств.

Термореактивные полиуретаны имеют сетчатую структуру и могут быть эластичными или хрупкими, твердыми или мягкими.

Полиуретаны линейного строения термопластичны и относятся к группе литьевых, например, ПУ-1 (МРТУ 6-М-881—62). Они используются для получения изделий литьевым и центробежным [48] способом, а также могут наноситься на металлы в виде порошка или лаков [49].

Состав исходных продуктов и строение полиуретанов определяют их свойства и применение. Так, например, термостабильность полиуретанов, полученных с применением алифатических диизоцианатов (гексаметилендиизоцианата), выше, чем на основе ароматических — толуолдиизоцианата [50].

Полиуретаны отличаются высокой атмосферостойкостью, стойкостью к окислению (кислородом и озоном), водостойкостью, масло-бензостойкостью, стойкостью в органических растворителях и, подобно полиамидам, стойкостью в очень слабых кислотах и щелочах. Они вполне стойки в спиртах и кетонах, хлорированных углеводородах, маслах минеральных, растительных, а также животных. В ароматических углеводородах и спиртах их стойкость ниже, а в сложных эфирах они не стойки.

Термостойкость полиуретанов невелика, но изделия из них могут работать длительное время при высокой влажности и температуре до 100—110 °С. Они обладают хорошими электроизоляционными свойствами и очень высокой износостойкостью.

Полиуретаны используют, в основном, в виде атмосферостойких, бензо- и влагостойких покрытий и клеящих составов.

Распространенным видом полиуретановых материалов являются тепло- и звукоизоляционные пенополиуретаны.

Фурилово-фурфурольные (фурановые) смолы. На основе производных фурана получают теплостойкие и антикоррозионные полимерные материалы. Исходным сырьем служат дешевые растительные пентозан-содержащие продукты: отруби, подсолнечная лузга, стержни кукурузных початков и т. п.; при гидролизе этих продуктов образуется фурфурол, а при гидрировании фурфуrolа — фуриловый спирт — мономер, применяемый для получения фурановых смол.

В результате поликонденсации фурфуrolа или фурилового спирта в сочетании с другими мономерами, например, фенолом, при различных условиях получают весьма многочисленные разновидности термореактивных фурфурольных и фуриловых смол с фурановыми кольцами в цепи.

На основе фурфуrolа изготавливают фурфуrolацето-

новые смолы, фенолофурфурольные смолы, фенолофурфуролальдегидные смолы; на основе фурилового спирта — фуриловые смолы.

Фурфуrolацетоновая смола получается в виде термоактивной жидкой смолы, так называемого мономера ФА. После отверждения, на холоду или при нагревании (быстрее) в присутствии кислых катализаторов (бензолсульфокислота, *п*-толуол-сульфохлорид и др.) образуется нерастворимая, химически стойкая термостойкая (150—160 °С) водо- и газонепроницаемая смола. Она применяется для получения химически стойких пропиточных и изоляционных составов, мастик, замазок и пластбетонов, пресс-материалов [51, 52].

Фурфуrolацетоновые пресс-материалы с наполнителями: асбестом (ФАА), графитом (ФАГ), стеклянным волокном (ФАС) отличаются высокой теплостойкостью (280—290 °С по Мартенсу) и химической стойкостью во многих средах, за исключением сильных окислительных кислот. Эти смолы стойки и в кислых, и в щелочных средах, что выгодно их отличает от фенопластов, не стойких в щелочах, но по механической прочности они им уступают.

Пресс-материал ФАА используется как теплостойкий фрикционный материал, ФАГ — в качестве материала химически стойкого при повышенных температурах (применяется в химическом машиностроении).

Фенолофурфурольные смолы (продукты конденсации фенола и фурфуrolов) являются промежуточным продуктом при получении фенолофурфуролальдегидных смол, имеющих промышленное значение. Они образуются в результате поликонденсации фенолофурфурольной смолы и альдегида, например, формальдегида (смола 118 и пресс-порошок К-118-2 на ее основе), или малеинового ангидрида (смола «ФМ»). Эти смолы используются в качестве связующих.

Модифицированные совмещенные фурфурольные смолы. Практическое применение находят следующие смолы отечественного производства: фенолофурановые, эпоксифурановые, в меньшей степени силосанофурановые.

Представителем фенолофурановых смол является смола ФАФФ-31 — продукт совмещения мономера ФА с фенолоформальдегидной смолой. Эта смола отличается

повышенной теплостойкостью (300°C по Мартенсу) и химической стойкостью.

При изготовлении пресс-материалов на основе этой смолы используются следующие наполнители: асбест, графит, стеклянное волокно. Материалы с первыми двумя наполнителями имеют прочность при сжатии 800—1000 кгс/см² и при статическом изгибе 400—500 кгс/см². Удельная ударная вязкость их не превышает 5—6 кгс·см/см². Плотность 1,6—1,7 г/см³.

Смола ФАФФ-31, обладающая высокой химической стойкостью, используется для получения коррозионно-стойких, теплостойких и теплопроводных замазок Ферганит-2 и Ферганит-3 и мастики.

Эпоксифурановые смолы ФАЭД (МРТУ 59-15-69) — продукт совмещения мономера ФА и эпоксидной смолы ЭД-6. Смешение их производится в растворах, в которые затем добавляют отвердители: малеиновый ангидрид (10% от массы ЭД-6) и бензосульфокислоту (2% от массы ФА) или амины (15—20%).

Смолы ФАЭД отличаются хорошими диэлектрическими свойствами, лучшими, чем просто эпоксидные смолы, высокой химической стойкостью и адгезией к дереву и металлам. Они могут эксплуатироваться при температурах от 100—120°C до 160—180°C, в зависимости от условий, в качестве антикоррозионных покрытий и электроизоляционных заливочных композиций.

Силикофурановая смола (продукт совмещения мономера ФА с тетраэтоксисилоаном) марки ФАТ обладает повышенной термостойкостью (длительно 300°C) и (кратковременно больше 350°C). Применяется в виде лака и пасты (с наполнителем кварцевой или диабазовой мукой, графитом), отверждаемых при 250°C; может использоваться для получения графитопластов, стеклопластиков, асболопастей. Смола ФАТ является хорошим диэлектриком и химически стойка.

Отечественной промышленностью выпускается термоактивная фуриловая смола ФЛ-2 — вязкая, малоподвижная, липкая жидкость, растворимая в органических растворителях. При нагревании (150—160°C) она переходит в резит — нерастворимую и неплавкую форму, т. е. отверждается. Катализирует этот процесс малеиновая кислота.

Фуриловая смола ФЛ-2 стойка в кислотах и щелочах, характеризуется высокой адгезией к различным материалам, термостойкостью до 120°C в агрессивных средах и до 200°C — в растворителях. Кривые рис. 3.12 характеризуют стойкость смолы ФЛ-2 в щелочах. Применяется смола ФЛ-2 для производства антикоррозионных мастик и замазок (в виде полимеррастворов).

К недостаткам фуриловых смол относится малая эластичность, что приводит к хрупкости. При совмещении фуриловой смолы с другими смолами получают более эластичные материалы. Наибольшее распространение из модифицированных фуриловых смол имеют фурилофенолоформальдегидные смолы и фурилофенольная смола. Особенностью фуриловых смол является высокая стойкость при повышенных температурах (60—80°C) в органических растворителях, бензине, синтетических жидких кислотах, в минеральных кислотах разбавленных и средних концентраций, в щелочах (при температуре до 50°C). В сильных и концентрированных кислотах эти смолы не стойки. Общая характеристика свойств фурановых смол приведена в табл. 3.9.

Эпоксидные смолы — наиболее распространенные в антикоррозионной технике химически стойкие термореактивные смолы с очень хорошими диэлектрическими свойствами. При отверждении олигомеры и полимер приобретают сетчатую трехмерную структуру и переходят в неплавкое и нерастворимое состояние.

Эпоксидные смолы получают поликонденсацией эпихлоргидрина с двух- и многоатомными фенолами, гликолями, аминами, анилином. Этим способом получают диэпоксидные, полиэпоксидные и алифатические диэпоксидные смолы, имеющие промышленное значение.

Классификация эпоксидных смол по составу и маркировке представлена на рис. 3.13.

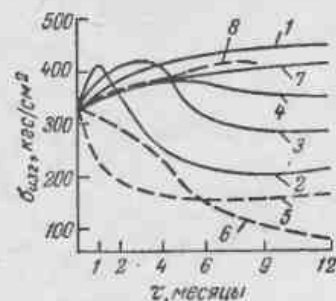


Рис. 3.12. Изменение прочности ($\sigma_{изг}$) смолы ФЛ-2 в агрессивных средах:

1 — воздух; 2 — вода; 3 — 15%-ная NaOH; 4 — 22%-ная NaOH; 5 — 0%-ная NaOH при 40°C; 6 — 0%-ная NaOH при 70°C; 7 — 22%-ная NaOH при 70°C; 8 — 15%-ная NaOH при 90°C [53, с. 123].

По масштабам производства и применению наибольшее значение имеют диановые смолы.

Поскольку каждая молекула эпоксидной смолы имеет не более двух эпоксидных групп (10—25%), процессы отверждения их не приводят к заметному повышению теплостойкости; они стойки при температурах не выше 120 °С. Только полиэпоксидные, содержащие более 2-х эпоксигрупп в каждой молекуле, оказываются более теплостойкими.

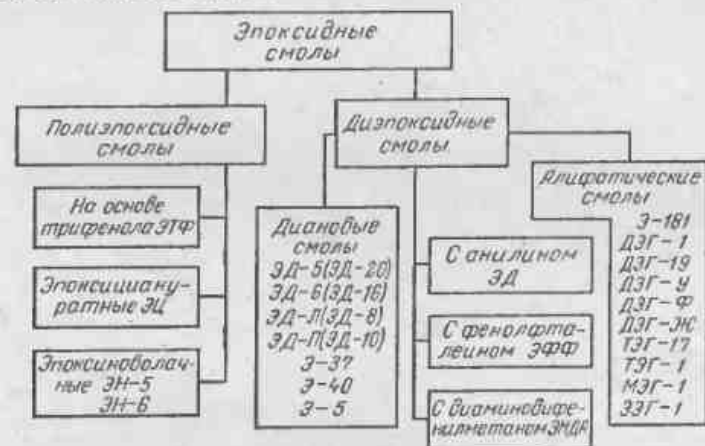


Рис. 3.13. Классификация эпоксидных смол (для диановых смол в скобках указана новая маркировка по ГОСТ 10587—72).

В молекулах эпоксидных смол имеются функциональные группы двух типов: гидроксильные и эпоксидные. Поэтому они могут отверждаться веществами, способными взаимодействовать не только с эпоксидными, но и с гидроксильными группами. Отвердителями эпоксидных смол являются: полиспирты, амины, дикарбоновые кислоты и их ангидриды, карбоновые кислоты, изоцианаты, дифенолы, различные смолы и т. д.

Наиболее часто употребляются амины и ангидриды дикарбоновых кислот.

Отвердитель влияет на свойства отвержденных эпоксидных смол [54, с. 588; 55—57]: механическую прочность, теплостойкость (эти показатели улучшаются при горячем отверждении ангидридами кислот), химическую стойкость (табл. 3.11) и диффузионные свойства пленок.

Таблица 3.11. Влияние отвердителей на химическую стойкость эпоксидной смолы ЭД-20 (ЭД-5) (Продолжительность испытаний — 6 месяцев)

Среды	Прочность при изгибе (в % от начальных значений) при использовании отвердителей		
	триэтилтетрамин	м-фенилендиамин	фталевого ангидрида

Температура 82 °С

H ₂ SO ₄ (25%-ная)	50	78	98
H ₂ Cr ₂ O ₇ (25%-ная)	93	95	91
HCl (25%-ная)	71	80	25
CH ₃ COOH (25%-ная)	Разрушение	95	79
NaOH (50%-ная)	91	107	Разрушение
HCHO (40%-ная)	Разрушение	74	50

Температура 55 °С

Трихлорэтилен	84	82	Разрушение
6%-ный NaClO ₂	91	99	87
Вода дистиллированная	82	95	89

Ниже приводится влияние отвердителей на диффузионные свойства отвержденных пленок из смолы ЭД-20 (ЭД-5):

Отвердитель	Паропроницаемость А · 10 ⁸ г/см · ч · мм рт. ст.	Водопоглощение за 10 суток	Набухание в метилэтилкетоне за 10 суток
Диэтилтетрамин	0,95	1,25	3,2
Гексаметилендиамин	1,27	2,65	17,1
Низкомолекулярные полиамиды			
ПО-200	1,59	4,24	26,0
ПО-300	1,29	3,8	23,5

Переход эпоксидных смол в отвержденное нерастворимое и неплавкое состояние в отличие от других смол не сопровождается выделением летучих продуктов, как например, в случае фенолоформальдегидных смол. Поэтому исключается возможность образования пор и вздутий, и усадка не превышает 0,5% (при 100 °С). Кроме того, отвержденные эпоксидные смолы менее хрупки, чем фенолоформальдегидные, так как имеют небольшое число шивок, находящихся на значительном расстоянии друг от друга.

Для практического использования эпоксидных смол очень важны их жизнеспособность, стабильность с отвердителем и сроки хранения самих смол. В этом отношении хотя и достигнуты определенные успехи, но сроки хранения смол с отвердителем маэы и составляют от одного до пяти часов, смолы без отвердителей, например ЭД-20 (ЭД-5) и ЭД-16 (ЭД-6) сохраняются 1—3 года и более.

Эпоксидные смолы обладают очень хорошей адгезией к металлам, стеклу и другим неметаллическим материалам, включая пластмассы, высокой механической прочностью, хорошими диэлектрическими показателями, химической стойкостью в кислых и щелочных средах, во многих растворителях. Поэтому они находят широкое применение в качестве защитных антикоррозионных покрытий, в химической, нефтяной и пищевой промышленности, в судостроении и теплоэнергетике, для борьбы с подземной коррозией и т. д.

Эпоксидные смолы используются в виде лаков, эмалей, покрытий без растворителей [58—60], заливочных и герметизирующих компаундов, для изготовления электро- и радиодеталей, в качестве связующего для стеклопластиков. Такое же назначение имеют и диэпоксидные смолы (ЭА, ЭФФ).

Алифатические диэпоксидные смолы (ДЭГ, ТЭГ и пр.)—продукты взаимодействия многоатомных спиртов с эпихлоргидрином. Они представляют собой низковязкие жидкости, растворимые в воде и в спиртах. Диэпоксидные смолы отверждаются как на холоду, так и при нагревании и образуют высокоэластичные продукты. Поэтому их применяют в качестве разбавителей и пластификаторов для заливочных, герметизирующих, клеевых и прочих составов на основе диановых эпоксидных смол.

Полиэпоксидные смолы (ЭН, ЭЦ, ЭТФ) содержат более двух эпоксидных групп в цепи и образуют при отверждении продукты с большей частотой «сшивок». Основным их отличием от диэпоксидных смол является более высокая теплостойкость и стабильность свойств (в частности, диэлектрических) при повышении температуры. В то же время они более жестки и менее эластичны, чем диэпоксидные смолы, и адгезия их к металлам и другим материалам ниже.

Сравнительные физические и механические характеристики отвержденных эпоксидных смол различного типа приведены в табл. 3.12. Свойства эпоксидных смол, выпускаемых по ГОСТ 10587—63, помещены в табл. 3.9.

Таблица 3.12. Физические и механические характеристики отвержденных диэпоксидных и полиэпоксидных смол и компаундов

Марка и тип отвержденной эпоксидной смолы или компаунда	Теплостойкость, °С (по Мартенсу)	Предел прочности, кгс/см ²		Удельная ударная вязкость, кгс·см/см ²	Твердость по Бригеллю, кгс/мм ²
		при сжатии	при изгибе		
ЭД-16 (ЭД-6) (диановая)	115—120	1300—1600	1200—1300	15—25	30—35
ЭА (эпоксидно-лиановая)	115	1700—1800	900—1000	15—18	30—35
ЭФФ (диэпоксидная)	160—180 *	1000—1100	800—900	5—8	25—31
ЭН-6 (полиэпоксидная)	180	1400	600	7—9	30—35
К-105 (ЭН-6 и ЭД-5)	150	1500	780	10—15	25—30
ЭЦ (полиэпоксидная)	170—175	1700—1800	700—750	10—15	—
ЭТФ (полиэпоксидная)	140—145	1500—1900	500—700	6—11	22—24
К-115 (эпоксиднополиэфирная)	65	1100—1400	900—1300	10—13	20—22
Д-38 (эпоксидно-твюколовая)	65—75	1650	1140	11	—
К-139 (эпоксидно-каучуковый компаунд)	До 110	—	500—600	—	16—18

* По термомеханическим критериям.

Для улучшения свойств эпоксидных смол (диэлектрических, термостойкости, уменьшения хрупкости) их модифицируют пластификаторами или совмещают с другими смолами, каучуками, полиэфирами и т. д. Модифицированные эпоксидные смолы называют эпоксидными компаундами. Они могут быть двухкомпонентными (смола + отвердитель) и многокомпонентными, наполненными и ненаполненными.

Наиболее распространенными, выпускаемыми отечественной промышленностью, являются компаунды на

основе смолы ЭД-20 (ЭД-5), модифицированной полиэфиром МГФ-9 без дибутилфталата (К-115), с дибутилфталатом (К-201), с тиоколом (К-153, К-127, К-129); эпоксикаучуковые компаунды с карбоксилированным нитрильным каучуком; компаунды на основе смолы ЭД-6 с полиэфирами (К-168, К-293, К-110) и с тиоколом (ЭЗК,

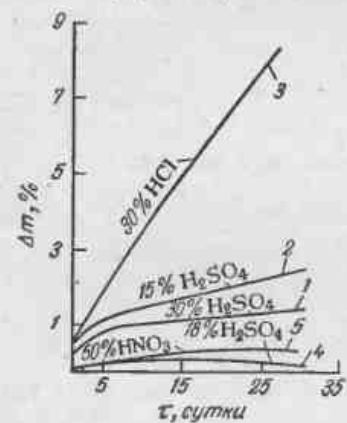


Рис. 3.14. Стойкость составов на основе эпоксидных смол в кислотах:

1—3—действие кислот при 80 °С на композицию эпоксидной смолы с бакелитовым лаком; 4, 5—действие кислот при 20 °С на компаунд смолы ЭД-6 с малеиновым ангидридом.

формальдегидных смол, например, с бакелитовым лаком или на основе их сополимеров.

При сочетании эпоксидной смолы с фенолоформальдегидной последняя выполняет роль отвердителя. В этом случае процесс отверждения эпоксифенольных смол протекает без введения аминов или ангидридов, но при нагревании выше 120 °С. Кривые на рис. 3.14 характеризуют химическую стойкость в сильных кислотах эпоксидных и эпоксидно-фенолоформальдегидных составов горячего (140—200 °С) отверждения.

Совмещение эпоксидных смол с бакелитовым лаком производится смешением их растворов; получаемые покрытия обладают более высокой стойкостью к термической деструкции, а также к действию воды и кислот,

чем покрытия на основе, например, смолы ЭД-16 (ЭД-6), отвержденной аминами [61, 62].

Эпоксиэпоксилачные блоксополимеры получают совместной полимеризацией в расплаве или растворе новолачной смолы № 18 и эпоксидной смолы ЭД-6. Блоксополимеры (марки 6Э18Н-40 и 6Э18Н-60) самоотверждаются при нагревании до 140—200 °С и в отвержденном состоянии превосходят многие эпоксидные материалы по термостойкости (150 °С и выше), стойкости в растворителях, растворах щелочей, воде и других средах при температурах их кипения, и другим показателям [63, 64]. До отверждения блоксополимеры хорошо растворимы, например, в ацетоне и образуют стабильные при хранении низковязкие растворы. На их основе получены составы для антикоррозионных покрытий, обладающие очень низким водопоглощением и высокой стойкостью в бензине и растворителях ароматического ряда при температуре кипения, в щелочах, растворах хлоридов и разбавленных кислот при температурах до 140—150 °С [65].

Эпоксиднокремнийорганические сополимеры (ЭКС) получают совмещением диановых эпоксидных смол ЭД-20 (ЭД-5), ЭД-16 (ЭД-6) и ЭД-10 (ЭД-П) с кремнийорганическими смолами.

Все отвердители эпоксидных смол пригодны для отверждения ЭКС. Благодаря водостойкости и хорошей адгезии, сохраняющейся при температурах 200 и даже 300 °С, эти материалы нашли применение в качестве теплостойких клеев (смолы марок ТФЭ-9 и Т-111), а также заливочных составов для изделий, работающих при температурах от -60 до +180 °С (смола МФХИ-6) и до +220 °С (смола Т-10).

Для улучшения эластичности эпоксидные смолы модифицируют каменноугольной смолой. Эпоксикаменноугольные составы помимо эластичности отличаются теплостойкостью, высокой адгезией к стали и хорошей химической стойкостью; они применяются для получения покрытий [66, 67].

Эпоксидные клеи применяют для склеивания металлов и неметаллических материалов (силикатных и полимерных).

По способу отверждения эпоксидные клеи, как и компаунды, подразделяются на клеи холодного отверждения (аминами) и горячего отверждения (ангидридами

кислот). Первые сохраняют прочность до 70—80°C, вторые — до 120—130°C. Свойства клеев зависят от вида и содержания отвердителя, пластификатора и наполнителя.

Высокая прочность эпоксидных клеевых соединений сохраняется в условиях воздействия агрессивных сред, что соответствует присущей эпоксидным смолам химической стойкости. В качестве высокопрочного конструкционного клея используют компаунд марки К-153 (эпоксидно-этиленоксидный); для склеивания асбоцементных конструкций, панелей, пеностекла в строительстве — компаунды марок К-139, К-147, К-134, а также клеевые составы: ВК-32-ЭМ, Л-4, ВК-9 и др.

Полиимиды — терморезистивные полимеры с температурой размягчения порядка 500°C, превышающие по термостойкости кремнийорганические смолы.

Полиимиды получают в две стадии: на первой — из диангида тетракарбонной кислоты, например пиромеллитовой, и ароматического диамина образуются растворимые высокомолекулярные полиамидокислоты, которые на второй стадии, подвергаясь внутримолекулярной циклизации за счет отщепления молекул воды, превращаются в полиимиды.

Практическое применение получили две группы полиимидов: содержащие гетероатом (—O—) в диаминах и полиимиды, в которых ароматические радикалы (R и R') связаны через кислород, содержащийся и в диаминах, и в диангидах. Первые обладают эластичностью, сохраняющейся при низких (—200°C) температурах. Прочность при растяжении полиимидов этой группы составляет 1200—1600 кгс/см², плотность — 1,41 г/см³. Они используются в виде покрытий, пленок и волокон. Полиимиды второй группы имеют меньшую плотность (1,37 г/см³), высокую прочность (1200—1400 кгс/см² при растяжении), но при 270°C они размягчаются, что позволяет получать на их основе прессовочные и литейные материалы, а также связующие и клеи [68, с. 124 и сл.].

Полиимиды (см. табл. 3.8, с. 174) не растворяются в органических растворителях и не набухают (даже при длительном нагревании).

В воде полиимидные пленки первой группы стойки и сохраняют гибкость при кипячении в воде в течение

одного года. Полиимиды второй группы в этих условиях постепенно теряют свои высокие механические свойства.

Разбавленные кислоты слабо действуют на полиимиды; крепкие (дымящая HNO_3 , концентрированная H_2SO_4) — растворяют их, особенно при нагревании.

В щелочах и перегретом паре полиимиды не стойки, гидролизуются. Только самые слабые, например насыщенный раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$ при 20°C на полиимид почти не действует, но при 80°C полиимидная пленка становится хрупкой. В водных растворах солей полиимидные пленки тоже не всегда стойки, так как способны к катионному обмену, в результате которого становятся твердыми и хрупкими.

К промышленным полиимидным материалам относятся: пленка ПМ (ТУ 6-0,5-1491—72), изоляционный лак ПАК-1 (ТУ П-489—66), прессовочный материал ПМ-67, конструкционный клей СП-1 и стеклопластики (несколько марок) на полиимидных связующих.

Неориентированная пленка ПМ выпускается толщиной 30—50 мм. Ниже приводятся ее физико-механические свойства [4, т. 2, с. 319; 69]:

Плотность, г/см ³	1,42
Предел прочности при растяжении, кгс/см ²	1200—1600
Относительное удлинение при разрыве, %	10—40
Коэффициент трения	0,08—0,1
Коэффициент теплопроводности $\lambda \cdot 10^4$ кал/(см·с·°C)	0,982
Коэффициент линейного термического расширения, $\alpha \cdot 10^5$, 1/°C	2
Морозостойкость, °C	—190
Газопроницаемость, см ³ ·см/(с·см ² ·ат)	
в водороде	$3,11 \cdot 10^{-8}$
в азоте	$0,021 \cdot 10^{-8}$
в гелии	$3,30 \cdot 10^{-8}$

Основное достоинство пленки ПМ — способность сохранять прочностные, диэлектрические свойства и эластичность при высоких температурах [70].

Пленка ПМ применяется в герметичных вакуумных сосудах, эксплуатируемых при высокой температуре, в печатных схемах и магнитных лентах вследствие малой усадки (0,3%) при 200°C, в качестве межфазной, основной и пазовой изоляции в двигателях, генераторах и других электрических машинах.

Полиимидный реактопласт — прессовочный материал ПМ-67 отличается высокой стойкостью к истиранию, механической прочностью, низким коэффициентом трения и несколько меньшей термостойкостью, чем пленка ПМ; этот материал можно эксплуатировать при 250—275 °С в течение длительного времени (характеристику свойств полиимидов см. в табл. 3.9).

По химической стойкости материал ПМ-67 тоже уступает пленке ПМ, главным образом по стойкости к воздействию водяных паров и длительному кипячению в воде. Он применяется в качестве конструкционного материала, для изготовления самосмазывающихся подшипников скольжения, предназначенных для длительной эксплуатации при высоких температурах. Полиимидный клей СП-1 отличается хорошей адгезией и может использоваться, например, для склеивания дюралюминия. Прочность такого клеевого соединения (185—220 кгс/см² при сдвиге) при нагревании до 200 °С уменьшается приблизительно на 30%, при нагревании до 250 °С — на 40%.

За рубежом полиимиды выпускаются в виде пленок: Н-пленка (фирма Дюпон) и HF-пленка, покрытая политетрафторэтиленом. Изучается возможность применения полиимидных пресс-материалов и стеклопластиков.

Стеклопластики и бипластмассы

Стеклопластики — пластические материалы, состоящие из стекловолоконного наполнителя и полимерного связующего. Их получают прессованием или контактным формованием в вакууме или под давлением. Ассортимент стеклопластиков весьма широк и разнообразен, что обусловлено многообразием видов стеклянного наполнителя и связующих [71].

Для стеклопластиков используются в основном непрерывное ориентированное стеклянное волокно и нити, короткие неориентированные волокна, нити, маты, ткани различного переплетения, ленты, полосы, а также комбинированные материалы [41].

Стеклоянный наполнитель, являясь упрочняющим элементом в стеклопластиках, воспринимает основные нагрузки при работе; его структура и химический состав влияют на свойства стеклопластиков. Так, стеклянные наполнители могут иметь щелочной состав, с преобла-

данием щелочных окислов, или бесщелочной с большим содержанием кремнезема. В зависимости от состава меняется щелоче- и кислотостойкость стеклопластиков.

В соответствии с принятой ранее классификацией реактопластов, а также по типу стеклянного наполнителя и способу получения стеклопластики можно подразделить на волокнистые пресс-материалы — стекловолокониты и листовые слоистые материалы — стеклотекстолиты. Свойства стеклопластиков, полученных с различными связующими, приведены в табл. 3.13.

Стеклопластики по прочности в несколько раз превосходят все остальные виды реактопластов, не уступая сталям и чугунам. Пределы прочности при растяжении для большинства стеклопластиков составляют 2500—3000 кгс/см², достигая при использовании в качестве основы модифицированных эпоксидных смол 9000—10 000 кгс/см².

Прочностные свойства стеклопластиков определяются не только связующим, но в значительной степени видом и содержанием стеклянного наполнителя (например, при использовании ориентированных нитей прочность больше, чем при использовании неориентированных волокон и нитей), условиями получения (давление, температура и продолжительность прессования), а также прочностью связи между смолой и стеклянным наполнителем. Для усиления связи наполнитель аппретируется кремнийорганическими веществами, реакционноспособными как по отношению к органической смоле, так и к неорганическому наполнителю — стеклу. В результате обработки (аппретирования), например, полиэфирных стеклотекстолитов почти полностью сохраняется их прочность при воздействии воды; снижение не превышает 10%, тогда как без обработки оно достигает 40% и более.

Термостойкость стеклопластиков весьма высока (порядка 200—300 °С), но прочностные свойства, особенно предел прочности при сжатии и изгибе, резко снижаются при нагревании. Исключение составляют стеклопластики на основе кремнийорганических смол, например КМС-9 [44, с. 59 и сл.].

Химическая стойкость стеклопластиков определяется стойкостью смолы, составом стеклянного наполнителя (щелочное или бесщелочное стекло), адгезией смолы к нему, зависящей от качества аппретирования, наличием

Таблица 3.18. Свойства

Марка стеклопластика	Связующее	Плотность, г/см ³	Предел прочности, кгс/см ²		
			при растяжении	при изгибе	при сжатии
СВАМ АГ-4в АГ-4с КАСТ СТ	Фенол-формальдегидные смолы	1.8—2.0	3500—4500	5000—7000	—
		1.7—1.9	800	1200	1300
		1.7—1.9	5000	2500	2000
		1.9	2700—3000	1400	—
		1.6—1.8	1200	1200	1100
СТЭФ П2—7с	Эпоксифенольные смолы	1.6—1.8	3000	2500	—
		—	9000—12500	7000—8000	3000—4000
ЭФ-32-301 33-18с	Эпоксидные смолы	1.6—1.7	4080	4150	2600
		1.9	2000	5000	1500
ВПМ-1 КМС-9 СКМ-1 СТК-41	Кремний-органические смолы	1.8—2.0	105—260	600—1000	800
		1.6—1.9	—	500	—
		1.77	2500	1400	1600
		1.6—1.8	2000	1100	—
ВП-1 СТ-911-1	Полиэфирные смолы	1.55—1.7	1450	1340	1110
		1.67	2800	1700	865

микротрещин в стеклопластике в результате усадки при отверждении смолы (степенью однородности материала) и условиями эксплуатации, в частности, температурой.

На воздухе под влиянием солнечного света и кислорода стеклопластики «стареют», теряют прозрачность, и прочность их понижается. Старение стеклопластиков усиливается в условиях повышенной влажности или в воде, а также при нагревании [72, с. 81—86].

Агрессивные среды (кислоты, щелочи) вызывают изменение не только массы стеклопластиков, но и их прочности, причем особенно резко в начальный период воздействия среды (рис. 3.15). Так, например, в кислотах более стойки стеклянные наполнители щелочного состава, но в щелочах стойкость таких стеклопластиков резко ухудшается. Аппретирование стеклянных наполнителей повышает химическую стойкость стеклопластика в кис-

стеклопластиков

Удельная ударная вязкость, кгс·см/см ²	Твердость по Бригеллю, кгс/мм ²	Теплостойкость по Мартенсу, °С	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	Электрическая прочность, кВ/мм	Диэлектрическая проницаемость (при частоте 10 ⁶ Гц)	Тангенс угла диэлектрических потерь (при частоте 10 ⁶ Гц)
300—500	55	200—300	10 ¹³ —10 ¹⁴	0.02—0.03	7.0	35
30	40—45	280	10 ¹²	0.05	8.0	13
150	40—45	280	10 ¹²	0.05	8.0	13
60—80	24—35	200	—	—	—	—
50	—	185	5·10 ¹⁰	—	—	10—12
150	—	180—200	10 ¹³	0.03	6	20
450—600	—	—	—	—	—	—
150	—	240	—	0.027	4.5	—
600	—	190	10 ¹¹	0.01	5.5	20
30—60	—	320	10 ¹³	0.004	6.5	3.2
15	—	250	10 ¹²	0.01	4.7	3.8
60	25	200—215	5·10 ¹³	0.004—0.06	4.1—4.9	11
50	—	≥ 225	10 ¹²	—	—	≥ 10
65	—	260	8.4·10 ¹³	0.007—0.009	5.1—5.5	4—9
450	—	285—290	10 ¹⁴	0.027	4.4	12—20

лоте, особенно в начальный период ее воздействия (рис. 3.16).

Стеклопластики все больше применяются в химическом аппаратостроении и не только для изготовления трубопроводов, но и емкостей, колонн, газоходов, вентиляторов, фильтр-прессов и другого оборудования [2, 75, 76].

Бипластмассы — двухслойные полимерные материалы, обладающие более высокой термостойкостью и большей прочностью, чем исходные пластмассы. Это термопласты (реже реактопласты), усиленные стеклянным наполнителем, или, наоборот, стеклопластики, плакированные термопластами.

Существует три метода получения таких двухслойных пластмасс: приклеивание термопласта к подложке из стеклянного наполнителя (практически не используется из-за сложности и трудоемкости), приклеивание

термопласта к стеклопластику или совместное прессование листового термопласта и прочно соединенного с ним стеклянного наполнителя. К таким материалам относятся: АГ-2 на основе поливинилхлорида, АГ-7 на основе полистирола, полиамиды стеклонаполненные (ГОСТ 17648—72) и др. Влияние усиления термопластов стеклянными наполнителями характеризуется данными, приведенными в табл. 3.14.

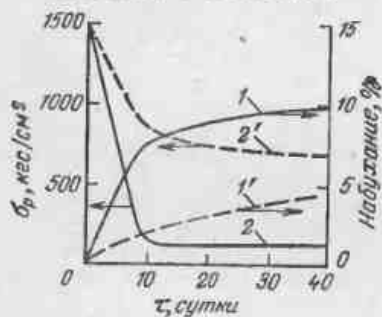


Рис. 3.15. Стойкость стекло-текстолитов в горячей (95—98 °С) 30%-ной H_2SO_4 [73]: 1, 2—СТ; 1', 2'—СВФЭ.

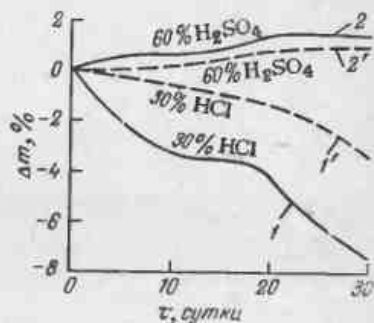


Рис. 3.16. Стойкость полиэфирных стеклопластиков [74] на основе щелочного стекло-наполнителя в кислотах: 1, 2—стеклопластики без запрети-рования; 1', 2'—стеклопластики, обработанные кремнийорганической жидкостью ГВС-9.

Из таблицы видно, что термостойкость и другие свойства бипластмасс значительно лучше, чем обычных термопластов. Степень изменения этих свойств зависит от содержания наполнителя.

Из бипластмасс изготавливают химическое оборудование: цилиндрические аппараты, сборники, монжусы, мерники, фильтры и др. Детали из бипластмасс скрепляются болтовыми соединениями, металлическими накладными фланцами или сваркой.

Битумно-асфальтовые пластмассы

Пластмассы этого типа стойки к минеральным кислотам (слабых и средних концентраций), растворам солей и щелочей. Они применяются главным образом для изоляции и защиты от коррозии подземных и маги-

Таблица 3.14. Физико-механические свойства ненаполненных и стеклонаполненных термопластов

Термопласт	Плотность, г/см ³	Предел прочности, кгс/см ²			Удельная ударная вязкость, кгс·см/см ²	Темперостойкость по Мартенсу, °С	Водопоглощение за 24 ч, %
		при растяжении	при сжатии	при изгибе			
Полиамид обычный	1,13—1,16	714—840	470—680	560—1120	5,4—19,6	130—170	1,9—3,3
	1,3—1,52	980—2170	1050—1680	1260—2800	14,4—32,7	255	0,1—1,4
Полипропилен обычный	0,9—0,91	300—400	595—700	—	3,3—5,9	100—110	0,01
	1,24	560	490	700	27,2—32,7	130	—
Полистирол обычный	1,05—1,11	455—840	805—1120	700—1190	1,9—3,27	82—112	0,05—0,40
	1,20—1,33	770—1050	980—1190	1050—1330	10,3—24,5	138	0,05—0,40
Поликарбонат обычный	1,2	560—665	770	770—910	68,5—87	132—138	0,3
	1,52	1260—1505	1330	1550—2240	21,8	—	0,08

стральных трубопроводов, а также для защиты полов в химических цехах.

Термопластичная асфальтопечковая масса (ТУ ГХП 26—50) используется в качестве прессовочного материала для изготовления аккумуляторных баков, крышек и пробок к ним.

Нефтяные битумы используются в виде грунтовочных составов (раствор битума в бензине), в качестве основного материала покрытия, а также для приклейки рулонных материалов. В зависимости от температуры размягчения и других свойств различают нефтяные битумы нескольких марок.

Битумные мастики (битумнополи) получают сплавлением битумов с минеральными кислотоупорными наполнителями (цементом, каолином, диабазовой и андезитовой мукой и др.) и с армирующими добавками (асбестом).

Хорошие результаты получены также при добавлении к битумам 5—10% резины (в виде крошки). При этом улучшается эластичность, морозостойкость, стабильность электрического сопротивления в растворах электролитов, механическая прочность и другие свойства битумов. Битумно-резиновые мастики марки МБР-И-90, с температурой размягчения не ниже 90°C, и марки МБР ИЗ-80, с температурой размягчения не ниже 80°C, используются для изоляционных работ (ГОСТ 15836—70).

В состав мастик часто вводят рубракс — высокоплавкий эластичный продукт, получаемый специальной обработкой битума. Гидроизоляционный рулонный материал на основе битумно-резиновых смесей известен под названием бризола (ГОСТ 17176—71), мастики — под названием изола (ГОСТ 10296—71). Листовой кровельный картон, пропитанный битумом, называется гидроизолом; смесь битума с волокнистым асбестом, обработанная на вальцах и каландрах, — борулином.

Битумные материалы хорошо совмещаются с синтетическими смолами. Так, например, если в каменноугольную смолу добавить эпоксидную смолу получается ценный антикоррозионный материал ЭКС-1, обладающий свойствами составных компонентов. Этот материал наносят в виде мастики: он затвердевает без нагревания в слое любой толщины. Покрытия из ЭКС-1 стойки в серной, соляной и 5%-ной азотной кислотах, а также в

щелочах, нефтепродуктах, маслах и бензине. Теплостойкость таких покрытий примерно 90—100°C.

Универсальная мастика УХН-Н и гидроизоляционная мастика СТХН-НГ получают при смешении лака этиноль с нефтебитумами. Эти мастики применяют при температурах до 65—75°C для гидро- и паронизации в подземных условиях и в промышленных зданиях для устройства кислото-щелочестойких полов.

Вяжущие полимерные материалы

Вяжущие на основе фенолоформальдегидной смолы.

Эти составы под названием замазки арзамит широко применяют для футеровочных работ. Замазки используют в качестве самостоятельного футеровочного материала или подслоя для заделки швов при футеровке штучными материалами и для склеивания фаолита, антегмита и других пластмасс. Замазки состоят из двух компонентов: арзамит — раствора, т. е. фенолоформальдегидной смолы, и арзамит-порошка, состоящего из наполнителя (кварцевая мука, кремнезем, сульфат бария, графит) и ускорителя отверждения (паратолуолсульфохлорид). За час до употребления компоненты смешивают (эти замазки быстро схватываются) и отверждают в течение суток при комнатной температуре и за несколько часов при 70°C.

В настоящее время замазки арзамит выпускают четырех марок (раньше их было 7). Ниже приводятся свойства замазок арзамит (МРТУ 6-05-1061—67):

	Арзамит-1	Арзамит-4	Арзамит-5	Арзамит универсальный
Предел прочности, кгс/см ²				
при растяжении	30	50	40	80
при сжатии	300	400	250	450
Кислотостойкость, %				
не менее	—	98	96	96
Щелочестойкость, %				
не менее	—	—	98	98
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°C)	—	18—20	—	—
Адгезия, кгс/см ²				
к стали	15	40—50	38—43	—
к пропитанному графиту	39	35—40	44—51	—

Все замазки арзамит кислотостойкие, а замазки арзамит универсальный и арзамит-5 и щелочестойкие, т. е. могут применяться в отличие от остальных фенопластов для сред переменного характера. Все замазки арзамит, кроме замазки арзамит-1, теплопроводны.

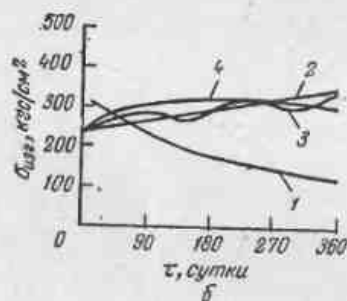
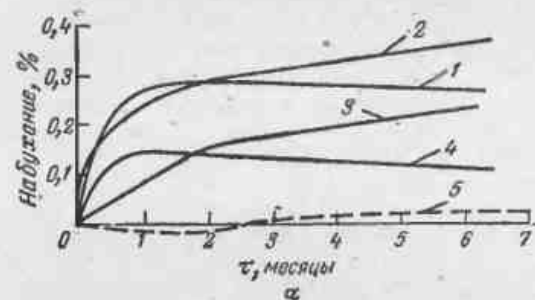


Рис. 3.17. Стойкость замазки арзамит-5 в различных средах: а — набухание: 1 — в воде; 2 — в 10%-ной NaOH; 3 — в 10%-ной H₂SO₄; 4 — в 20%-ной H₂SO₄; 5 — в 50%-ной H₂SO₄; б — изменение прочности: 1 — в 30%-ной NaOH; 2 — в 30%-ной HCl; 3 — в 70%-ной H₂SO₄; 4 — в воде.

Химическая стойкость замазок выше, чем фаолита или чистого бакелитового лака. При гравильном выборе марки замазки арзамит можно использовать в кислых и щелочных средах, а также в окислителях и в растворителях. На рис. 3.17 показана химическая стойкость замазки арзамита-5 в кислотах и щелочах [77], оцениваемая по набуханию и изменению прочности.

Замазки стойки до температуры 120—125°C. Учитывая, что они отверждаются кислым катализатором, необ-

ходимо наносить их не непосредственно на металлическую поверхность, а на подслои из полиизобутилена, резины или бакелитового лака.

Вязущие на основе фурилово-фурановых смол. За последние годы все большее распространение получают пластобетоны и полимеррастворы. Их применяют для защиты полов в химических цехах, для получения защитных покрытий металлических аппаратов, для изготовления химического оборудования, работающего в контакте с агрессивными средами (емкости, трубы, ванны, башни и пр.). Для приготовления пластобетонов используют в качестве связующего мономер ФА (9—11%) и минеральные наполнители (85—87%) — кварцевый песок, гравий (крупный песок), щебень (дробленые горные породы); в смесь добавляют отвердитель (1—3%) в виде раствора. Ниже приводятся физико-механические свойства пластобетона [52, с. 13]:

Насыпная плотность, кг/м ³	1.8—2.4*
Прочность, кгс/см ²	
при растяжении	40—120
при сжатии	500—1200**
при статическом изгибе	120—350
Удельная ударная вязкость, кгс·см/см ²	1—4
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°C)	0.65—0.77
Коэффициент линейного термического расширения $\lambda \cdot 10^6$	16—30
Адгезия, кгс/см ²	
к стальной арматуре	100—160
к сухому цементному бетону	До 24—28
к дереву	Разрыв
к красному кирпичу	90—130
Удельное объемное электрическое сопротивление $\rho \cdot 10^{-10}$, Ом·см	3.4—6.3
Электрическая прочность, кВ/мм	8—12
Водопоглощение, %	0.01—0.08

* С гравием насыпная плотность выше.

** При использовании андезита прочность пластобетона максимальная.

Фуруролацетоновые мастики и замазки. Мономер ФА используется для приготовления изоляционных мастик, получивших название «Фаизол», и

замазок «Ферганит» [51, 78, 79]. Ниже приводятся рецептуры (в вес. ч.) этих материалов:

Компоненты	Мастика фаизол	Змазка ферганит-1
Мономер	100	27—29
Андезитовая мука	—	100
Углеродистый порошок (кокевая пыль)	140—160 (До 185)	3—10
Отвердитель		
серная кислота	15	—
контакт Петрова или	22,5	—
бензолсульфокислота (БСК)	20—25	7—7,2
Растворитель для БСК	4—5	0,7—0,75

За рубежом замазки на основе фурановых смол получили наименование хабенит (Habepit). Физико-механические и химические свойства фаизолов и замазок зависят от вида использованного наполнителя и отвердителя.

Для получения коррозионностойких, теплостойких и теплопроводных замазок ферганит-2 и ферганит-3, а также мастики используется смола ФАФФ-31.

Состав мастики (в вес. ч.):

ФАФФ-31	100	Отвердитель	
Андезитовая мука	270	серная кислота	20
Графит электродный	30	контакт Петрова	30

Жизнеспособность мастики после приготовления составляет 30 мин.

Ниже приводится состав замазок ферганит-2 и ферганит-3:

Ферганит-2	Ферганит-3
1. Ферганит-2-раствор ФАФФ-31 — раствор в фурфуроле (1:0,33)	1. Ферганит-3-раствор ФАФФ-31 — раствор в фурфуроле (1:0,33)
2. Ферганит-2-порошок Кварцевая мука Бензолсульфокислота	2. Ферганит-3-порошок Графитовый порошок Бензолсульфокислота

Соотношение компонентов 1 и 2 для замазки ферганит-2 (0,34—0,36): 1, для замазки ферганит-3 — (0,36—0,56): 1. Отверждение: на холоду (длительное) или с подогревом (быстрое).

Замазки ферганит рекомендуются вместо фенолоформальдегидных замазок арзамит при футеровках теп-

лообменников плитками из графитопласта АТМ-1 (ферганит-3) и при футеровках химической аппаратуры кислотоупорными керамическими плитками (ферганит-2), а также для защиты полов в химических цехах.

Материалы на основе каучуков

Каучуки — натуральные и синтетические представляют собой высокомолекулярные соединения, предназначенные для изготовления резин и резиновых изделий. Синтетический каучук обычно получают полимеризацией и сополимеризацией различных непредельных соединений; некоторые каучуки — поликонденсацией соответствующих бифункциональных производных углеводов. Обычно каучуки используют в смеси с другими ингредиентами: наполнителями, вулканизирующими агентами, пластификаторами, стабилизаторами и противостарителями. В результате вулканизации каучука, например, серой и присоединения ее по месту непредельных связей происходит структурирование (сшивка), т. е. образование пространственной трехмерной структуры макромолекулы, придающей резине прочность, определенную твердость и эластичность.

Некоторые каучуки имеют в своих полимерных цепях функциональные группы (карбокисильные, изоцианатные и др.), участвующие в процессах структурирования.

В зависимости от количества введенной в резиновую смесь серы получают мягкие резины (2—4 вес. ч. серы на 100 вес. ч. каучука), полужесткие, называемые полубонитами (12—20 вес. ч. серы), и жесткие резины или эбониты (30—50 вес. ч. серы). Эбониты можно применять самостоятельно для защиты аппаратуры или в качестве подслоя, но можно использовать их в качестве конструкционного материала. Отечественная промышленность выпускает эбонитовые пластины (ГОСТ 2748—53), трубы (ТУ МХП 1420—47) и трубки (ТУ МХП 24—11).

Каучуки применяют не только для получения резин и эбонитов, используемых в качестве коррозионностойких уплотнительно-прокладочных материалов и для гуммирования (обкладки аппаратуры для защиты ее от воздействия агрессивных сред), но и для изготовления клеев, лакокрасочных материалов, герметиков, вяжущих

составов и пр. На рис. 3.18 представлена классификация каучуков, применяемых в антикоррозионной технике.

Для вулканизации большинства каучуков применяется сера, но для некоторых каучуков, например силиконовых и фторкаучуков, она непригодна. Они вулканизируются перекисями (бензонла, дикумила) и гидроперекисями,

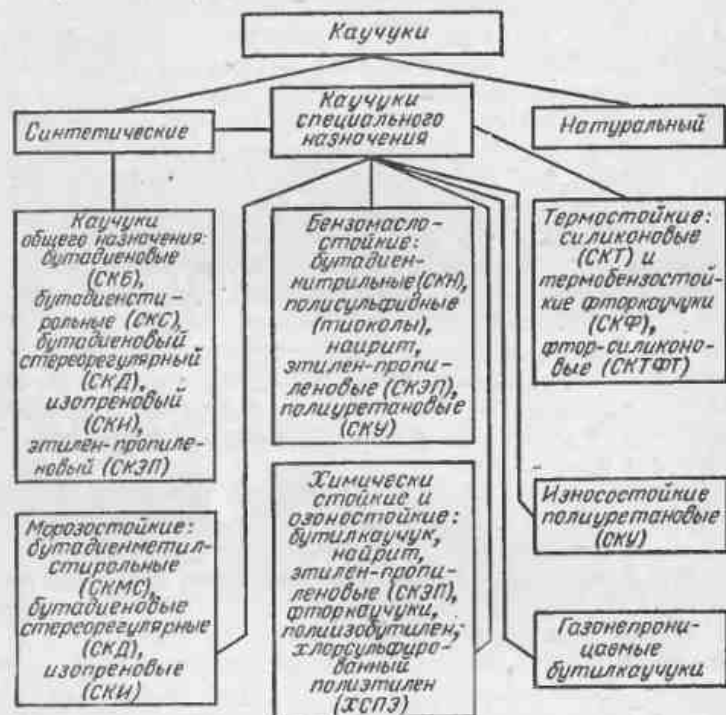


Рис. 3.18. Классификация каучуков по свойствам и назначению.

которые при нагревании разлагаются с образованием свободных радикалов. Последние взаимодействуют с полимерными цепями каучука и способствуют их структурованию (сшивке) по месту двойных связей с образованием поперечных углеродных связей.

Наполнители, вводимые в состав резиновой смеси, условно можно подразделить на активные, увеличивающие прочность и износостойкость резин, и неактивные или инертные, придающие резинам специфические свой-

ства: химическую стойкость, теплостойкость и т. п., но не увеличивающие прочность.

Наиболее распространенными активными наполнителями являются сажи (канальная, газовая, антраценовая, печная, газовая форсуночная, термическая, ламповая и «белая» — SiO_2), а также окислы цинка и магния, каолин и др. К инертным наполнителям следует отнести

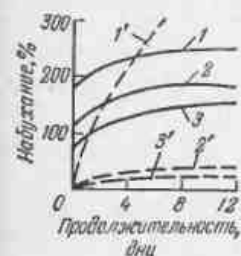


Рис. 3.19. Кинетика набухания натурального (1, 2, 3) и полисульфидного (1', 2', 3') каучуков в различных средах: 1, 1' — бензол; 2, 2' — циклогексан; 3, 3' — гентан [90, с. 154].

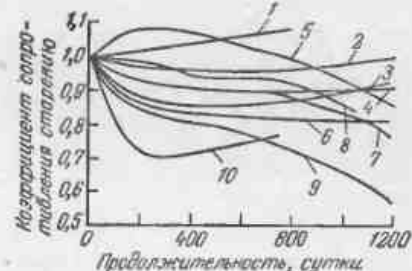


Рис. 3.20. Атмосферное старение резины на основе каучуков: 1 — СКЭП; 2 — СКТВ; 3 — ХСПЭ; 4 — БК; 5 — СКФ-26; 6 — СКИ-3; 7 — СКМС-10; 8 — НК; 9 — найрит; 10 — СКН-25.

мел, тальк, баррит. Степень их влияния на свойства резины зависит от типа каучука и количества введенного наполнителя.

Химическая стойкость резин в первую очередь определяется видом каучука, его строением, наполнителем, вулканизирующими агентами и другими факторами. Подавляющее большинство резин стойки в растворах щелочей и кислот, главным образом разбавленных, в растворах солей, а некоторые из них и в отдельных органических растворителях: маслах, бензинах, алифатических углеводородах, спиртах. Действие растворителей на натуральный и полисульфидный каучуки показано на рис. 3.19. Химически стойкие резины на основе бутилкаучука, найрита, фторкаучуков, этилен-пропиленовых и других каучуков обладают повышенной, по сравнению с остальными резинами, химической стойкостью, главным образом к окислителям, в которых обычно резины

стареют, охрупчиваются, теряют свою эластичность (см. гл. 4).

Водостойкость всех резин, как правило, высокая, но кинетика набухания в воде зависит от температуры и от вида каучука. Повышение температуры меньше всего влияет на водостойкость бутилкаучуков и больше всего на СКБ, что связано с их теплостойкостью. Резины на основе бутилкаучука в средах, в которых они стойки, могут эксплуатироваться при температурах до 100°C, тогда как все остальные резины — до 65–70°C.

Наиболее термостойки силиконовые резины и резины на основе фторкаучуков. Последние в ряде агрессивных сред могут использоваться при 140–180°C, а силиконовые на воздухе даже при более высоких (до 300°C) температурах.

Большинство резин плохо сопротивляется окислению под влиянием озона, кислорода и других окислительных сред. По стойкости к окислению их можно расположить в следующий ряд: СКТ > БК > наирит > СКС > НК. Кривые на рис. 3.20 характеризуют кинетику атмосферного старения резин на основе различных каучуков по изменению коэффициента сопротивления старению (отношение прочности при растяжении после старения к исходной прочности) [81, с. 112].

Свойства и применение материалов на основе каучуков

Резины используют главным образом для изготовления шин, резино-технических изделий; сравнительно немного выпускается невулканизированной товарной резины, часть которой предназначена для гуммирования.

Невулканизированные товарные резины (ТУ 815—53) в зависимости от назначения и условий работы подразделяются на резины общепромышленного и целевого назначения. В группу резин общепромышленного назначения входят мягкие резины, а также резины средней и повышенной твердости. К этим резинам относятся: резины, предназначенные для защиты от воды, воздуха и слабых растворов кислот и щелочей; теплостойкие, морозостойкие, масло- и бензостойкие и резины с повышенной масло-бензостойкостью.

К резинам целевого назначения относятся резины, применяемые для гуммирования.

При выборе резин и эбонитов для защиты от действия агрессивных сред целесообразно пользоваться материалами Всесоюзного научно-исследовательского института по нормализации и машиностроению РТМ-22—61 «Покрытия защитные гуммированием» и техническими указаниями на производство и приемку гуммировочных работ СН205—62 [82].

В гуммировочных резинах до сих пор еще в значительной степени используется натуральный каучук (НК). В настоящее время промышленностью выпускается синтетический полиизопреновый каучук (СКИ), по свойствам аналогичный натуральному. В гуммировочных резинах этот каучук с успехом заменяет натуральный [83, 84] (табл. 3.15 и рис. 3.21).

Таблица 3.15. Изменения физико-механических показателей резин на основе СКИ-3 и НК в агрессивных средах (в %)

Агрессивная среда и условия испытаний	Физико-механические показатели	Резины на основе СКИ-3, наполненные		Резины на основе НК, наполненные	
		белой сажи	лампной сажи	белой сажи	лампной сажи
Соляная кислота 20%-ная, 65°C, 25 суток	Прочность	-7	-59	-34	-30
	Относительное удлинение	-8	-68	+10	-22
	Набухание	+3,7	+22,2	+4,1	+15,1
Серная кислота, 33%-ная, 65°C, 50 суток	Прочность	-5,5	-25,5	-23,6	-2,0
	Относительное удлинение	-7,5	-67,0	+9,0	-3,0
	Набухание	+7,1	0,0	+7,7	+0,51
Уксусная кислота, 20%-ная, 50°C, 50 суток	Прочность	-19	-48	-27	-53
	Относительное удлинение	0,0	-45	+15	-40
	Набухание	-0,7	+24,0	+5,9	+38,1

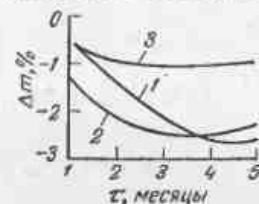


Рис. 3.21. Стойкость эбонитов на основе каучуков в хлоре: 1—НК; 2—СКИ-3; 3—СКИ-3 (65 вес. ч.) + наирит (35 вес. ч.) [83].

Бутадиеновый каучук (СКБ) тоже постепенно заменяется более совершенным — бутадиеновым стереорегулярной структуры (СКД); он может быть использован и для гуммирования [85].

Все большее распространение в качестве гуммировочных химически стойких резин получают бутилкаучук (БК) и полихлоропреновый каучук (наирит) [86, 87].

Физические и механические свойства наиболее широко применяемых для гуммирования резин и эбонитов, с указанием способа крепления их к металлу, приведены в табл. 3.16.

Кроме гуммировочных резин в антикоррозионной технике используют прокладочно-уплотнительные и герметизирующие резиновые материалы. Для изготовления прокладок применяют листовую техническую резину (ГОСТ 7338—65) пяти типов: кислото-щелочестойкую, теплостойкую, морозостойкую, масло-бензостойкую марок А, Б и пищевую.

Физические и механические свойства листовой технической резины представлены в табл. 3.17 (первые цифры, стоящие в соответствующих графах, относятся к мягким резинам, вторые — к твердым).

Наиболее химически стойкими, работающими в контакте с агрессивными средами, являются уплотнительные нитрильные резины, отличающиеся повышенной маслостойкостью, на основе каучуков: СКН-18, СКН-26 и СКН-40 (ИРП-1068, ИРП-1078, ИРП-1294 и др.), резины на основе наирита (2542-П, 3508-П и др.), бутилкаучука (ИРП-1309), фторкаучуков (ИРП-1225, ИРП-1287, ИРП-1313) [88, 89].

Физико-механические свойства химически стойких уплотнительных резин приведены ниже:

Показатель	Резины на основе			
	СКН	наирита	бутил-каучука	фтор-каучуков
Предел прочности при растяжении, кгс/см ²	220—330	200—265	140—240	120—140
Относительное удлинение при разрыве, %	450—700	600—750	640—800	130—250
Остаточное удлинение, %	15—30	12	30—60	10—16
Твердость по ТМ-2	70—80	50—60	50—64	70—90
Сопротивление истиранию, см ³ /квт·ч	200—230	290—350	170—250	—
Морозостойкость, °С	—20	—34	—45	—40

Таблица 3.16. Физико-механические свойства резин и эбонитов, используемых для гуммирования

Марка резины	Основа (каучук)	Плотность, г/см ³	Предел прочности, кгс/см ²		Удлинение, %		Твердость по ТМ-2, кгс/см ² (ГОСТ 251—53)	Морозостойк., °С	Способ крепления к металлу
			при растяжении, в масле	при разрыве	относительное	остаточное, не более			
829	НК + СКБ	1,06	160	—	650	30	40—50	—45	Клеем термолпрен и 4508 С помощью подслоя эбонита или клеем термолпрен
1976	СКБ	1,14	60	—	225	20	56	—40	
2556	НК + СКБ	1,1—1,2	150	—	600	35	20—40	—40	Клеем термолпрен и 4508 С помощью подслоя эбонита или клеем термолпрен
4476	СКБ	1,15	55	—	150	15	52	—40	
4849	НК	1,39	180	—	550	40	31	—50	С помощью подслоя эбонита
8ЛТИ	СКС-30	1,06	240	—	570	20	65—75	—50	Клеем лейконат или клеем 200
343	СКМС-50	1,14	90	—	280—300	25	60—80	—60	То же
829	НК + СКБ	1,06	160	—	650	30	40—50	—40	С помощью подслоя эбонита или клеем термолпрен
ИРП-1025	Наирит	1,48	100	—	364	8	84	—	Клеем 200 или клеем лейконат
1751	СКБ	1,32	274	638	—	—	—	—	Клеем 2572 и 1805 То же
1726	НК	1,12	—	940	—	—	—	—	
1814	СКБ	1,33	364	713	—	—	—	—	
2109	СКБ	1,21	320	577	—	—	—	—	
2169	СКБ	1,14	450	800	—	—	—	—	
6024	НК	1,13	—	535	—	—	—	—	

Гуммировочные резины

Эбониты

Герметизирующие материалы чаще всего изготавливают в виде замазок, мастик или паст, большей частью не требующих нагревания для вулканизации или отверждения.

Таблица 3.17. Физико-механические свойства листовой технической резины

Тип резины	Предел прочности при растяжении, кгс/см ²	Удлинение, %		Твердость по ТШМ-2, кгс/см ²
		относительное	остаточное	
Кислото-щелочестойкая	35—60	350—200	25—20	3,5—18
Теплостойкая	40—60	300—100	18—15	4,5—18
Морозостойкая	40—65	250—200	25—20	3,5—18
Масло-бензостойкая марок:				
А	60—95	250—200	30—20	4—20
Б	45—70	400—200	35—15	4—20
Пищевая	40—45	350—300	35—20	4—10

Для получения герметиков используют полисульфидные каучуки (тиоколы), силиконовые, бутадиеннитрильные каучуки в композициях со смолами и некоторые специальные фторсодержащие каучуки [90, 91].

Тиоколовые герметики выпускают трех марок: У-30М (ТУ УТ-949—58), УТ-31 (ВТУ УТ-932—69) и с эпоксидной смолой У-30МЭС-10. Эти материалы включают три состава, которые смешивают перед употреблением: первый состав — паста У-30 (тиокол, наполненный сажей или титановыми белилами), второй — паста П-9, содержащая агент вулканизации и пластификатор, и третий — ускоритель вулканизации в виде порошка [90, с. 126—130].

Для лучшей адгезии тиоколовые герметики наносят непосредственно не на металл, а на грунт (ВТУР, клей 88-Н, К-50 и др.). Вулканизация тиоколовых герметиков протекает при комнатной температуре в среднем за 24 ч. Кроме прямого назначения (герметизирующий мате-

риал) тиоколовые составы могут быть использованы в качестве покрытий, защищающих металлы от влаги и паров воды, бензина, растворов минеральных кислот и их солей, от атмосферных и других воздействий. В сочетании с эпоксидными смолами адгезия тиоколовых герметиков и некоторые другие их свойства улучшаются.

На основе силиконовых каучуков разработаны герметизирующие электроизоляционные компаунды, защищающие от воздействия влаги и атмосферы в широком интервале температур от -60 до $+300$ °С.

Для этой цели используется жидкий (низкомолекулярный) каучук СКТН-1, на основе которого отечественной промышленностью выпускаются теплостойкие герметики КЛ (ВТУ В-16—64) нескольких марок и «Виксинт». Для улучшения адгезии эти герметики наносят по специальному грунту К-10 [92].

Герметики ГЭН-150 в (ТУ П-105—58) и ГЭН-301 (ВТУ МХП 3284—52), представляющие собой композиции бутадиеннитрильного каучука СКН-40 с фенолоформальдегидными смолами (резольной смолой ВДУ и смолой ФКФ), в 5—6 раз прочнее тиоколовых и в 10—20 раз силиконовых герметиков. Адгезия их к стали составляет не менее 35 кгс/см², а к алюминию достигает даже 70—170 кгс/см².

Новые виды каучуков и резин

К новым эластомерам, которые используются для защиты от коррозии, предъявляются более высокие, по сравнению с существующими, требования по химической стойкости, абразивному износу, истиранию, старению в окислительных средах и т. д.

Такими свойствами в какой-то мере обладают этиленпропиленовые каучуки, хлорсульфированный полиэтилен, фторсодержащие и фторсиликоновые эластомеры, полиуретановые каучуки [93].

Этилен-пропиленовые каучуки СКЭП и СКЭПТ (тройной сополимер). Благодаря насыщенному характеру эти каучуки обладают повышенной теплостойкостью, высоким сопротивлением окислению, хорошими, стабильными в условиях влаги, диэлектрическими свойствами и высокой химической стойкостью.

Ниже приводятся характерные свойства этилен-пропиленовых резин:

Показатели	СКЭП	СКЭПТ
Предел прочности при растяжении, кгс/см ²		
при 20 °С	200—260	180—200
при 100 °С	80—100	70—100
Относительное удлинение, %		
при 20 °С	550—700	500
при 100 °С	250—350	200—300
Остаточное удлинение, %	20—30	18
Эластичность по отскоку	45—50	40—45
Твердость по ТМ-2	60—70	60—70
Сопротивление истиранию, см ³ /кВт·ч	200—250	250—300
Коэффициент морозостойкости при -35 °С	0,25—0,35	0,2—0,3
Озonestойкость	Высокая	
Масло-бензостойкость	Хорошая	
Кислотно-щелочестойкость	Очень высокая	

Этилен-пропиленовые каучуки могут применяться для обкладки аппаратуры и в качестве кабельных и других резин. Для гуммирования пригоден саженаполненный невулканизованный СКЭП (прочность 24 кгс/см²), для других целей — вулканизованные перекисями резины с прочностью 200—250 кгс/см².

По сравнению с наиболее распространенным обкладочным материалом — листовым полиизобутиленом СКЭП имеет большие преимущества не только по теплоустойчивости, но и по другим показателям; вследствие малой ползучести под нагрузкой он не изменяется практически во времени [94; 95].

Хлорсульфированный полиэтилен (ХСПЭ). Его получают в результате введения в молекулу полиэтилена сульфохлоридной группы SO_2Cl_2 при обработке полиэтилена, растворенного в четыреххлористом углероде, хлористым сульфуром SO_2Cl_2 или смесью хлора и сернистого газа. Каучукоподобный полимер, получаемый в виде белой рыхлой крошки, вулканизуется окислами металлов или солями органических кислот (преимущественно окисью магния и свинца или свинцовыми солями органических кислот). Структурирование происходит в результате гидролиза и дальнейших реакций с сульфохлоридными группами. Вулканизация протекает в при-

сутствии органических кислот или канифоли (гидрогенизированной), которая улучшает прочностные и технологические свойства смесей [88, с. 60; 96].

Насыщенность молекулы ХСПЭ придает вулканизатам стойкость к окислению кислородом и озоном, к кислотам, щелочам и окислителям, а также высокую теплоустойчивость (120 °С; кратковременно — 200 °С).

Прочность резин на основе ХСПЭ составляет 160—200 кгс/см² и не изменяется, например, после выдержки при 128 °С в течение 7 суток. Электроизоляционные свойства и газонепроницаемость этих резин удовлетворительные. Температура хрупкости, так же как резин на основе НК, составляет —40 °С.

Ниже приведены физико-механические свойства резин на основе ХСПЭ с разными наполнителями (данные о химической стойкости см. в гл. 4):

Показатели	Мел и MgO	Сажа и MgO	Сажа и PbO
Предел прочности при растяжении, кгс/см ²	243	115	237
Относительное удлинение, %	200	220	225
Остаточное удлинение, %	5	10	12
Твердость по Шору	77	65	85
Сопротивление истиранию, см ³ /кВт·ч	—	190	—
Сопротивление раздиру, кгс/см	64	54	40
Температура хрупкости, °С	—40	—36	—40

Эти резины применяют для гуммирования резервуаров, аппаратов, труб, гальванических ванн, в качестве прокладок, кислотостойких шлангов, для футеровки вентиляторов, в виде вкладышей насосов и другого оборудования.

За рубежом ХСПЭ выпускают под названием «хайпалон».

Лакокрасочные составы на основе ХСПЭ в виде органо-дисперсий отверждаются при комнатной температуре. Получаемые при этом покрытия обладают хорошими механическими свойствами, стойки к старению и действию окислителей; высокая адгезия к металлу улучшается в процессе эксплуатации. Интервал рабочих температур составляет от —50 до +120 °С.

Кремнийорганические или силиконовые (силоксановые) термостойкие (до 200—300 °С) каучуки. Резины на их основе вулканизуют перекисями (бензоила и др.) и радиационным путем. В качестве наполнителей используют белую сажу У-333, аэросил (100% SiO₂) и титановые белила, а для получения резин, стойких в агрессивных средах — фторопласт Ф-4. В состав резиновой смеси вводят до 5% стабилизаторов (окислы железа, титана и др.).

По химическому составу и строению различают следующие кремнийорганические каучуки и резины, полученные на их основе: диметилсилоксановые СКТ (резины ИР-21, 14-Р2 и др.); низкомолекулярные, метилвинилсилоксановые СКТН; СКТВ (резины ИРП-1265, ИРП-1338, ИРП-1344 и пр.), СКТВ-1 с повышенным содержанием винильных групп (резины ИРП-1266, ИРП-1368 и др.); метилфенилвинилсилоксановые СКТФВ (резины ИРП-1433, ИРП-1954); метилэтилсилоксановые СКТЭ (резины ИРП-1267); нитрилсилоксановые и фторсилоксановые СКТФТ-50 и СКТФТ-100 [88, 89, 97].

Силоксановые резины малопрочные (30—65 кгс/см²); исключение составляют резины, наполненные аэросилом. Резины на основе СКТ предназначены для эксплуатации в озоне и тропическом климате, на воздухе при температурах до +250 °С, а резина ИРП-1286 при температурах до 300—350 °С. Для эксплуатации в агрессивных средах применяют резины, наполненные фторопластом Ф-4 (ИРП-1285).

Все силоксановые резины являются хорошими диэлектриками и широко используются для изготовления сверхтеплостойких и электротехнических деталей.

Фторкаучуки. Эти каучуки отличаются исключительно высокой химической стойкостью, особенно в бензине, топливе, маслах и сильных окислителях, а также низкой газопроницаемостью [98, 99]. По термостойкости (200—250 °С) они приближаются к каучукам СКТ, а по износостойкости превосходят их.

В зависимости от исходных продуктов различают следующие типы фторкаучуков: полифторолефины, полифторакрилаты, фторсодержащие полиэферы и др. Отечественной промышленностью выпускаются фторкаучуки первого типа, в основном СКФ-32 и СКФ-26, а также

СКФ-260 и некоторые другие [88, 89, 99]. Ниже приводятся свойства фторкаучуков:

	СКФ-32	СКФ-26	СКФ-260	СКФ-460В	СКФ-ПО
Предел прочности при растяжении, кгс/см ² . .	300	200	170	180	160
Остаточная деформация после сжатия при 200 °С за 24 ч, %	60	40	90	100	85
Удлинение, % . . .	100—200	150—300	250—300	120	200—300
Теплостойкость, °С	200—250	250—300	250—300	250—300	200
Морозостойкость, °С	-20	-20	-35	-10	-60
Химическая стойкость					
в сильных окислителях	Удовлетворительная	Удовлетворительная	Удовлетворительная	Хорошая	Плохая
в жидких топливах . . .	То же	То же	То же	»	»

Вулканизация фторкаучуков протекает в две стадии: под давлением (в прессе) при температуре до 150 °С и на воздухе после снятия давления при 200—250 ° в течение более длительного времени (до 24 ч) для удаления влаги и летучих продуктов. Давление при формовании резин в процессе вулканизации способствует снижению прочности, но улучшению химической стойкости (набухания) [81] (рис. 3.22).

Стойкость фторкаучуков в сильных окислителях и растворителях зависит от степени фторирования и от типа и концентрации поперечных связей, образующихся при вулканизации. Предпочтительнее в этом отношении связи, образующиеся при сшивке аминами, так как они замедляют разрушение структуры при действии, например, азотной кислоты, в которой фторкаучуки стойки до 86%-ной концентрации. В разбавленных и концентрированных минеральных кислотах они стойки и при высоких температурах, но органические кислоты их разрушают. В кетонах, альдегидах и простых эфирах фторкаучуки растворяются, в остальных органических жидкостях они стойки (см. гл. 4). Растворы СКФ-26 в метилэтилкетоне могут быть использованы для пропитки, клеев и других целей [100].

Резинам на основе фторкаучуков присвоены следующие марки: ИРП-1313, ИРП-1287 (на основе СКФ-26); ИРП-1136, ИРП-1199, ИРП-3013, ИРП-1064, ИРП-1225 (на основе СКФ-32).

За рубежом фторкаучуки выпускаются фирмой «Дюпон» под названием «Витонов», фирмой «Келлог» — под названием флюорел, фторакрилатные эластомеры IF4 и 2F4 и др. [101].

Фторкаучуковые резины, обладающие ценными свойствами, применяют:

1. Для изготовления термостойких, химически стойких и электроизоляционных прокладок, уплотнений и изделий (рукава, трубки, диафрагмы и т. п.). Прокладочные пластины выпускают толщиной до 5 мм и площадью до 4000 см².

2. Для изготовления водостойких герметиков, не разрушающихся при действии кислорода и озона (5Ф-13, 14Ф-26).

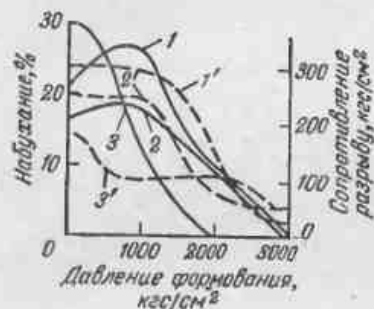


Рис. 3.22. Влияние давления при формировании резины на основе каучука СКФ-32, наполненных печной (1, 1'), белой (2, 2') сажей и с пластификатором (3, 3') на их набухание (1, 2, 3) и изменение прочности (1', 2', 3') при действии мелшажа [81, с. 81].

3. Для гуммирования металлических изделий. Резины на основе СКФ крепятся к металлам в процессе вулканизации специальным клеем 9М-35Ф.

4. Для пропитки тканей. После удаления растворителя и двухстадийной вулканизации в прессе и на воздухе ткани приобретают водонепроницаемость и стойкость в органических растворителях.

5. Для совмещения с другими каучуками, например нитрильными, с целью улучшения их свойств.

Полиуретановые каучуки и их вулканизаты. Многообразие исходных продуктов синтеза и способов вулканизации обуславливает широкие возможности получения и применения полиуретанов с теми или иными специфическими свойствами. Различают полиуретановые каучуки сложноэфирного типа и на основе простых полиэфиров. Первые более устойчивы к гидролизу и к термической

деструкции, сохраняют эластичность и имеют более низкую температуру стеклования, чем полиуретановые каучуки на основе простых полиэфиров.

Вулканизация полиуретановых каучуков может протекать одновременно с синтезом каучука или в две стадии при введении вулканизующих агентов: диизоцианатов, перекисей, серы или диолов, триолов, диамминов на второй стадии получения.

Полиуретановые каучуки стойки к действию углеводородных растворителей, но набухают в полярных растворителях: диоксане, ацетоне и т. п.

По возможным способам переработки и свойствам полиуретановые каучуки можно подразделить на следующие четыре группы [102]:

1) высокомолекулярные твердые полиуретановые каучуки линейной структуры, перерабатываемые на обычном оборудовании резиновой промышленности, так называемые «вальцуемые» каучуки;

2) низкомолекулярные жидкие полиуретаны на основе простых полиэфиров, перерабатываемые в твердые эластомеры или изделия литьем или прессованием;

3) эластомеры, структурированные в процессе синтеза, выпускаемые в виде профильных материалов и готовых изделий, получаемых литьем или прессованием;

4) термопластичные полиуретановые эластомеры, перерабатываемые на оборудовании, применяемом для переработки пластмасс.

Отечественной промышленностью освоено производство литьевых и вальцуемых полиуретановых эластомеров: СКУ-В, СКУ-6, СКУ-7, СКУ-7П, СКУ-ПФЛ (литьевые эластомеры); СКУ-8, СКУ-8ПГ, СКУ-50 и СКУ-ПФ (вальцуемые каучуки).

Свойства вулканизатов некоторых полиуретановых каучуков приведены в табл. 3.18 [103].

Все вулканизаты СКУ обладают исключительно высокой износо- и абразивостойкостью, хорошими диэлектрическими свойствами, высокой бензо-, масло- и озоностойкостью, но они нестойки в кислотах и щелочах (см. гл. 4).

Большинство полиуретановых каучуков сохраняет свои свойства при нагревании до 100 °С; морозостойкость их находится в пределах от —30 до —55 °С.

За рубежом полиуретановые каучуки известны под названием вулколланов, адипренов, вибратанов, вулкапренов, эстанов и др. Они очень разнообразны по физическим, химическим и механическим свойствам.

Таблица 3.18. Физико-механические свойства вулканизатов СКУ

Показатели	СКУ-6	СКУ-7	СКУ-7П		СКУ-ПФЛ	СКУ-ПФ	СКУ-8
			пенало- вельный	наполнен- ный			
Группа каучука	Литьевые				Вальцуемые		
Природа полиэфира	Сложноэфирные				Простые полиэфиры	Сложный полиэфир	
Плотность, г/см ³	1,21	1,25	1,25	—	1,20	—	—
Прочность при растяжении, кгс/см ²	400	500—600	450	800	400—500	320	240—300
Удлинение при разрыве, %	450	500—550	500	400	400—450	540	450
Остаточное удлинение, %	0—2	2—4	5	10	6—10	25	4—20
Твердость по Шору	50—60	75—85	70	80	~90	70	90
Эластичность по отскоку, %	30	37	40	30	35	35	24—50
Истираемость, см ³ /кВт·ч	50	50	50	75	—	70	50—75

Полиуретановые каучуки, обладающие ценными свойствами, хорошей адгезией к металлам, возможностью применения в жидком состоянии и вулканизирующиеся на воздухе открытым способом (без нагревания или при нагревании), можно использовать для получения покрытий: герметизирующих, износостойких, абразивостойких, защитных в топливах, маслах, растворителях и некоторых химических средах. Особенно привлекает иссле-

дователей возможность получения покрытий с высокой стойкостью к истиранию и абразивному износу, так как коэффициент износа уретановых покрытий значительно ниже (60%), чем хлорированного каучука (220%) и эпоксидных покрытий (190%). Например, сита «Эластик» из СКУ-7, используемые для разделения углей, имеют срок службы в 10—20 раз больший, чем проволочные сетки. Масло-бензостойкие прокладки и уплотнения выдерживают давление до 400 кгс/см², тогда как уплотнения из нитрильных резин только 100 кгс/см².

Для покрытий могут быть использованы герметики на основе жидких полиуретановых каучуков: К-31 (с касторовым маслом) и СКПС (полиэфироуретановые), выпускаемые отечественной промышленностью.

Лакокрасочные материалы

Ассортимент лакокрасочных материалов, который включает грунты, шпатлевки, лаки, краски и эмали, чрезвычайно велик. Неметаллические полимерные материалы этой группы предназначены для защиты от атмосферных воздействий (окружающей среды), химических сред, воды, бензина, масла, повышенных температур, а также для электроизоляции [104, с. 1—141; 105].

Лакокрасочные покрытия* классифицируют по группам с учетом климата и подразделяют на покрытия для умеренно-континентального и тропического климата.

До недавнего времени химически стойкие лакокрасочные материалы, предназначенные для защиты металлических изделий от непосредственного воздействия химических агрессивных сред, включали большей частью перхлорвиниловые и в меньшей степени фенольные смолы и битумы. В последние годы для защиты от коррозии широко применяются эпоксидные лаки и эмали, которые могут отверждаться без нагревания и выдерживать значительные (до 120°C) температуры при эксплуатации.

Все большее распространение получают новые лакокрасочные материалы: фторпроизводные, стойкие

* При выборе лакокрасочных покрытий очень удобно пользоваться нормалью машиностроения МН 4200—62; при выборе покрытий в зависимости от условий эксплуатации—ГОСТ 9894—61.

Таблица 3.19. Характеристика лакокрасочных материалов, образующих химически стойкие покрытия

Материал	ГОСТ или ТУ	Цвет	Режим сушки		Характеристика покрытия(и)
			температура, °С	продолжительность, ч	
Материалы на основе эпоксидных смол					
Грунт-шпательная Э-4020	ВТУ КУ 496—57	Красно-коричневый	18—23	24	Стойки к щелочам и воде при 100 °С и к периодическому действию бензина, минеральных масел и других сред
Э-00-10	ГОСТ 10277—62	То же	60—70	7	
Эмаль ОЭП-4171	ТУ ЯН 21—57	Зеленый	120	2	
ОЭП-4173	ТУ ЯН 22—57	Кремовый	120	2	
Лак Э-4100	МРТУ 6-10-857—69	Светло-коричневый	150	1—3	
Материалы на основе перхлорвиниловых смол					
Грунт ХСГ-26	ГОСТ 7313—55	Красно-коричневый	18—23	2 ч	Стойки в атмосфере химических щелочей, к слабым кислотам, щелочам, солям при 18—23 °С. Эмали ХСЭ с 30% тиабазоловой муки применяют для покрытия емкостей с серной и соляной кислотой
Эмаль ХСЭ	ГОСТ 7313—55	Различный	18—23 или 60	1 ч	
Лак ХСЛ	ГОСТ 7313—55	Бесцветный	18—23 или 60	0,5	
Эмаль ПВХ	ТУ МХП 3589—52	»	18—23 или 60	0,5	
Лак ОНИЛХ-3	ТУ МХП 1250—48	»	18—23	0,5	
Эмаль ХС-77	ВТУ 35—58	Черный	18—23	3	
Лак ХС-76	ГОСТ 9355—60	Бесцветный	18—23 или 60	3	
Эмаль ХС-710	ГОСТ 9355—60	Серый	18—23 или 60	1	
Лак бакелитовый	ГОСТ 901—71	Бесцветный	По рецепту	12	
Материалы на основе фенольных смол					
Лак этиноль	ТУ МХП 1267—57	Бесцветный	18—23	12	Стойко к кислотам, горячей воде, бензину и минеральному маслу
Лак 32Л	ВТУ П-76—61	Фторполимерные материалы	18—23	24	
Лак УР-930	ВТУ КУ 577—64	Бесцветный	60—80	8	Стойко к кислотам, щелочам, солям, воде пресной и морской
Лак Ф-10	ВТУ НИИ ПМ П 186—60	Черный	150—160	4	
Кислотостойкий лак БТ-783	ГОСТ 1347—67	Битумные материалы	18—23	48	Стойко к бензину, толуолу, нефти, воде и другим средам
Лак битумный 67	ГОСТ 312—43	»	18—23	2	
Лак клееугольный	ГОСТ В 1709—60	»	18—23	24	
Эмаль 55 на основе каучука СКН	—	Материалы на основе каучуков	180	1	Стойки к аккумуляторной серной кислоте, пресной и морской воде
Хлоркаучуковый лак К4-7	—	Различный	18—23	24	

к концентрированным кислотам, а также полиуретановые и фуриловые с повышенной стойкостью к растворителям, бензину, топливу, маслам.

При выборе покрытий для защиты оборудования следует учитывать условия эксплуатации (постоянное или периодическое воздействие химических агрессивных сред); периодическое воздействие среды на лакокрасочное покрытие оказывается более слабым, чем постоянный контакт со средой.

В зависимости от выбранного покрытия оно может включать: грунт, шпатлевку, эмаль и лак. Так, перхлорвиниловые покрытия, как правило, состоят из грунта, эмали и лака, эпоксидные — только из грунта или из грунта и эмали; фенольные (бакелитовый лак) — только из лака с наполнителем; дивинилацетиленовые (лак этиноль) — из грунта и лака с наполнителем. В табл. 3.19 представлены лакокрасочные материалы, образующие химически стойкие покрытия.

ДЕРЕВО, УГОЛЬ, ГРАФИТ

Дерево, уголь и графит относятся к непластичным коррозионностойким материалам.

Древесина — материал с невысокой коррозионной стойкостью. Она разрушается под действием окислителей и концентрированных кислот, но, несмотря на это, часто используется (предпочтительнее лиственница) для изготовления аппаратов простых форм, труб, деталей фильтровальной аппаратуры и тары под химические продукты.

Стойкость древесины в агрессивных средах зависит от ее сорта; при пропитке древесины, например фенолоформальдегидной смолой, стойкость ее повышается. После пропитки и нагрева до 125—130 °С (для отверждения смолы) древесина становится достаточно стойкой во многих агрессивных средах, за исключением окислителей, щелочей и некоторых органических растворителей. В химических производствах для транспортирования слабоагрессивных сред применяют фанерные трубы (ГОСТ 7017—64) с внутренним диаметром от 50 до 300 мм и толщиной стенок от 6,5 до 13 мм (марки Ф1 и Ф2). Трубы из фанеры марки Ф1 рассчитаны на рабочее избыточное давление 10 ат, из фанеры марки Ф2 — на давление 5 ат при диаметре трубы 100 мм.

Кроме труб из пропитанной древесины изготавливают аппараты (цилиндрические резервуары) с крышками и штуцерами к ним.

Уголь обладает очень высокой коррозионной стойкостью, но он не нашел широкого применения в аппаростроении главным образом вследствие малой прочности. Являясь пористым материалом, он используется для изготовления фильтров, диффузоров смешения газов и другого подобного оборудования. Угольные плитки и футеровочные блоки из антрацита и пека иногда применяют для футеровки крупногабаритной аппаратуры, например котлов для варки целлюлозы.

В табл. 3.20 приведены физические и механические свойства графитовых материалов и угля.

Графит обладает хорошей теплопроводностью и высокой химической стойкостью; его применяют в качестве конструкционного материала в химическом машиностроении для изготовления теплообменной аппаратуры. Природный графит содержит примеси, поэтому в химической промышленности используется искусственный электродный графит с пористостью 20—30%, иногда достигающей 50%. Графитированный пористый материал ПГ-50 с пористостью 47—58% применяется в качестве фильтров для расплавленной серы и ее соединений.

Для устранения пористости графит пропитывают синтетическими, главным образом фенолоформальдегидными смолами, после чего он приобретает высокую механическую прочность и непроницаемость. Из него изготавливают теплообменную аппаратуру различных типов: погружную, кожухотрубную, «труба в трубе», а также блочную.

Кроме теплообменников из графита изготавливают абсорберы, иногда центробежные и лопастные насосы; он используется также в виде плиток для футеровки химической аппаратуры.

Широкое применение в химической промышленности нашли пластмассы на основе графита, в частности антегмит, в котором связующим является фенолоформальдегидная смола, а наполнителем — порошок электродного графита. Антегмит перерабатывается прессованием при повышенных температурах и давлении. Известны антегмиты трех марок: АТМ-1, АТМ-10 (ТАТЭМ-0) и АТМ-1Г (ТАТЭМ-Г). Наиболее распространенным является

Таблица 3.20. Физические и механические свойства графитовых материалов и угля

Показатели	Графит		Антегмит АТМ-1	Графито- пласт (графитолизит)	Графито- пласт ФАФФ-31-Г9	Уголь
	непропитан- ный	пропитан- ный				
Плотность, г/см ³	1,45	1,8—2,3	1,8	1,1—1,2	1,62	1,04
Предел прочности, кгс/см ²						
при сжатии	173	800—1800	1000—1200	900	1400—1500	21—53
при растяжении	67—70	120—180	180—220	100—110	—	5,6—13,3
при изгибе	113	311	400—500	300	350—400	11—42
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°C)	75—100	75—100	30—35	0,2—2,0	—	1,5—2,2
Коэффициент линейного температурного расширения, 10 ⁶ 1/°C	2,9	3—4	8,5	—	—	—
Температурный предел при- менения, °C	—	150—170	170	160	200	—

АТМ-1, который применяется для изготовления труб (ТУ 35-ХП-715—64), футеровочных плиток (ТУ 48-01-10—70) и центробежных горизонтальных одноступенчатых насосов с проточной частью из АТМ-1.

Теплопроводность антегмита в два-три раза ниже, чем пропитанного графита, но значительно выше, чем других пластмасс. Коэффициенты линейного расширения АТМ-1 и стали близки, что положительно сказывается на футеровке стальных аппаратов плитками из этого материала.

К графитопластам относится также литевой графитопласт или графитолизит, характерной особенностью которого является хорошая текучесть, поэтому из него изготавливают изделия методом так называемого холодного литья в закрытые или открытые формы при нормальных давлении и температуре. К таким изделиям относятся краны, центробежные насосы и другие изделия сложной формы, которые нельзя получить из пропитанного графита или антегмита. Химическая стойкость графитолизита такая же, как пропитанного графита и АТМ-1, но в отличие от них графитолизит почти нетеплопроводен. Известны графитолизиты трех марок: НЛ, 2ФНЛ и 5ЭФНЛ, отличающиеся по свойствам и предназначенные для литья и футеровки. Разработан новый вид графитолизита на основе совмещенной фурановоформальдегидной смолы ФАФФ-31 с лучшей теплостойкостью. Свойства графитолизита помещены в табл. 3.20.

Все графитовые материалы отличаются высокой химической стойкостью, они нестойки только в щелочных средах и галоидах: броме, иоде, фторе (в хлоре они стойки). Графит и графитопласты используются не только в химическом машиностроении, но и как антифрикционные материалы.

За рубежом пропитанный графит выпускается под марками карбайт (США), игурит (ГДР), диабон (ФРГ) и др., а графитолизит под маркой гуссигурит (ГДР).

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НЕОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Примерная классификация этих материалов представлена на рис. 3.23, а физические и механические свойства — в табл. 3.21.

Таблица 3.21. Физические и механические свойства

Материал	Плотность, г/см ³	Предел прочности,	
		при растяжении	при сжатии
Андезит (ТУ МСПТИ 93—52)	2,2—2,7 (насыпная плотность)	—	800—900 *
Бештаунит (ТУ МХП 1585—47)	2,4—2,65 (насыпная плотность)	—	1 500—1 700
Гранит	2,6—2,8 (насыпная плотность)	—	1 600—3 000 **
Каменное литье			
диабаз и базальт	2,95—3,0	200—250	2 000—4 000
доломит, песок, глина	2,9	—	3 300
Кварцевое стекло	2,15	450	3 500
Стекло 13 для труб	2,6	450—700	—
Боросиликатное термостойкое стекло	2,2—2,4	600—900	6 000—13 000
Ситаллы	2,5—2,7	—	4 500—8 800
Кислотоупорные эмали	2,1—2,5	300—500	6 000
Кислотоупорные керамические плитки (ГОСТ 961—68)	2,4—2,56	50—100	300
Фарфор	2,3—2,5	320—450	4 500—5 000
Андезитовая замазка	2,64	25—35	180—250
Диабазовая замазка	1,95—2,0 (объемная плотность)	30—70	400—500
Цемент серый	2,1—2,2	50—55	600
Кислотоупорный бетон	2,2—2,3 (объемная плотность)	12—16	110—120 * 120—350 **

неметаллических материалов неорганического происхождения

кгс/см ²	Пористость, %	Коэффициент теплопроводности $\lambda \cdot 10^3$, ккал/м·ч·°С	Коэффициент линейного термического расширения $\alpha \cdot 10^6$, 1/°С	Водопоглощение, %	Температурный предел применения, °С
140—150	2,5—14	0,9	5,6—6,0	1,0—2,4	600
190—200	1,2—1,0	—	6,4	Не более 3,5	600
230	0,5—1,0	—	8,0—9,0	0,3	200—250
200—400	—	0,7—1,0	5,3—7,1	0,1—0,2	150—200
400	—	1,9	4,71	0,1	200
400	3—4	0,9—1,0 * 2,5—3,5 **	0,4—0,55	—	1200
700—1 100	—	0,8	5,7	—	90—100
—	—	0,2	3,6	—	300—400
1 000—1 300	—	1,03—1,4	5—29	0	600—900
—	—	0,8—1,05	10—11	—	300
150	—	0,9—1,05	4,3—4,9	6—9	120
—	0,1	0,7—0,9	2,5	0,5	1000
—	—	—	18,8	—	—
—	5—14	0,5	—	—	800 (температура размягчения)
100—110	0,52	—	15	0	95—100
—	Значительная	0,7—1,0	8	—	200—900

* Дарешкевич Ю. В. «Кислотоупорные сооружения в химической промышленности». М., Госхимиздат, 1960.
 ** Справочник по специальным работам. Защита строительных конструкций ва и Н. А. Мощанского М., Изд. литер. по строительству, 1971.

мышленности». М., Госхимиздат, 1960.
 и технологического оборудования от коррозии. Изд. 2-е под ред. Г. А. Балазее-

Природные кислотоупоры

К природным кислотоупорным материалам относятся материалы с высоким (> 87%) содержанием окиси кремния, которая и определяет их высокую химическую стойкость во многих агрессивных средах. Нестойки они во фтористых соединениях, едких щелочах и карбонатах.

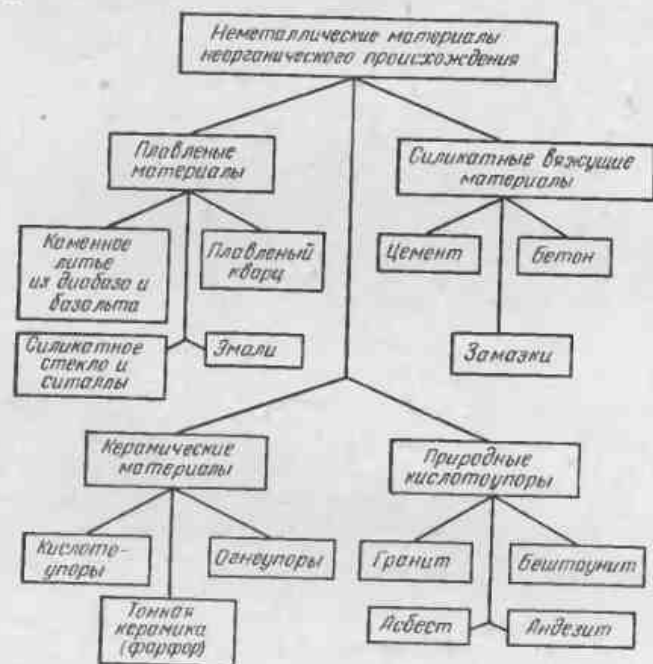


Рис. 3.23 Классификация неметаллических материалов неорганического происхождения.

Граниты применяют для изготовления насадки и корпусов поглотительных башен, в которых температура среды достигает 200–250 °С. Бештаунит и андезит, обладающие высокой кислотостойкостью, применяют исключительно в качестве футеровочных материалов. Они стойки к минеральным кислотам и агрессивным газам при 600–800 °С. Бештаунит, кроме того, так же как и гранит, используется для строительства кислотных

башен, а андезит широко распространен в качестве наполнителя вяжущих составов.

Кислотоупорный материал асбест применяют в набивках, прокладках, фильтрующих тканях в качестве наполнителя. Различают асбест антофилитовый — кислотостойкий и хризотилловый — более стойкий в щелочных средах.

Плавленные силикатные материалы

Каменное литье. Из группы плавленных материалов применяется каменное литье (из диабазы, базальта) в виде плиток для футеровки (ТУ 21–02–331–68), фасонных изделий (патрубки, диффузоры, шары для мельниц), труб и желобов [106], изредка более сложного оборудования, например, абсорбционной колонны [107].

Кроме химической стойкости каменное литье обладает высокой износостойкостью, термостойкостью и не подвержено «старению» (с течением времени его свойства не изменяются), что выгодно отличает этот материал от полимерных материалов.

По назначению и свойствам различают три вида каменного литья: кислотостойкое и износостойкое (полученное из базальта или диабазы), термостойкое и износостойкое (из доломита, песка, каолина) и кислотостойкое (из доломита, песка, каолина).

На основе каменного литья методом спекания получен новый материал — базальт. Он легче поддается механической обработке, что позволяет изготавливать из него тонкостенные изделия сложной конфигурации; химическая стойкость его тоже несколько выше, чем других видов каменного литья. Свойства каменного литья см. в табл. 3.21.

Стекла. Более важную и многочисленную по ассортименту группу плавленных силикатных материалов составляют стекла. Их классифицируют по содержанию стеклообразующих окислов на силикатные, алюмо- и боросиликатные, бороалюмосиликатные и т. д.

Однокомпонентным представителем силикатных стекол является кварцевое стекло — плавленый 100%-ный кварц SiO₂, кислотостойкость которого равна 100%. В зависимости от сырья и его чистоты получают прозрачное и непрозрачное кварцевое стекло. Из последнего

изготавливают трубы диаметром от 12 до 200 мм, чаны, ванны, сосуды для выпаривания и кристаллизации и другое оборудование. На кварцевое стекло действуют только плавиковая и фосфорная кислоты. Оно непроницаемо для таких агрессивных газов, как хлористый водород, двуокись углерода, кислород. Газы могут диффундировать только при температурах выше 1300 °С.

Силикатные стекла по всем показателям и в первую очередь по термостойкости ниже кварцевого стекла. По интенсивности действия на стекло агрессивные среды располагаются в следующий ряд: плавиковая кислота > фосфорная > растворы щелочей > растворы щелочных карбонатов > кислоты, которые или вызывают гидролитические и ионно-обменные реакции со структурными составляющими — силикатами или взаимодействуют также с основой — окисью кремния. По химической стойкости стекла подразделяют на пять классов (гидролитическая классификация): I — неизменяемые водой; II — устойчивые; III — твердые аппаратные; IV — мягкие аппаратные; V — неустойчивые. К каждому классу предъявляются свои требования по выщелачиванию и кислотостойкости (108, т. 5, с. 455).

Из силикатных стекол изготавливают трубы диаметром от 20 до 122 мм и длиной 2,5, 2,75 и 3,0 м (ГОСТ 11192—65). Они рассчитаны на давление 4 и 8 кгс/см² и температуру от 60 до 85 °С, в зависимости от толщины стенки и сорта стекла. Иногда силикатное стекло используют в виде плиток для футеровки и для изготовления разного оборудования.

Боросиликатное стекло обладает повышенной термостойкостью, поэтому трубы из него могут применяться в интервале температур от -50 до +400 °С. Однако не следует забывать, что стекла любого состава нестойки в плавиковой кислоте и концентрированных растворах щелочей (исключение составляют специальные щелочестойкие стекла).

Ситаллы и шлакоситаллы — новые материалы типа стекол, но с мелкокристаллической структурой; поэтому они более прочные и технологичные и обладают лучшей термостойкостью (≥ 250 —300 °С) [108, т. 5, с. 483; 109]. Эти материалы получают управляемой кристаллизацией стекол определенных составов. Шлакоситаллы по качеству несколько хуже ситаллов, но очень

дешевы. Их получают из металлургического шлака и кварцевого песка и используют в виде труб, а также для футеровки плитками на кислотостойких замазках и цементах.

Кислотоупорные эмали — стекловидные тонкослойные покрытия; подразделяются на грунтовые и покровные. Термическая стойкость этих эмалей достигает 300—400 °С. Отечественная промышленность выпускает разнообразную эмалированную аппаратуру, широко используемую в химических производствах, которая обладает высокой коррозионной стойкостью во всех органических и неорганических средах, за исключением фтористых соединений и горячих концентрированных растворов щелочей. Разработаны и специальные щелочестойкие эмали [110]. Основными видами эмалированной химической аппаратуры являются: сборники без рубашки и с рубашкой, реакторы различных типов, автоклавы, вакуум-аппараты, чаши выпарные, теплообменники змеевиковые и типа «труба в трубе» или «сосуд в сосуде», конденсаторы, царги ректификационных колонн и колпачки к ним, различные фильтры, кристаллизаторы, мешалки, трубы и фасонные части к ним, вентили и прочее оборудование [2].

Несмотря на давнюю известность и распространенность эмалей, предназначенных для химических аппаратов, зависимость их свойств от состава, способов нанесения и других факторов прорабатывается и в настоящее время [111, 112].

Для эмалированного оборудования имеет большое значение его ремонт. За последние годы внесен ряд предложений по использованию для этой цели составов на основе эпоксидных смол.

Керамические материалы и изделия

Эти изделия получают формованием с последующим отжигом до полного спекания природных силикатных материалов, в основном глины, с некоторыми добавками. В зависимости от степени водопоглощения керамические материалы подразделяются на две группы: каменно-керамические и фарфоровые с водопоглощением менее 5% и огнеупорные и фильтрующие материалы с водопоглощением более 5%. Керамические материалы первой

группы используются в виде футеровочных плиток разных сортов (кислото- и термокислотоупорные, метлахские, термокислотоупорные для гидролизной промышленности) и в качестве конструкционного материала для изготовления химического оборудования; керамические материалы второй группы — для фильтрующих устройств и футеровки печей.

Керамические теплообменные аппараты, насосы, емкости, реакторы с мешалками, шаровые мельницы, вентиляторы, монтежу, трубопроводы (ГОСТ 585—67), краны, арматура, керамиковая насадка для адсорбционных башен и другое оборудование применяются в химических производствах при наличии сильно агрессивных сред.

Фарфор — тонкокерамический материал, твердый или мягкий в зависимости от температуры обжига. Прочность и термостойкость мягкого фарфора меньше, чем твердого. Физико-механические свойства у фарфора лучше, чем у керамики.

Из твердого фарфора изготавливают футеровочные плитки, отличающиеся плотностью и высокой механической прочностью, различные детали и аппаратуру небольшой емкости (до 500 л) и размеров: вакуум-аппараты, сосуды, травильные ванны, змеевики, краны, трубы, фильтры, центробежные насосы для перекачки кислорода [2] и пр.

Силикатные вяжущие материалы

Силикатные вяжущие — химически стойкие материалы. К ним относятся: замазки, цементы, бетоны, которые представляют собой композиции, состоящие из минерального тонкоизмельченного наполнителя, и собственно вяжущего — жидкого стекла или битума. В качестве наполнителей применяют щебень, песок, андезит, бештаунит, кварцит (пылевидный кварц), диабаз и базальт. Они служат для создания адгезии между штучными или листовыми материалами и защищаемой металлической поверхностью.

При затворении наполнителя жидким стеклом (водным раствором силиката натрия) для ускорения отверждения применяют кремнефтористый натрий.

Замазки. В зависимости от вида наполнителя различают следующие силикатные кислотоупорные замазки: диабазовую, базальтовую, андезитовую и глето-глицериновую; в последнюю, кроме андезитовой муки, вводят свинцовый глет или сурик, а вместо жидкого стекла — глицерин.

Цементы подразделяются на обычные портландцементы, сульфатированные, глиноземистые, кислотоупорный серный цемент (в который вместо вяжущего добавляют расплавленную серу).

Серный цемент стоек в минеральных кислотах и растворах их солей.

Бетоны. Кислотоупорный армированный бетон применяется для футеровки аппаратов, изготовления фундаментов под насосы, перекачивающие кислоты, для защиты полов и междуэтажных перекрытий, для сооружения крупногабаритных аппаратов-башен, баков, ванн и т. д.

При высоких температурах используют жароупорный армированный бетон. Для армирования применяют листовую, полосовую или фасонный прокат из углеродистой стали (Ст.3).

Кроме бетонов находят применение полимербетоны [52; 113, с. 70], получаемые соединением минеральных вяжущих и наполнителей с органическими полимерными связующими (смолами, каучуками, поливинилхлоридом и др.). Полимербетоны могут использоваться в качестве покрытий или армированных конструкций. Часто их рекомендуют для покрытия полов в химических цехах [66, с. 148].

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Неметаллические коррозионностойкие материалы используются не только как конструкционные, но и как защитные покрытия.

Защита металлов неметаллическими покрытиями осуществляется разнообразными методами, выбор которых определяется конструкцией и профилем защищаемого оборудования и условиями его эксплуатации. Но независимо от выбранного метода и способа получения покрытия необходимо перед нанесением подготовить покрываемую поверхность.

Пластмассовые покрытия. Для получения покрытий могут применяться термопласты в виде листовых материалов, мелкодисперсных порошков и суспензий или растворов. В зависимости от вида материала выбирается тот или иной способ его нанесения на металлическую поверхность, иногда на дерево или бетон [114, 115].

Листы и пленки термопластов служат для обкладки, футеровки, облицовки металлического оборудования и для вкладышей (винипласт, полиэтилен).

Для приклеивания винипластовой пленки применяют перхлорвиниловый клей (раствор перхлорвиниловой смолы в дихлорэтане, стабилизированной меламином). Клей наносят кистью или распылителем в 2—3 слоя на подготовленную, обезжиренную дихлорэтаном и просушенную металлическую поверхность. Для защиты наружной поверхности трубопроводов или электроизоляции используют пленки в виде липких лент.

Защита аппаратуры вкладышами надежнее, чем защита пленкой. Фасонные и цилиндрические части вкладышей выполняют формованием из листовых термопластов, которые нагревают до соответствующей температуры и изгибают с помощью деревянных или стальных (при больших размерах) форм; фасонные части вкладышей изготавливают в специальных оправках или пресс-формах; отформованные детали сваривают. Готовый вкладыш вставляют в металлический, деревянный или бетонный сосуд. В зазор заливают раствор жидкого цемента непосредственно или через специальные отверстия в стальном аппарате. Сосуд на время заливки раствора заполняют водой.

Вкладыши, изготовленные таким способом, можно применять только для малогабаритной аппаратуры.

Подобным образом футеруют стальные трубы изнутри, для чего используют бесшовные винипластовые или полиэтиленовые трубы, которые вводят в стальные трубы и нагревают в печах, а концы разбортовывают. Отечественной промышленностью выпускаются трубы, футерованные винипластом и полиэтиленом низкой и высокой плотности, с диаметрами условного прохода от 10 до 150 мм (через 5—10 мм).

Трубы снабжаются футерованной арматурой: переходными, тройниками и коленами таких же размеров. Сое-

динения выполняются на резьбе или с помощью свободных стальных фланцев.

Малогабаритные изделия, например чугунные краны, футеруют впрессовыванием в них порошка термопласта, разогретого на специальном приспособлении до необходимой температуры (150 °С для полиэтилена, 250 °С — для фторопластов). При этом корпус (гнездо) крана является одной частью пресс-формы а пробка — другой. Таким способом, используя модифицированный политетрафторэтилен (фторопласт-40) и другие термопласты, футеруют чугунные пробковые краны.

Для получения покрытий порошковые термопласты напыляют одним из следующих способов: струйным или газопламенным; вихревым во взвешенном (кипящем) слое или вибрационным; напылением в электростатическом поле; теплоточевым и центробежным. Для этой цели могут быть использованы полиэтилен и полипропилен, полиамиды, полистирол, пентапласт, полиформальдегид. Порошки полимеров, предназначенные для напыления, должны быть сыпучими; сыпучесть зависит от формы и размера частиц, трения между ними и от физического состояния полимера. Поэтому при подготовке порошков термопластов для их нанесения на поверхность необходимо добиваться требуемой дисперсности, подвергать их сушке и просеиванию, а затем уже смешивать с наполнителями, термостабилизаторами и другими добавками.

Подготовленный порошок термопласта наносится на предварительно нагретую до определенной температуры металлическую поверхность (изделие). При теплоточевом способе нанесения струя порошка термопласта подается в мощный поток тепловых лучей, плавится в нем и, устремляясь с большой скоростью к покрываемой поверхности, при ударе сцепляется с ней, образуя покрытие. При электрофоретическом напылении и напылении в электростатическом поле изделие нагревают после того, как оно покрыто порошком термопласта.

Требуемые температуры нагревания стальных изделий перед вихревым, газопламенным, струйным и центробежным напылением порошков термопластов зависят от вида термопласта, его температуры плавления, толщины стенки изделия и других факторов. Например, при

вихревом напылении для нагревания деталей с толщиной стенки до 3 мм рекомендуется температура на 100—150 °С, а для больших толщин стенок на 50—100 °С выше температуры плавления полимера.

Ниже приведены температурные пределы нагревания стальных изделий, установленные экспериментально [114, с. 67, 85], для некоторых видов термопластов:

Полимер	Вихревой метод	Газопламенное напыление
Полиэтиден низкой плотности (ВД)	240—320	200
Полиэтиден высокой плотности (ВД)	320—380	—
Полипропилен	210—260	160
Полиамид П-68	—	200—210
Полистирол	340—380	—
Поливинилбутираль	330—360	220

Сущность вихревого способа напыления сводится к созданию взвешенного (псевдооживленного, кипящего) слоя порошка полимера и погружению в него предварительно нагретой детали. При соприкосновении частиц полимера с нагретой деталью они прилипают к ней; после оплавления образуется беспористое плотное покрытие, прочно соединенное с изделием.

Вибрационный метод напыления отличается от вихревого способом создания взвешенного слоя порошкообразного полимера: с помощью вибрационных колебаний эластичного дна или всего вибрационного сосуда. Преимущество этого метода перед вихревым в более низкой температуре нагревания покрываемых изделий, поскольку не происходит охлаждения и выдувания частиц порошка полимера проходящими потоками воздуха.

Наилучшие результаты получаются при совмещении этих двух способов. Такой способ называется **вибровихревым**.

Покрытие, полученное этим способом, имеет большую толщину и не зависит от высоты псевдооживленного слоя; однако аппаратное оформление вибро-вихревого метода напыления значительно сложнее, чем других методов.

Струйное и газопламенное напыление порошков термопластов заключается в нанесении струи распыляемого порошка или пистолетом на предварительно нагретое изделие (струйный метод) или горелкой

автогенного типа, в которой частицы полимера нагреваются, размягчаются и, попадая на подготовленную металлическую поверхность, расплавляются на ней, образуя при остывании сплошное полимерное покрытие (газопламенный метод). В качестве горючего газа в переносных установках для газопламенного напыления УПН-4Л используется преимущественно ацетилен. Предварительное нагревание изделий при газопламенном напылении не обязательно, но желательно, а при напылении на массивные аппараты и конструкции необходимо. Осуществить его можно, используя ацетиленовое пламя той же горелки, нагревая металл до температур, рекомендованных выше.

Центробежный метод напыления полимерных порошков применяется для получения тонкослойных покрытий и заключается в нанесении полимера распылителем на нагретую поверхность вращающегося изделия. Получается равномерное покрытие, практически не требующее дополнительной обработки. Этот метод используется, главным образом, для покрытия втулок, вкладышей и других деталей, имеющих форму тел вращения и не подлежащих расточке, а также для покрытия полимерами внутренней поверхности металлических труб.

Заслуживает внимания метод нанесения полимерных порошкообразных материалов в электростатическом поле высокого напряжения. Частицы термопласта заряжаются от ионов, возникающих в результате коронного разряда под действием тока высокого напряжения. Заряженные частицы направляются к покрываемому изделию — электроду, имеющему противоположный заряд, оседают на нем, образуя равномерное тонкослойное покрытие. Если напыление производится на холодные детали, то частицы удерживаются на поверхности до последующего спекания при нагревании; если полимер напыляется на горячие детали, то полимер сразу оплавляется, образуя сплошное покрытие. Этот способ применим также для получения покрытий из фторопласта-4 [116].

Покрытия могут быть получены также из суспензий термопластов. Этот метод применяется для тех полимеров, температура плавления которых близка к температуре деструкции, в частности для фторопластов.

Суспензии готовятся из частиц термопласта размером около 0,5 мкм. Для предотвращения их слипания (комкования) в суспензии вводят стабилизаторы — поверхностно-активные вещества и перед употреблением фильтруют, а в случае необходимости пропускают через коллоидную мельницу. Суспензии могут быть водные (Ф-4), спирто-кислородные (Ф-3), спиртовые (Ф-3М, пентапласт). Суспензии наносят методом распыления (краскораспылителем), наливом, окунанием покрываемой детали с последующим нагревом до температуры спекания полимера. Для некоторых полимеров после сплавления требуется закалка — быстрое охлаждение в воде, для других — медленное охлаждение на воздухе.

При нанесении фторопласта (Ф-3) таким способом каждый слой имеет толщину не более 15—20 мкм. Для получения покрытия необходимо наносить не менее 15—16 слоев и сушить каждый слой при 100—120 °С, а затем сплавлять при 260—270 °С. Первые два слоя являются грунтовкой и в них для увеличения адгезии вводят окись хрома (15%). Пластификаторы — фторуглеродные масла и жидкости при нанесении суспензии фторопласта (Ф-3) способствуют увеличению толщины каждого слоя (по крайней мере вдвое), при этом упрощается технология получения покрытия и сокращается число слоев до 5—7.

После нанесения и проплавления последнего слоя изделие быстро погружают в холодную воду, при этом происходит закалка покрытия. При использовании модифицированного фторопласта (Ф-3М) закалка не требуется; медленное охлаждение его в термостате дает лучшие результаты.

В табл. 3.22 приводятся режимы нанесения и свойства полученных покрытий из суспензий фторопластов и пентапласта. Кроме перечисленных полимеров применяют поливинилхлоридные суспензии, не содержащие органических растворителей, так называемые пластизолы и суспензии с добавлением летучих растворителей (уайт-спирита) — органозолы. Для улучшения адгезии в поливинилхлоридные суспензии вводят эпоксидную смолу, иногда нитрильный каучук или низкомолекулярный полиизобутилен.

Защитные покрытия из терморезистивных пластмасс получают путем нанесения сырых пластмасс на поверхность с последующим отверждением при термообработ-

Таблица 3.22. Режимы нанесения и свойства покрытий из суспензий фторопластов и пентапласта

Суспензия термопласта	Температура оплавления, °С	Охлаждение после оплавления	Толщина покрытия, мм	Свойства пленок и покрытий			
				предел прочности при растяжении, кг/см ²	относительное удлинение, %	твердость по Бриггелю, кг/мм ²	максимальная температура эксплуатации, °С
Ф-4	360—370	Медленное на воздухе	10—20	300	350	—	250
Ф-40	340—360	На воздухе	10—20	200—300	400—500	3—4	250
Ф-4М	260	То же	10—20	180—250	220—400	3—4	200
Ф-40Д	260—280	На воздухе или за- калка	10—20	200—350	80—350	6,3—6,8	200
Ф-3	260—280	Закалка в воду	10—50	300—400	70—200	10—13	100
Ф-3М	260—280	На воздухе или за- калка в воду	10—50	300—320	200—300	8	150
Ф-30	220—240	То же	10—20	300—350	150—200	6—8	150
Пентапласт	190—200	Закалка в воду и дополнительная обработка	10—200	390—500	0—20	10—12	135

ке. Наиболее широко используют фаолит, текстолит и асбовинил [117, с. 156 и сл.].

Футеровка стальной и чугунной аппаратуры фаолитом производится следующим образом: раскрытые в соответствии с размерами аппарата и подогретые до 60 °С листы сырого фаолита покрывают с одной стороны 15%-ным спиртовым раствором резольной смолы (или бакелитного лака) и накладывают на покрытую этим же раствором поверхность аппарата. Листы прижимают и тщательно прикатывают деревянными роликами для удаления из слоя фаолита воздуха (оставшиеся пузыри прокалывают и вновь закатывают). Заготовки соединяют между собой встык или внахлестку. Готовую, выложенную фаолитом поверхность вновь покрывают бакелитовым лаком и весь аппарат помещают в полимеризационную камеру для отверждения. Температуру в камере постепенно поднимают от 60 до 130 °С с выдержкой через каждые 10 °С. Общая продолжительность отверждения 30, а для крупногабаритных изделий — до 60—70 ч.

При фаолитировании запорной арматуры, например кранов, разогретый сырой фаолит запрессовывают в запорную арматуру и затем отверждают по приведенному выше режиму.

Таким же способом из сырых фаолитовых листов формируют на деревянных или металлических формах (разъемных и сборных) трубы, царги, аппараты и другое оборудование.

Для защиты химической аппаратуры асбовиниловыми покрытиями на подготовленную поверхность аппарата шпателем наносят сначала асбовиниловую массу в качестве грунта (слоем толщиной 2—8 мм); после затвердевания наносят второй слой толщиной 3—4 мм и после сушки второго слоя — третий такой же толщины. Защищаемую поверхность и первый слой асбовинила дважды покрывают лаком этиноль. Каждый слой асбовинила в естественных условиях сушат в течение 5—6 суток; для окончательного отверждения требуется выдержка в течение 20—30 суток. При использовании теплого воздуха (40—50 °С) можно ускорить сушку до 10 суток.

Резиновые покрытия. Процесс гуммирования (обрезинивания) металлических изделий, аппаратов заключается в нанесении сырой резины на гуммируемую поверхность в виде листов (обкладкой), иногда резиновых растворов

и паст с последующей вулканизацией резинового покрытия. Для крепления их к металлической поверхности применяют соответствующие клеи (см. табл. 3.16). Технология гуммирования подробно изложена в нормалях [82] и литературе [2, с. 311—316; 117, с. 99 и сл.].

При гуммировании химической аппаратуры применяется закрытая вулканизация (в вулканизационных котлах или в гуммируемом аппарате, работающем под давлением); вулканизация протекает в среде насыщенного пара или горячего воздуха при определенном давлении, температуре и продолжительности выдержки в зависимости от состава резины. Значительно проще вулканизация открытым способом (без давления) — паром, воздухом, водой или растворами солей, например раствором хлорида кальция, нагретым до кипения. Однако этим способом можно вулканизовать только немногие резины, в частности найритовые и на основе бутилкаучука. Отдельные резины могут вулканизоваться при нормальной температуре и давлении, но в течение длительного времени.

В химических производствах гуммируемое оборудование применяется в широком ассортименте [2, 118]. При обкладке аппаратов листовым наполненным полиизобутиленом ПСГ не требуется вулканизация; он крепится к металлу клеем 88Н без нагревания в обычных условиях [117]. Полиизобутилен ПСГ можно приклеивать не только к металлической, но и к бетонной, кирпичной и деревянной поверхности аппаратов. Кроме того, он хорошо сваривается электропаяльником или горячим воздухом при помощи горелок, применяемых при сварке винипласта, а также склеивается простым смачиванием поверхностей бензином с последующей прикаткой этого места роликом.

Более совершенным обкладочным материалом подобного типа является листовая наполненная этиленпропиленовый каучук СКЭП. Его можно крепить к металлу раствором клея термопрен в стироле или вводить 10—15 вес. ч. каучука СКМС-10, повышающего клейкость.

При футеровке штучными кислотоупорными материалами часто используют в качестве подслоя покрытия резиной, эбонитом и полиизобутиленом в целях обеспечения непроницаемости для агрессивной среды. Наиболее прогрессивны методы гуммирования жидкими каучуками или из растворов и паст, позволяющие пользоваться теми

же приемами, что и при получении лакокрасочных покрытий, и защищать изделие не только простой, но и сложной конфигурации [90]. Для этого необходимо, чтобы каучуки хорошо растворялись и резиновые смеси их представляли концентрированные, но не вязкие растворы, которые можно наносить, как лаки, кистью, пульверизацией, наливом, окутанием.

Для гуммирования этим способом применяются в основном жидкие наплеты в виде концентрированных (70—90%) растворов резиновых смесей и жидкие тиоколы — пастообразные резиновые смеси на основе низкомолекулярных полисульфидных каучуков. Первые наносят предпочтительнее кистью, но при разбавлении растворов до 50% и ниже их можно наносить распылением; тиоколовые составы — шпателем или шприцеванием.

Жидкие наплеты получают деструкцией (деполимеризацией) твердых хлоропреновых каучуков: кристаллизующегося «НТ», масляного и дисперсного. В качестве наполнителя резиновой смеси используется термическая сажа, а вулканизирующих агентов — окислы магния и цинка. Готовая невулканизованная резина растворяется в сольвенте с добавлением скипидара и в таком виде наносится на подготовленную металлическую поверхность гуммируемой детали (по хлорнаплетовому грунту), после чего вулканизуется горячим воздухом при 100°C или выдерживается при обычных температурах без вулканизации.

Тиоколовые покрытия (герметиками У30М и УТ-31) вулканизуют на воздухе при обычных условиях. Тиоколы можно использовать для защиты или герметизации не только металлических, но и бетонных и других поверхностей [90, 91].

Лакокрасочные покрытия. Окраска лаками, эмалями и красками используется главным образом для наружной защиты химической аппаратуры и стронтельных конструкций и в меньшей степени в качестве внутреннего защитного покрытия аппаратов, находящихся в контакте с агрессивной средой [104, с. 1—141; 117]. Наиболее распространенным способом нанесения лакокрасочных материалов является распыление сжатым воздухом, подаваемым в специальный краскораспылитель. Иногда применяют простой кистевой способ. Кроме того, используют

метод окутания и налива. Шпатлевки и грунты можно наносить шпателем.

Распространенным методом нанесения лакокрасочных материалов является окраска в электрическом поле высокого напряжения и метод электрофореза (при применении вододисперсионных окрасочных составов). Частицы краски, попадая в зону электрического поля высокого напряжения, приобретают заряд и осаждаются на окрашиваемой поверхности, имеющей противоположный заряд.

При электрофорезе частицы осаждаются из эмульсии под воздействием постоянного тока, поступающего от внешнего источника. Большое значение для получения лакокрасочных защитных покрытий имеет механизация и автоматизация процессов, которые постоянно совершенствуются.

В зависимости от вида лака или эмали технология их нанесения имеет свои особенности. Она подробно изложена в соответствующих инструкциях [117]. Наиболее широко применяются в антикоррозионной технике битумно-масляные лаки, перхлорвиниловые и эпоксидные лакокрасочные составы, а также бакелитовый и фуриловые лаки.

Защита футеровочными и другими материалами [117]. Футеровка штучными материалами используется для защиты крупногабаритной аппаратуры: емкостей, колонн, автоклавов и другого оборудования. Футеровка заключается в нанесении на заранее подготовленную металлическую поверхность слоя вяжущего материала — замазки, цемента, бетона (так называемая шпатлевка). После просушки этого слоя футеровочные плитки укладывают на замазку, образующую подплиточный слой толщиной 5—8 мм и заполняющую швы между плитками. Футеровку просушивают, а швы в некоторых случаях окисловывают (при работе в кислых средах). Футеровка выполняется в один, два и более слоев. Большое распространение получили комбинированные футеровки с применением полиизобутиленового или резино-эбонитного подслоя.

Для футеровки используют силикатные материалы: кислотоупорный кирпич, керамические плитки (метлахские), кислотоупорные и термокислотоупорные плитки, каменное литье (диабазовые и базальтовые плитки),

реже стеклянные и фарфоровые плитки, пропитанный графит и антегмит; в качестве вяжущего и для разделки швов применяют замазки арзамит или силикатные замазки.

Графитовые материалы, используемые для футеровки, в отличие от других футеровочных материалов теплопроводны, что является необходимым условием при защите теплообменной аппаратуры.

Кроме перечисленных защитных покрытий, в которых используются неметаллические материалы как органического, так и неорганического происхождения, применяют кислотоупорную обмазку цементами, бетоном, битумом [117].

Большое значение для химического аппаратостроения имеет защита чугунных и стальных изделий эмалированием [119]. Возможности эмалирования крупногабаритной аппаратуры несколько ограничены необходимостью обжига при температурах 850—900 °С.

Подробные сведения о технологии эмалирования и современном отечественном эмалированном химическом оборудовании сообщает П. Г. Удыма [2].

Для эмалирования химической аппаратуры применяют специальные марки кислотостойких покровных эмалей: 105, 141, 143, 3132 и др. [108, 111]. Готовые эмалированные изделия обязательно проверяют на сплошность покрытия, а при проверке качества эмалей (во время изготовления) на специальных образцах определяют термо- и кислотостойкость и некоторые другие характеристики [2, с. 147; 120].

ЛИТЕРАТУРА

1. Новые материалы и их применение в химическом машиностроении. М., ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1965. 48 с.
2. Клинов И. Я. и др. Химическое оборудование в коррозионностойком исполнении. М., «Машиностроение», 1970. 591 с.
3. Brit. Chem. Eng., 1968, v. XIII, № 11, p. 115, 117, 119, 121, 123.
4. Справочник по пластическим массам. Под ред. М. И. Гарбара, М. С. Акутина, Н. М. Егорова. В 2-х т. М., «Химия», 1967—1969.
5. Лосев Б. И., Мовина М. Л., Путинцев Г. В. Использование пластмасс и синтетических материалов в нефтегазовой промышленности. М., «Недра», 1964. 245 с.
6. Антикоррозионная защита оборудования химических производств пластическими массами. М., НИИТЭХИМ, 1967. 65 с.

7. Козлов П. М. Применение полимерных материалов в конструкциях, работающих под нагрузкой. М., «Химия», 1966. 364 с.
8. Evans V. Plastics as corrosion-resistant materials. Oxford—London, Pergamon Press, 1966. 223 p.
9. Конструкционные свойства пластмасс. Под ред. Э. Бэра. Пер. с англ. М., «Химия», 1967. 464 с.
10. Чернышевский И. И. «Химическая промышленность Украины», 1966, № 5 (28), с. 24—28.
11. Kunststoffe—Handbuch Bd. IV. München, 1969. 976 S.
12. Полипропилен. Под ред. В. И. Пилиповского и И. К. Ярцева. Пер. со словацкого В. А. Егорова. Л., «Химия», 1967. 316 с.
13. Kunststoffe—Handbuch. Bd. II. München, 1963. 624 S.
14. Ганз С. Н. и др. Пластмассы в аппаратостроении. Изд-во Харьковского университета, 1963. 198 с.
15. Альбом емкостной аппаратуры из винилпласта. Изд. 2-е. Под ред. А. В. Горяиновой. 1963. 63 с.
16. Удыма П. Г. Коррозионностойкие трубопроводы из неметаллических материалов. М., Госхимиздат, 1963. 220 с.
17. Горяинова А. В. и др. Фторопласты в машиностроении. М., «Машиностроение», 1971. 232 с.
18. Валаханович Г. Д. Свойства, переработка и применение политетрафторэтилена. М., ВНИИЭМ, 1964. 87 с.
19. Королев А. Я. и др. Пласт. массы, 1962, № 5, с. 37—39.
20. Тихонова М. С. Хим. и нефт. машиностр., 1965, № 12, с. 30—32.
21. Chem. Proc. Eng. (London), 1965, v. 11, № 11, p. 96—97.
22. Карпук И. И. Хим. и нефт. машиностр., 1968, № 9, с. 8—9; Каминский И. В. и др., там же, с. 42—44.
23. Свойства и применение фторуглеродных пластиков (обзор зарубежных данных). Л., «Химия», 1967. 97 с.
24. Тихонова М. С., Горяинова А. В., Клинов И. Я. Хим. и нефт. машиностр., 1968, № 8, с. 23—24.
25. Николаева Т. Н. и др. Пласт. массы, 1964, № 5, с. 45—47.
26. Проспекты ВДНХ, М., «Химия», 1967.
27. Chem. Eng., 1965, v. 72, № 15, p. 106, 108.
28. Chem. Proc. (USA), 1965, v. 28, № 12, p. 156, 158, 160.
29. Kovačič L., Bina Y., Komárek Z. Plasty a Korózia. Bratislava, 1969, 460 с.
30. Кошно Ю. А. и др. Полиформальдегид. Киев, «Техніка», 1964. 92 с.
31. Хопфф Г. и др. Полнамиды. М., Госхимиздат, 1958. 452 с.
32. Горяинова А. В., Волчек Л. М. Хим. и нефт. машиностр., 1971, № 9, с. 23—24.
33. Яковлев А. Д., Здор В. Ф., Каплан В. П. Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе. Л., «Химия», 1972. 253 с.
34. Whalley I. H. Corros. Prevent and Control., 1970, v. 17, № 5, p. 16—17.
35. Шнелл Г. Химия и физика поликарбонатов. Пер. с англ. под ред. Г. С. Колесникова. М., «Химия», 1967. 229 с.
36. Коршак В. В., Виноградова С. В. Полнарилаты. М., «Наука», 1964. 69 с.

- 37 Аскадский А. А. Физико-химия полиарилатов. М., «Химия», 1968. 214 с.
- 38 Smith P. Appl. Plast., 1968, v. 11, № 11, p. 30—32.
- 39 Лапшин В. В. Пласт. массы, 1967, № 1, с. 74—78.
- 40 Семенкова А. Э. и др. В кн.: Механические свойства конструкционных полимерных материалов при эксплуатации в различных средах. Тезисы докладов. Львов, 1972, с. 215—217.
- 41 Андриевская Г. Д. Ориентированные стеклопластики. М., «Наука», 1966. 370 с.
- 42 Пашенко А. А., Воронков М. Г. Кремниорганические защитные покрытия. Киев, «Техника», 1969. 251 с.
- 43 Грасси Н. Химия процессов деструкции полимеров. Пер. с англ. Под ред. Ю. М. Малинского. М., Издательский центр «Издательство», 1959. 252 с.
- 44 Физические и механические свойства стеклопластиков. Справочное пособие. Под ред. Ю. М. Молчанова. Рига, «Зинатне», 1969. 263 с.
- 45 Sommer L. Austral. Corros. Eng., 1968, v. 12, № 9, p. 25—29.
- 46 Шевченко А. А., Клинов И. Я. «Техника защиты от коррозии», 1966, вып. 3 (44), с. 2.
- 47 Hill F. R. «Maintenance», 1966, v. 16, № 8, p. 26—27.
- 48 Павлов Н. Г., Саракуз В. Н., Гершензон М. Г. Центробежный способ формования тонкостенных изделий из литых полиуретанов. ЛДНТП, 1968. 26 с.
- 49 Лоу А. Полиуретаны, используемые для покрытия поверхностей. Фирма «Ай-Си-Ай» (Англия). Международная выставка «Химия». 1965. 57 с.
- 50 Курган Н. П. и др. В кн.: Синтез и физико-химия полиуретанов. Киев, «Наукова думка», 1967, с. 112—119.
- 51 Применение антикоррозионных материалов на основе фурановых соединений. Алма-Ата, 1966.
- 52 Игинский В. И., Остер-Волков Н. Н. Пластобетон и полимерные замазки. М., ЦНИИТЭИ лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности, 1965. 51 с.
- 53 Защита строительных конструкций от коррозии. М., Стройиздат, 1966. 252 с.
- 54 Пакен А. М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы. Пер. с нем. Под ред. Л. С. Эфроса. Л., Госхимиздат, 1962. 963 с.
- 55 Черняк К. И. Эпоксидные компаунды и их применение, Изд. 3-е. Л., «Судостроение», 1967. 399 с.
- 56 Eberling U., Sicherh R. Bergbau Energiewirt Met., 1971. Bd. 17, № 2, S. 31—35.
- 57 Чапурич В. И. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1969, № 4, с. 43—46.
- 58 Маслов Л. С., Лялин В. А. Применение эпоксидных соединений в транспорте и хранении нефти и нефтепродуктов. М., ВНИИОЭНГ, 1966.
- 59 Plast., Paint a. Rubber., 1967, v. 11, № 6, p. 89—91.
- 60 Солнцева В. Л. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1969, № 2, с. 47—49.
- 61 Жебровский В. В. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1963, № 4, с. 2—4.
- 62 Власова И. А. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1967, № 6, с. 42—43.
- 63 Николаев А. Ф., Тризно М. С. Эпоксидно-новолачные композиции. ЛДНТП, 1965. 23 с.
- 64 Николаев А. Ф., Тризно М. С. Пласт. массы, 1966, № 12, с. 13—16; 1967, № 6, с. 28—31.
- 65 Воробьева Г. Я., Апраксина Л. М. «Защита металлов», 1970, т. 6, № 6, с. 741—744.
- 66 В кн.: Средства защиты металлов от коррозии. М., НИИТЭХИМ, 1966, с. 43—49, 148.
- 67 Балалаев Э. Г., Ильинская Т. А. «Кокс и химия», 1969, № 5, с. 54—55.
- 68 Адлова Н. А. и др. Полиимиды — новый класс термостойких полимеров. Л., «Наука», 1968. 211 с.
- 69 В кн.: Новые поликонденсационные полимеры. Сб. перев. под ред. З. А. Роговина и П. М. Валешко. М., «Мир», 1969, с. 287—295.
- 70 Beers F. M. «Plating», 1970, v. 57, № 11, p. 1132—1134.
- 71 Производство, переработка и применение стеклопластиков, ЛДНТП, 1969. 39 с.
- 72 Новые материалы в технике. Под ред. Е. Б. Тростянской, Б. А. Колячева и др. М., «Химия», 1964. 656 с.
- 73 Неметаллические материалы в химическом машиностроении. Под ред. А. В. Горяиновой. «Труды НИИХИММАШ», 1967, вып. 52. 160 с.
- 74 Язон З. П., Костенко А. Е. Хим. и нефт. машиностр., 1968, № 8, с. 26—28.
- 75 Шевченко А. А. Стеклопластики в химическом машиностроении. М., ЦНИИХИМНЕФТЕМАШ, 1965. 90 с.
- 76 Plant. Eng., 1965, v. 19, № 11, p. 124—127.
- 77 Молоканов Л. В., Кривополенов В. М., «Техника защиты от коррозии», 1967, № 2 (47), с. 14—16.
- 78 Владимиров Л. П., Марголян Б. А., Комарова Л. П. «Кокс и химия», 1969, № 1, с. 49—52.
- 79 Маматов Ю. М., Ванифатьева А. А. «Бумажная промышленность», 1970, № 6, с. 12—13.
- 80 Долежел Б. Коррозия пластических материалов и резин. Пер. с чешского Ю. М. Вайнштейна. М., «Химия», 1964. 248 с.
- 81 В кн.: Достижения науки и технологии в области резины. Под ред. Ю. С. Зуева. «Химия», 1969. 404 с.
- 82 РТМ 22—61, ВНИИМАШ. М., Стандартгиз, 1961; СН205—62. М., Госстройиздат, 1962.
- 83 Богаевский А. П. и др. «Каучук и резина», 1962, № 12, с. 11—14; 1964, № 1, с. 3—7.
- 84 Химическая стойкость резин и эбонитов в агрессивных средах. — М., ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 1967. 84 с.
- 85 Лабутин А. Л. «Каучук и резина», 1966, № 10, с. 34—35.
- 86 Лабутин А. Л. Каучуки в антикоррозионной технике. М., Госхимиздат, 1962. 113 с.
- 87 Грожан Е. М., Зуев Ю. С. «Каучук и резина», 1966, № 9, с. 10—13.
- 88 Глупушкин П. М. Кабельные резины. М. — Л., «Энергия», 1966. 356 с.

89. Шрейбер Г. К. Конструкционные материалы в нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1969. 396 с.
90. Лабутин А. Л., Федорова Н. С., Монахова К. С. Антикоррозионные и герметизирующие материалы на основе жидких каучуков. М.—Л., «Химия», 1966. 208 с.
91. Лабутин А. Л., Федорова Н. С. Антикоррозионные и герметизирующие тиоколовые составы. ЛДНТП, 1962. 23 с.
92. Лабутин А. Л. и др. «Промышленность синтетического каучука», 1966, №1, с. 27—28.
93. Meskelburg E. Chem. Rundschau, 1968, Bd. 21, № 32, S. 525—526.
94. Сеидов Н. М. Новый синтетический каучук на основе этилена и пропилена. Баку, «Азернефр», 1966. 126 с.
95. Лабутин А. Л., Монахова К. С. «Защита металлов», 1969, т. 5, № 2, с. 240.
96. Богданович Н. А. и др. «Каучук и резина», 1965, № 3, с. 19—23.
97. Свойства и области применения силиконовых эластомеров. М., ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 1968. 90 с.
98. Фторполимеры. Каталог-справочник. М., В/О «Союзхимэкспорт», 1965. 56 с.
99. Галил-Оглы Ф. А., Новиков А. С., Нудельман З. Н. Фторкаучуки и резины из их основе. М., «Химия», 1966. 235 с.
100. Гилинская В. М. «Каучук и резина», 1968, № 4, с. 2—5.
101. Corrosion Technol., 1961, № 8, p. 9; 1965, № 2, p. 15.
102. Алухтина Н. П., Мозжухина Л. В., Морозов Ю. Л. Производство и применение уретановых эластомеров. М., ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 1969. 94 с.
103. Орленко Г. П. и др. «Каучук и резина», 1967, № 10, с. 24—27; 1967, № 12, с. 11—13.
104. Любимов Б. В. Защитные покрытия изделий. Справочник конструктора. Л., «Машиностроение», 1969. 216 с.
105. Рейбман А. И. Защитные лакокрасочные покрытия в химических производствах. Изд. 2-е. Л., «Химия», 1968. 288 с.
106. Немировский Б. А. «Техника защиты от коррозии», 1965, № 4 (41), с. 30—33.
107. Борухин Б. Я., Прозоров А. П., Шапошников С. А. Хим. и нефт. машиностр., 1971, № 5, с. 42.
108. Материалы в машиностроении. Справочник. Т. 5. М., «Машиностроение», 1969. 544 с.
109. Шлакоситаллы. М., Стройиздат, 1970. 279 с.
110. Смирнов Н. С., Светлов В. А., Фишман С. Л. «Труды Уральского НИИ черной металлургии», 1968, вып. 7, с. 29—34.
111. Неорганические материалы на основе стекла, стойкие в хлоридах редких металлов. М., ЦНИИТЭИ цветной металлургии, 1965. 35 с.
112. Kreußer I. C., Kraaijveld Th. B. Vitreous Enameller, 1970, Bd. 21, № 2, S. 49—61.
113. Чехов А. П. Полимеры в антикоррозионной технике. Киев, «Будівельник», 1968. 128 с.
114. Генель С. В. и др. Применение полимерных материалов в качестве покрытий. М., «Химия», 1968. 238 с.
115. Пластмассовые покрытия в химическом машиностроении. Киев, Институт технической информации, 1964. 74 с.
116. Тростянская Е. Б. и др. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1971, № 4, с. 47—49.
117. Сборник технологических инструкций по защите от коррозии. МСН 214—69 ММСС СССР. М., ЦБГИ, 1970. 119 с.
118. Емкостная гуммированная химическая аппаратура. Каталог-справочник. М., ЦНИТИ и ТЭИ по химическому и нефтяному машиностроению, 1965. 28 с.
119. Эмалевые защитные покрытия. Материалы по обмену опытом. Киев, 1966. 47 с.
120. Scharbach H. «Werkstoffe und Korrosion», 1967, Bd. 18, № 3, S. 222—227.

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛОВ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ



ДИАГРАММЫ И ТАБЛИЦА КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ

Диаграммы стойкости

Коррозионная стойкость материалов характеризует их способность противостоять воздействию наиболее типичных агрессивных сред: кислот (минеральных и органических), щелочей, солей, а для полимерных материалов еще и растворителей.

Коррозионная стойкость материалов в различных средах может быть представлена графически в виде диаграмм стойкости. На этих диаграммах показаны области температур и концентраций сред, в которых данный материал стоек и может быть использован.

Некоторые из таких диаграмм представлены на рис. 4.1—4.9. Диаграмма, помещенная на рис. 4.1, дает представление о стойкости пластмасс при нормальной и повышенной температурах. На рис. 4.2—4.7 выделены области стойкости различных материалов в кислотах, а на рис. 4.9 — области стойкости металлов в гидроокиси натрия; диаграмма на рис. 4.8 характеризует стойкость титана в растворах хлоридов при температуре 100 °С. Пользуясь диаграммами стойкости, можно оценить условия пригодности материала для использования в данной среде.

Более подробные сведения о коррозионной стойкости материалов в агрессивных средах приведены в таблице, помещенной ниже (см. с. 265).

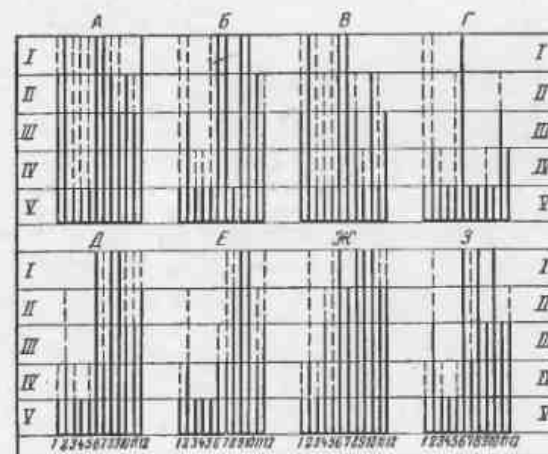


Рис. 4.1. Диаграмма стойкости пластмасс при 94—95 °С (сплошные линии) и при 25 °С (пунктирные линии) в основных неорганических агрессивных средах и растворителях:

А—слабые основания и соли; В—сильные кислоты; В—сильные основания; Г—сильные окислители; Д—ароматические углеводороды; Е—хлорсодержащие углеводороды; Ж—алифатические углеводороды; З—эфир и кетоны;
1—полиэтилен; 2—полипропилен; 3—полистирол; 4—полиметил метакрилат; 5—поливинилхлорид; 6—политрифторэтилен; 7—пентапласт; 8—полиамиды; 9—фолит; 10—фурановые волокна; 11—полиэфирные стеклопластики; 12—эпоксидные стеклопластики.

I—V—оценка стойкости: I—отличная (среда не действует), II—хорошая (слабое действие среды), III—удовлетворительная (среда оказывает умеренное действие), IV—слабая (среда вызывает размягчение и набухание), V—нестойкая (среда вызывает разрушение).

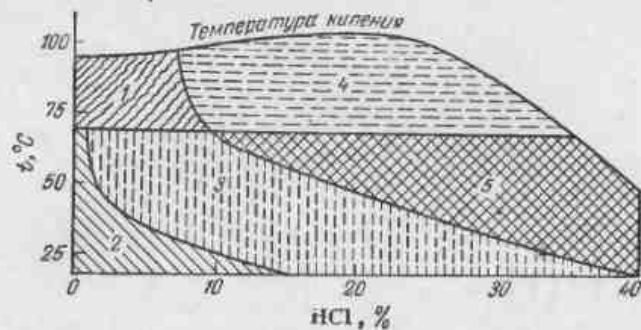


Рис. 4.2. Диаграмма стойкости материалов в соляной кислоте. Области стойкости:

1—хастеллой В, тантал, серебро, платина, монель (в отсутствие воздуха), пентапласт, фторопласт, фаялит, графит, стекло, эмаль; 2—хастеллой В, тантал, серебро, платина, никель (в отсутствие воздуха), монель, медь, кремний, бронза, все пластмассы и резины в пределах их термостойкости, углеграфитовые и силикатные материалы; 3—хастеллой В, тантал, платина, серебро, кремнистая бронза, полиэтилен и поливинилхлорид (до 60–70 °С), пентапласт, фторопласты, фаялит, полиэфирные стеклопластики, резины на основе натурального и бутилкаучука (до 65–70 °С), фторкаучуки, антегмит, графит, керамика, стекло, эмаль; 4—хастеллой В, тантал, платина, серебро, пентапласт, фаялит, фторопласты, графит, антегмит, стекло, эмаль, керамика; 5—хастеллой А и В, тантал, серебро, платина, полиэтилен и поливинилхлорид (до 60 °С), пентапласт, фторопласты, фаялит, резины на основе натурального и бутилкаучуков, фторкаучука, антегмит, графит, стекло, эмаль, керамика.

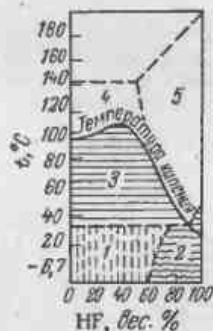


Рис. 4.3. Диаграмма стойкости металлов в плавиковой (фтористоводородной) кислоте. Области стойкости:

1—медь, монель-металл и никель в отсутствие воздуха (никель до 50%-ной концентрации кислоты), свинец, хастеллой В и С, серебро; 2—медь и монель-металл в отсутствие воздуха, никель, хастеллой В, серебро, малоуглеродистая сталь; 3—медь и монель-металл в отсутствие воздуха, никель (до 50%-ной концентрации кислоты), серебро, свинец (до 60%-ной концентрации кислоты); 4—медь, монель-металл и никель в отсутствие воздуха, серебро; 5—монель-металл без аэрации.

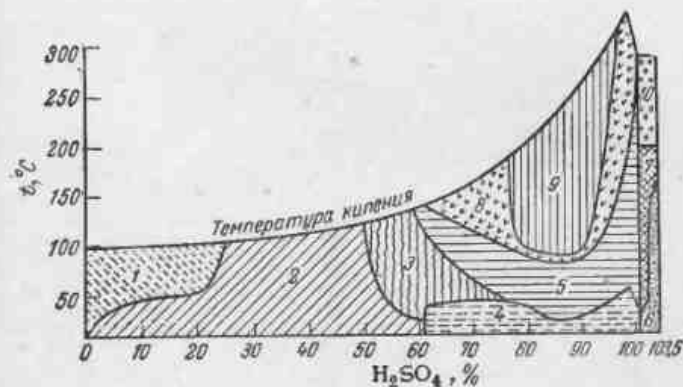


Рис. 4.4. Диаграмма стойкости материалов в серной кислоте. Области стойкости:

1—свинец, хастеллой В и D, стали типа 0X21H25M3Д3Т, медь (в отсутствие воздуха), монель, алюминиевые бронзы, фаялит, фторопласт, пентапласт, резины на основе бутилкаучука, фторкаучука и ХСПЭ, антегмит, графит, стекло, керамика, эмаль; 2—свинец, кремнистый чугун, хастеллой В и D, стали типа 0X23H28M3Д3Т (до 66 °С), медь (в отсутствие воздуха), монель, алюминиевые бронзы, фаялит (до 100 °С), пентапласт, фторопласт, фурановые смолы, резины на основе фторкаучука, антегмит, графит, стекло, эмаль, керамика; при концентрации кислоты до 25–30% и температуре до 50 °С применимы полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиэфирные смолы и все резины; 3—свинец, хастеллой В и D, стали типа 0X23H28M3Д3Т (до 66 °С), кремнистый чугун, монель (в отсутствие воздуха), фторопласт (до 150 °С), антегмит, графит, диабаз, стекло, эмаль, керамика; 4—свинец, сталь, кремнистый чугун, хастеллой В и D, стали типа 0X23H28M3Д3Т, фторопласт, графит, стекло, эмаль, диабаз и при концентрации кислоты до 80% и температуре 20 °С полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид; 5—кремнистый чугун, хастеллой В и D, свинец (до 80 °С), стали типа 0X23H25M3Д3Т (до 66 °С), фторопласт (до 150 °С), эмаль (до 200 °С), диабаз, фарфор, ситаллы; 6—сталь, хастеллой С; 7—сталь типа 18-8 и 0X23H28M3Д3Т, диабаз, фарфор, эмаль (до 200 °С), ситаллы; 8—кремнистый чугун, фторопласт (до 150 °С), эмаль (до 200 °С), фарфор, диабаз, ситаллы; 9—металлы нестойки, только стекло (термостойкое).

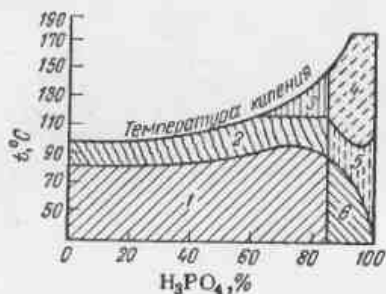


Рис. 4.5. Диаграмма стойкости материалов в фосфорной кислоте. Области стойкости:

1—хромоникелевые стали, кремнистый чугун, хастеллон В и С, медь и монель (в отсутствие воздуха), свинец, титан BT-1 (до 30%), полиэтилен (до 60 °С), полипропилен, пентапласт (до 100 °С), фторопласты, фаялит, фурановые смолы, полиэфирные и эпоксидные смолы, резины фторнаучука, бутылкаучука и ХСПЭ (до 65 °С), антегмит, графит, эмаль, стекло, керамика; 2—стали типа Х17Н13М2Т и 0Х23Н28М3Д3Т, кремнистый чугун, хастеллон С, свинец, фторопласт-4, графит, антегмит, эмаль; 3—сталь типа 0Х23Н28М3Д3Т, хастеллон В и С, кремнистый чугун, фторопласт-4, графит, антегмит; 4—кремнистый чугун, фторопласт-4, графит, антегмит; 5—стали типа Х17Н13М2Т и 0Х23Н28М3Д3Т, хастеллон В и С, кремнистый чугун, фторопласты, фурановые смолы, пентапласт, керамика, стекло; 6—хромоникелевые стали, медь и монель (в отсутствие воздуха), кремнистый чугун, хастеллон В и С, поливинилхлорид (до 30 °С), пентапласт, фторопласт, антегмит, графит, стекло, керамика.

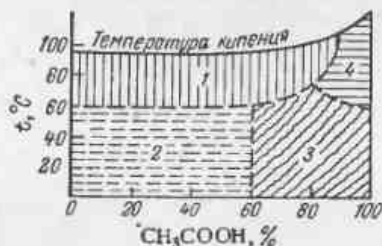


Рис. 4.6. Диаграмма стойкости материалов в уксусной кислоте. Области стойкости:

1—стали типа Х17Н13М2Т и 0Х23Н28М3Д3Т, никельмолибденовые сплавы, титан, тантал, пентапласт, фаялит (до 100 °С), графит, фарфор, стекло, эмаль; 2—хромоникелевые стали, хастеллон, никель, титан, алюминий, монель (в отсутствие воздуха), полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, фторопласты, фаялит, антегмит, графит, стекло, фарфор, эмаль; 3—хромоникелевые стали, никельмолибденовые сплавы, монель (в отсутствие воздуха), титан, серебро, фторопласт, фаялит и пентапласт (до 60 °С), графит, стекло, эмаль, фарфор; 4—стали типа Х17Н13М2Т и 0Х23Н28М3Д3Т, тантал (до 160 °С), фторопласт-4, графит, стекло, эмаль.

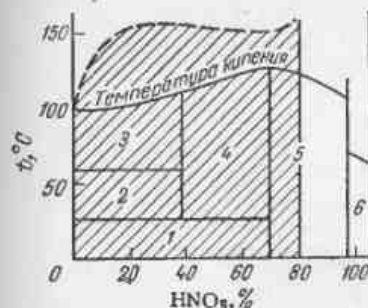


Рис. 4.7. Диаграмма стойкости неметаллических материалов в азотной кислоте. Области стойкости:

1—полиэтилен, полипропилен (до 50 °С), поливинилхлорид, пентапласт, фторопласт, резины на основе СКФ, ХСПЭ и бутылкаучука (до 50%), стекло; 2—полипропилен, пентапласт, фторопласты, стекло; 3, 4—фторопласт-4, стекло; 5—(дымящая HNO_3); 6—(красная дымящая HNO_3)—фторопласт-4, стекло. Заштрихованная область—зона стойкости силикатной эмали.

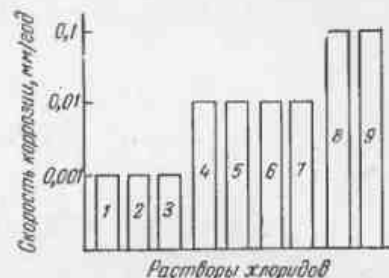


Рис. 4.8. Диаграмма коррозии титана в растворах хлоридов при 100 °С:

1—20% NaCl и MnCl_2 ; 2—24% SnCl_2 ; 3—50% CuCl_2 ; 4—10% AlCl_3 и HgCl_2 ; 5—20% MgCl_2 , ZnCl_2 и NiCl_2 ; 6—30% FeCl_2 ; 7—в насыщенных растворах NaCl и NH_4Cl ; 8—20% CaCl_2 ; 9—40% CuCl_2 .

Рис. 4.9. Диаграмма стойкости металлов в гидроксиде натрия. Области стойкости:

1—углеродистая сталь и чугун, сталь типа 18-8, никель, монель-металл, медь и ее сплавы; 2—стали типа 18-8, чугун СЧЩ, никель, монель-металл, хастеллой В (Н70М27) и С, цирконий; 3—стали типа 18-8, никель, монель-металл, хастеллой (Н70М27), цирконий, чугун типа СЧЩ; 4—никель, чугун СЧЩ, серебро; 5—сталь типа 18-8, чугун СЧЩ, никель и его сплав Н70М27, серебро.

Заштрихованная область—зона возникновения коррозии под напряжением в коррозионного растрескивания аустенитных сталей типа 18-8. Цифры означают скорости коррозии этих сталей в областях стойкости.

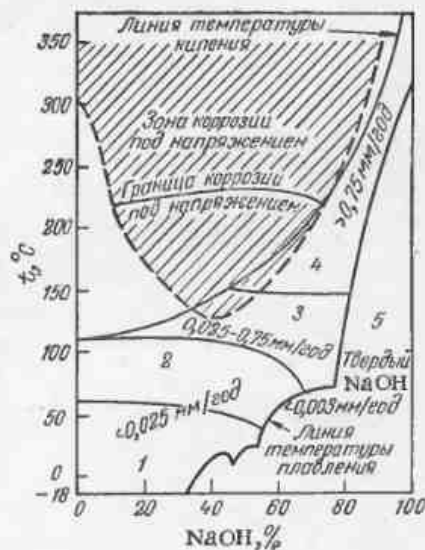


ТАБЛИЦА КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ МЕТАЛЛОВ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Таблица построена по следующему принципу.

Материалы в таблице подразделены на две группы: металлы и сплавы и неметаллические материалы. Их химический состав и свойства приведены в соответствующих таблицах (см. гл. 2 и 3).

Все помещенные в таблице материалы расположены в следующем порядке:

Металлы и сплавы

стали
углеродистые
легированные типа X13, X17, X25, X28, X21H5T (OX22H5T), X18H10T, X17H13M2T, OX23H28M3D3T
чугуны
серые
кремнистые
алюминий
мель
бронзы
алюминиевые
оловянистые
латунь
никель
монель-металл (никелемедный сплав)
H70M27Ф, H55X15M16B
свинец
серебро
тантал
титан

Неметаллические материалы

Пластмассы

полиэтилен (подразумеваются обе марки — «ВД» и «НД»)
полипропилен
полиизобутилен (наполненный, типа ПСГ)
полистирол
полиметилметакрилат (органическое стекло)
поливинилхлорид (винипласт)
фторопласт-4
фторопласт-3
полиформальдегид
асбовинил
пентапласт
полиамиды
поликарбонаты
полиарилаты
фенопласты

стеклопластики
фаолит
текстолит
замазки арзамит
смолы
кремнийорганические
полиэфирные
полуретановые
фенольные
фурановые
фуриловые
эпоксидные

Лакокрасочные материалы

бакелитовые лаки
битумные материалы
перхлорвиниловые лаки и эмали
фуриловые и фурановые лаки

Резины на основе каучуков

натурального
СКС (бутадиенстирольного)
СКН (бутадиеннитрильного)
бутилкаучука
полисульфидного
силоксанового (силиконового)
уретанового
хлоропренового
фторкаучука
ХСПЭ (хлорсульфированного полиэтилена)
этиленпропиленового

Неорганические материалы

природные кислотоупоры
каменное литье
стекло
ситаллы
шлакосталлы
кислотоупорная эмаль
кислотоупорная керамика
фарфор
силикатные цементы, бетоны, замазки

Прочие материалы

дерево
антегмит
графит пропитанный
уголь

При отсутствии сведений о стойкости какого-либо материала его наименование в таблице опускается.

Сведения о стойкости различных материалов представлены в таблице для индивидуальных веществ при данной температуре или в определенных пределах ее изменений.

Агрессивные среды расположены в алфавитном порядке в следующей последовательности:

Неорганические среды

кислоты; соли и основания; окислы, перекиси, газы и прочие неорганические среды

Органические среды

Рядом с названием среды дается ее химическая формула. Среда, для которых данные о стойкости материалов идентичны, не выделены самостоятельно, а объединены; если данных мало, то они размещены в других, схожих по характеру, средах, о чем указывается в соответствующих примечаниях.

Для солей, оснований и кислот приводятся концентрации насыщенных (при 20°C) водных растворов, при которых справедливы данные о коррозионной стойкости.

При отсутствии примечаний сведения о стойкости относятся к любой промежуточной концентрации в пределах, указанных для данной среды. В случае резко выраженной зависимости коррозионной стойкости материала от концентрации среды, например кислоты, после ее наименования указывается концентрация, для которой справедливы данные о коррозионной стойкости, или дается соответствующее пояснение в примечаниях.

Концентрация раствора, для которого приводятся данные о коррозионной стойкости, может превышать указанную в характеристике среды, что является результатом изменения условий испытания (температуры, давления).

Для органических сред характеристикой является температура плавления и температура кипения среды, которые сообщаются после их наименования.

Для органических кислот, растворимых в воде, приведены стойкости материалов в водных растворах этих кислот.

Данные о коррозионной стойкости материалов, соответствующие температуре кипения Кип., относятся к температурам кипения органических и неорганических жидкостей или к водным растворам неорганических и органических соединений.

Коррозионная стойкость металлов и неметаллических материалов в различных агрессивных средах

Данные о скорости коррозии для металлов приведены в мм/год (по ГОСТ 13819-69), для неметаллических материалов оценка стойкости следующая: В—вполне стойкие, Х или С—стойкие, О—относительно стойкие, Н—нестойкие (подробнее см. гл. I).

При одинаковых значениях скорости коррозии или стойкости данные относятся к любой марке сплава, металла или неметаллического материала, указанных в графе «материал», а в случае бронз—к алюминидным и оловянистым, если не указаны их марки.

Если скорость коррозии металлов или стойкость неметаллических материалов колеблется, то даны их пределы, например, от 0,1 до > 10 мм/год или «В—О», «О—Н» и т. д. Причина колебаний объясняется в примечаниях. Если они отсутствуют, то это означает, что литературные сведения в приведенных источниках разноречивы. Исключение составляет полиэтилен: высшая оценка его стойкости соответствует полистилену низкого давления (НД), низшая—полиэтилену высокого давления (ВД).

Отсутствие литературных ссылок означает, что приведены экспериментальные данные.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Неорганические среды

Кислоты

Азотная кислота HNO_3 (концентрация до 70%)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии, мм/год	Литература
Стали углеродистые легированные типа Х13	20—кип.	> 10	39, 64
	20	0,001—0,004	39
	80—100	1,0—3,0 ^{1*}	11, 33, 58
	Кип.	1,45—1,68 ^{1*}	39
	Кип.	3,0—10 ^{2*}	11
Х17	20—60	0,001—0,004	64, 115
	80—80	0,1—3,0 ^{2*}	11, 119
	Кип.	0,1—10 ^{3*}	64, 119
Х25, Х28	20	0,001—0,003	64, 115
	20—60	< 0,1	64, 119
	60—80	0,1—1,0 ^{2*}	64, 119
	Кип.	1,0—3,0 ^{4*}	64, 119
Х21Н5Т	20	< 0,1	11
	40—80	0,003—0,006	7, 58
	80—кип.	0,006—0,07 ^{1*}	39, 58, 67
	80—кип.	0,04—0,7 ^{1*}	58, 64, 67

Примечания. ^{1*} Для растворов до 40%-ной концентрации.
^{2*} В 50—70%-ных растворах.
^{3*} Наименьшая коррозия в 7%-ной кислоте, наибольшая в 50—70%-ных растворах.
^{4*} В разбавленных (менее 10%) растворах скорость коррозии < 0,1 мм/год.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература	
Стали легированные типа X18Ni10T	20	0,00—0,007	39, 64, 67	
	60	0,003—0,007 ^{1*}	58, 67	
	Кип.	0,007—0,07 ^{2*}	39, 58, 67	
	X17Ni13M2T	Кип.	0,16—0,9 ^{1*}	58, 64, 67
		20—85	< 0,1	11, 67
	0X23Ni28M3Д3Т	Кип.	< 0,1 ^{2*}	11
		Кип.	До 10 ^{1*}	11
		20—50	< 0,1	119
		Кип.	0,1—1,0 ^{2*}	119
		Кип.	1,0—3,0 ^{1*}	119
	Чугуны серые кремнистые	Кип.	0,01—0,02 ^{1*}	39
		20—кип.	> 10	39, 64
Алюминий	20	0,01	39, 64	
	Кип.	0,1—0,5	39, 64	
Медь, бронзы, латунь	20	0,25—5,8 ^{3*}	39, 64	
	60	> 10	39, 196	
Никель	20	> 10	39	
	20	3,0 ^{4*}	39	
Моноель-металл	100	> 10	39	
	20	0,1—0,11 ^{1*}	39	
Сплавы типа Н70М27Ф	20—кип.	> 10	39	
	20	0,1—1,0	119	
Н55Х15М16В	Кип.	1,0—3,0 ^{4*}	8, 119	
	20	< 0,1	119	
Н70М27Ф, Н55Х15М16В	70	3,0—3,5 ^{1*}	39, 67	
	Кип.	> 10	8, 67, 119	
Свинец	20	0,16—6,5 ^{5*}	196	
	20—кип.	< 0,1 ^{4*}	196	
Серебро	20—200	0,00	39, 58, 64	
	20—60	0,001—0,008	39, 105	
Тантал	100	0,02—0,05	39, 105	
	200—250	0,015—0,072 ^{2*}	39, 105	

Примечания. 1* В 50—70%-ных растворах.

2* Для растворов до 40%-ной концентрации.

3* Стойкость зависит от концентрации кислоты и чистоты алюминия; скорость коррозии алюминия марки АВ0000 минимальна, марки А0—максимальна.

4* Только в растворах до 10%-ной концентрации.

5* В 40%-ной кислоте скорость коррозии минимальна, в 20 и 50—70%-ных растворах—максимальна.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	С—Н ^{1*}	79, 102, 140
	20—60	В ^{2*}	62, 83, 94
Полипропилен	20—60	С ^{2*}	43, 173
	20—60	О—Н ^{3*}	173
Полиизобутилен	20	С—Н ^{1*}	72, 173
	20—60	С—Н ^{1*}	140, 163
Полистирол	20	В ^{2*}	102, 140
	20—60	С—О ^{1*}	79, 102, 191
Полиметилметакрилат	20—100	В	4, 62, 187
	200—250	С ^{3*}	84
Фторопласт-4	20—60	В	4, 139, 140
	23	Н	102
Фторопласт-3	20	В—С ^{4*}	121, 135
	20	Н ^{5*}	121
Полиформальдегид	20—80	В ^{4*}	30, 102, 163
	20	С ^{3*}	102, 177
Асбовинил	20	В ^{5*}	4, 140
	20	Х—Н ^{5*}	102
Пентапласт	20—25	О—Н ^{6*}	125, 191
	20—60	О—Н ^{6*}	43, 83
Поликарбонаты	20—60	С—Н ^{1*}	43, 63, 135
	20—60	С—Н ^{6*}	125, 191
Полиарилаты	20	О—Н ^{1*}	125, 163, 191
	20	Н	163, 177
Фенопласты	20	Н	91, 102
	60—100	С—О ^{4*}	43, 138, 177
стеклопластики	20	О—Н ^{6*}	83, 86, 163
	20—60	С—Н ^{6*}	86, 187
фаолит, текстолит	20	В—О ^{1*}	86, 187
	20—60		
Замаски арзамит	20		
	20		
Смоли	20		
	20		
кремнийорганические полиэфирные	20		
	20		
фурановые эпоксидные	20		
	20		
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20		
	20		
Битумные материалы	20		
	20		
Перхлорвиниловые лаки	20		
	20		

Примечания. 1* При увеличении концентрации кислоты стойкость уменьшается.

2* Для растворов до 40%-ной концентрации.

3* В 50—70%-ных растворах.

4* Только в растворах до 10%-ной концентрации.

5* В 10%-ной кислоте, в зависимости от марки полиарилата.

6* В очень разбавленных (до 5%) растворах стойкость выше.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального	20—60	С—Н ^{1*}	19, 43, 129
СКС, СКН	20	Н	92, 129, 163
бутилкаучука	20—60	В—О ^{2*}	25, 45, 100
полисульфидного	20—60	Н	73, 92, 116
силоксанового	20	О ^{3*}	129, 177
	60	Н	177
уретанового	20	Н	129
хлоропренового	20	О—Н ^{1*}	73, 74, 177
	60	Н	73
фторкаучуков	20—60	В	70, 129, 177
ХСПЭ	20—70	В ^{2*}	106, 129
этиленпропиленового	20—50	С ^{3*}	177, 101, 76
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—60	В	13, 63
Каменное литье	20—100	С—О ^{1*}	137
Стекло	20—кип.	В	13, 54
Ситаллы	20—120	С—Н ^{1*}	29, 53, 63, 88
Шлакосталлы	20—100	С—О ^{2*}	137
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В ^{2*}	63, 85, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	121, 137, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В ^{3*}	54, 159
Прочие материалы			
Дерево	20	Н	131, 197
Антегмит	20	В ^{6*}	43, 102
	50—100	Н	69, 102
Графит пропитанный	20—85	С ^{3*}	62, 69, 177
Уголь	20	В ^{3*}	159
Азотная кислота HNO ₃ (концентрация 90% и выше, до дымящей)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	1,0—5,0	58, 159
легированные типа			
X13	Кип.	До 10	58, 119
X17	20	< 0,1	58
	60—кип.	3—10	39, 58, 119

Примечания. 1* Резины стойки в разбавленной до 2—5% кислоте, асбесты — в разбавленной до 30%.

2* Для растворов до 40%-ной концентрации.

3* Только в растворах до 10%-ной концентрации.

4* При увеличении концентрации кислоты стойкость уменьшается.

5* Гидразлический цемент нестойк.

6* В очень разбавленных (до 5%) растворах стойкость выше.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа			
X25, X28	Кип.	От < 0,1 до 3,0	39, 58
X13, X25, X28	20	От < 0,1 до 1,0 ^{1*}	39, 64
X21H5T	20	< 0,1	20, 119
	Кип.	> 10	10
X18H10T.	20	От < 0,1 до 1,0	58, 119
X17H13M2T	Кип.	> 10	10
0X23H28M3D3T	20	< 0,1	146
	100	> 10	146
Чугуны			
серые	20	> 10	58
кремнистые	20	< 0,1	22, 39
Алюминий			
	20	От < 0,001	39
	50	до 0,002	39
	100	до 0,19	146
	20	> 10	39, 196
Медь, бронзы, латуни			
Никель, монель-металл	20	> 10	39
Сплавы типа X15H55M16B	Кип.	> 10	39
Свинец	19	0,0013	196
Серебро	20	0,0—1,5 ^{1*}	196
	100	> 10	159
Тантал	20—200	< 0,001	56, 58, 119
Титан	20	0,0—0,1 ^{2*}	105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	Н	140
Полипропилен	20—60	Н	94
Полиизобутилен	20	Н	121
Полистирол	20	Н	179
Полиметилметакрилат	20	Н	140
Поливинилхлорид	20	Н	43, 102
Фторопласт-4	20—100	В	3, 140
Фторопласт-3	20—60	В	3, 140
Асбоннил	20	Н	122
Пентапласт	20	Н	177
Полиамиды	20—60	Н	140

Примечания. 1* С увеличением концентрации кислоты от 90 до 99% скорость коррозии возрастает.

2* В 98%-ной кислоте коррозия отсутствует, но в дымящей «красной» кислоте применять титан не рекомендуется.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Поликарбонаты	20	H	140
Фенопласты	20	H	122, 125, 191
Земаки арзамит	20	H	122, 176
Смоли			
полиэфирные	20	H	191
эпоксидные	20	H	191
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Перхлорвиниловые лаки	20	H	121
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	H	92, 129
бутилкаучука	20	H	177
хлоропренового	20	H	140
фторкаучуков	20	O-H ^{1*}	98, 129
ХСПЭ	20	H	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20 — кип.	B ^{2*}	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	B ^{2*}	54
Ситаллы (в 95%-ной HNO ₃)	20 112	C H	53 29
Керамика	20 — кип.	C	121
Фарфор	20 — кип.	B	121
Цементы, бетоны, замазки	20 — кип.	C ^{3*}	54, 146
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	H	122
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20	H	122

Ворная кислота H₃BO₃ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 5%)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали углеродистые	20 100 — кип.	От < 1,0 до 3,0 ^{4*} > 10	33, 146, 180 86, 97

Примечания. 1* В 90%-ной кислоте стойки, в дымящей набухание 16—28%.

2* По данным [121] стойкость эмали ограничена.

3* Гидравлический и серый цементы нестойки.

4* Только в разбавленных растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
легированные типа X13	20 Кип.	< 0,1 1,0—3,0 ^{1*}	119 119
X17	20—100 Кип.	< 0,1 От < 0,1 до 1,0	39, 119 11, 119
X25, X28	20 — кип.	< 0,1	119
X21H5T	100	0,0011	20
X18H10T	20—150	0,002	56
X21H5T, X18H10T	Кип.	< 0,1	37, 119
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20 — кип.		119, 146
<i>Чугуны</i>			
серые	20 — кип.	1,0—3,0 ^{2*}	146, 180
кремнистые	20 — кип.	< 0,1	159
Алюминий	20 60	< 0,05 0,1—1,0	39, 196 159
Медь, бронзы	20—100	< 0,1 ^{3*}	159
Латунь	20—100	0,1—1,0 ^{3*}	159
Никель	20 — кип.	< 0,1	39, 119
Моноель-металл	20—100	0,1—1,0	159
Сплавы типа H70M27Ф, H55X15M16B	20 — кип.	< 0,1	165
Свинец	20 100	< 0,1 0,1—1,0	39, 119 15
Серебро	20	< 0,1	119
Тантал	20 — кип.	< 0,001	196
Титан	20 100	< 0,001 < 0,005	15, 105
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	B	36, 140
Полипропилен	20—60	B	140
Полинзобутилен	20—60	B	36, 173
Полистирол	20 60	B X	173 173
Полиметилметакрилат	20—60	B	140, 159

Примечания. 1* По данным [39] в насыщенной на холоду кислоте скорость коррозии при кипении 0,0011 мм/год.

2* Только в разбавленных растворах.

3* Медь и ее сплавы в отсутствие воздуха стойки в растворах любой концентрации до 150 °С. Латунь менее стойка, чем медь и бронзы.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Поливинилхлорид	20—40	В	62, 102, 191
	60	О	62, 191
Фторопласты	20—100	В	3, 140, 159
Асбовинил	20	В	122
Пентапласт	До 120	В	163
Полиамиды	20—60	В — Н	3, 36, 177
Поликарбонаты	20	С — Н ^{1*}	102
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	С	169
фаолит	20—100	С	54, 36, 122
Замазки арзамит	20—100	В	54, 122, 187
Смоли			
полиэфирные (стеклопластики)	20—70	В	163, 177
100		Х	163
фурановые	25—120	С	159
эпоксидные	20—100	В	36, 67
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—150	В	159
Витумные материалы	20—66	В	178
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20—60	В	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—65	В — Х ^{2*}	34, 129
СКН	20—65	С	129
бутилкаучука	20—65	В	129
полисульфидного	20—60	С ^{3*}	35, 77
уретанового	20	Х	177
фторкаучуков	20	В	177
хлоропренового	20—95	В	36, 77, 163
ХСПЭ	20—93	В	129, 177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20 — кип.	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В ^{4*}	85, 159
Керамика, фарфор	20 — кип.	В ^{5*}	54, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	159

Примечания. Стойки только в 10—20%-ных растворах.

^{2*} Набухание стандартных резин (4476 и ГРП-1390) в 5%-ной кислоте 1,5—2,8%; изменение прочности и удлинения 5—14%.^{3*} По данным [176] нестойки.^{4*} Для расплавок непригодны.^{5*} По данным [159] при температуре выше 100 °С фарфор нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	С	159
Антегмит, графит пропитанный	20 — кип.	С	62, 69, 177
Уголь	До 160	В	159
Бромистоводородная кислота HBr (концентрация при 20 °С до 40%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159, 176
легированные типа X13	20	> 10	176
X18H10T	20 — кип.	От 0,3 до > 10	90, 176
X17H13M2T	20	< 0,01 ^{1*}	58
	Кип.	< 0,1 ^{1*}	58
	Кип.	5,2 ^{2*}	58
OX23H28M3D3T	20	0,001—0,002	58
	Кип.	0,07 ^{1*}	58
	700 (пары)	0,852 ^{2*}	58
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20	< 0,1	159
	100	> 10	159
Алюминий	20	> 10	39, 119
Медь	20	0,1—1,0 ^{3*}	39, 159
Латунь	20	> 10	39, 90
Никель	20 — кип.	От 7 до > 10	39, 90, 119
Монель-металл	20	1,0—3,0	159, 176
	Кип.	> 10	90
Сплавы типа H70M27Ф	100	От < 1,0 до 3,0 ^{4*}	57
	Кип.	< 0,5	90
H55X15M16B	Кип.	< 0,5 ^{2*}	90
	Кип.	1,0—2,0	90

Примечания. ^{1*} Данные для 1%-ного раствора.^{2*} В 6%-ной кислоте и ее парах (при 700 °С).^{3*} В безводной кислоте и в отсутствие окислителей.^{4*} Наиболее агрессивна 20%-ная кислота, в растворах меньшей или большей концентрации скорость коррозии не превышает 1,0 мм/год.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20	От < 1,0 до 3,0 ^{1*}	176
Серебро	20	> 10	39, 119
Тантал	20—150	0,00	56
Титан	20	< 0,13	105
	Кип.	< 0,5	90
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полнэтилен	20—60	В	140
	100	Н	173
Полипропилен	20—60	С	140, 191
Полниобутилен	20—60	С	173
	100	О	173, 177, 179
Полистирол	20—60	В	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	159
Поливинилхлорид	20—40	В	102, 179
	60	В—О ^{2*}	102, 159
Фторопласты	20—100	В	3, 140, 159
Асбовинил	20	В	12
Полнамиды	20—60	Н	3, 140
Фенокласты			
стеклопластики	20—95	С	125
фаолит	20	О	179
Смоли			
полиэфирные	20	С—Н ^{3*}	125, 187
	80	О	176, 187
фурановые (стеклопластики)	25—125	С	125
эпоксидные	20—93	О—Н	125, 179
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—60	В	187
Перхлоранилиновые лаки и эмали	20—60	В	187

Примечания. 1* Только в очень разбавленных растворах.

2* В концентрированных (48—50%) растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

3* По данным [125] стеклопластики нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—35	В	43, 129
	60	О	187
СКС	20	О	129
СКН	20	О—Н ^{1*}	129
бутилкаучука	20—60	В ^{2*}	155, 159, 170
силоксанового	20	В—О	128, 129, 170
хлоропренового	20	О	129
ХСПЭ	20	С	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	159
Ситаллы	Кип.	С	63
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	12, 54, 159
Керамика	20—кип.	В	159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{3*}	54, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	О—Н	159
Антегмит, графит пропитанный	До кип.	Н	69

Иодистоводородная кислота, HI
(разбавленные растворы от 0,01 до 1,0%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа X13	20	< 0,1 ^{4*}	159
X21H5T	60—70	< 0,1 ^{5*}	
X21H5T, X18H10T	20	< 0,1 ^{4*}	20
X17H13M2T,	20	< 0,1	159
OX23H28M3Д3T	Кип.	> 10	159

Примечания. 1* Эбоциты более стойки, чем мягкие резины.

2* По данным [129] в 40%-ной кислоте при 20 °С нестойки.

3* Гидравлический и поргланцемент нестойки.

4* В 0,01—1,0 н. кислоте, в более концентрированной (выше 1%) нестойки.

5* В 0,01%-ной кислоте.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны серые	20	> 10	159
	20	< 0,1 ^{1*}	159
кремнистые	Кип.	> 10	159
	20	0,1—1,0	159
Алюминий	20	< 0,1 ^{2*}	159
Медь, бронзы алюминиевые	20	> 10	159
	100	> 10	159
Никель	20	< 0,1	159
Монель-металл	20	< 0,1	159
	100	> 10	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
	Кип.	0,1—1,0	159
H55X15M16B	20	0,014	
	Кип.	0,82	
Свинец	20	< 0,1	159
	60—100	> 10	159
Серебро	20—100	0,1—1,0	159, 176
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—кип.	< 0,1	159
	70	0,0046	145
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Полиизобутилен	20	В—О	159, 42
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Асбовинил	20	В	12
Полиамиды	20	Н	159
Фаолит	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159

Примечания. 1* В 0,01—1,0 н. кислоте, в более концентрированной (выше 1%) нестойки.
2* В отсутствие воздуха медь и алюминиевые бронзы стойки в растворах до 10%-ной концентрации.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков^{1*}</i>			
натурального, СКС, СКН	20	С	159
	20	С	159
бутылкаучука	20	С	159
хлоропренового	20	С	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	12, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	12, 159
Ситаллы	Кип.	С—О ^{2*}	63
Керамика, фарфор	20	В	12, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{3*}	12, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	С	159
	100	Н	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Кремнефтористоводородная кислота H_2SiF_6
(концентрация до 35%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые легированные типа	20	> 10	97
X13, X17	20—100	> 10 ^{1*}	119, 120
X25, X28	50—60	1,4—3,0	120
	100	> 10 ^{1*}	39, 119
X21H5T	50—60	От 3 до > 10 ^{5*}	120
X18H10T	20—50	> 10 ^{1*}	119
	50—60	1,2—1,8	120
	20	< 0,1 ^{6*}	159
X17H13M2T	50—60	0,015—0,22 ^{6*}	120
	70—80	0,47 ^{6*}	120

Примечания. 1* Данные о стойкости резины справедливы только при комнатных температурах в разбавленных растворах.
2* Стойкость зависит от марки ситаллы.

3* Гидравлический и портландцементы нестойки.
4* В парах кислоты скорость коррозии меньше: 0,1—1,0 мм/год.
5* С увеличением концентрации кислоты скорость коррозии увеличивается при всех температурах.
6* Данные для 1—2%-ной кислоты.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали легированные типа 0Х23Н28М3ДЗТ	20	От <0,1 до 1-3 ^{1*}	159
	40	0,15-0,8 ^{1*}	62, 120
	70	0,6-1,7 ^{1*}	62, 120
Чугуны серые	20	> 10	159
	20	> 10	159
Алюминий	20-70	> 10 ^{2*}	39, 62
Медь	20	0,75	
	70	2,8	62
Бронзы алюминиевые	20	От <0,1 до >10 ^{3*}	
	20	От 1,0 до >10 ^{3*}	
Латунь	20	1,5	
	20	< 0,1	159
Никель	70	2,2 ^{4*}	62
	100	> 10	
Моноль-металл	20	< 0,1	159
	70	1,3-1,7 ^{4*}	62
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
	50-70	1,0-3,0	62, 120
Н55Х15М16В	50-70	0,13-1,7 ^{1*}	62, 120
	20	< 0,1	159
Свинец	70	1,0-3,0 ^{4*}	62
	20-60	< 0,1	
Серебро	20-100	> 10	56
	70	0,6 ^{1*}	62
Тантал	20-100	> 10	62
	70	0,6 ^{1*}	62
Титан	20-60	> 10	62
	20-60	> 10	62
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20-60	В	36, 79, 140
Полипропилен	20-90	В	140, 62
Полиизобутилен	20-60	В	72, 177

Примечания. 1* С увеличением концентрации кислоты скорость коррозии увеличивается при всех температурах.

2* По данным [119] алюминий в растворах стойк: скорость коррозии меньше 0,1 мм/год.

3* Стойкость зависит от наличия кислорода воздуха.

4* В 10%-ной кислоте.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература	
Полистирол	20-60	В	159	
Полиметилметакрилат	20-60	В	187	
Поливинилхлорид	20-60	В	62, 102	
Фторопласт-4	20-100	В	3, 140, 187	
Фторопласт-3	20-60	В	3, 140	
Полиамиды	20-60	В-Н	3, 36, 140	
Фаолит	20-100	В	36, 121	
Замазки арзамит	20-100	В	122, 176, 187	
Смолы				
	полиэфирные	20-60	Н	125, 176, 193
	фурановые	≤ 100	С	36, 116
эпоксидные	20-60	В	176	
<i>Лакокрасочные материалы</i>				
Бакелитовые лаки	20-100	В	159	
Битумные материалы	20-66	С	187	
Перхлорвиниловые лаки и эмали	24-66	С	187	
<i>Резины на основе каучуков</i>				
натурального, СКС, СКН	20-70	В	62, 99, 129	
бутилкаучука	20-65	В	129	
полисульфидного	20	О	176	
хлоропренового	20-100	В	72, 129, 170	
ХСПЭ	До 65	В	129	
<i>Неорганические материалы</i>				
Природные кислотоупоры	20-100	В-Н ^{1*}	122, 159	
Стекло, кислотоупорная эмаль	20-100	В-Н ^{1*}	122, 159	
Керамика, фарфор	20-100	В-Н ^{1*}	122, 159	
Цементы, бетоны, замазки	20	Н	159	
<i>Прочие материалы</i>				
Дерево	20-100	С-Н ^{2*}	159	
Аптегмит	20-кип.	В	62, 69	
Графит пропитанный, уголь	20-кип.	В	62, 69, 159	

Примечания. 1* Силикатные материалы вполне стойки в отсутствие примесей фтористоводородной кислоты.

2* При увеличении температуры и концентрации стойкость ухудшается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Мышьяковая кислота H_3AsO_4 (концентрация любая)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 1,27 ^{1*}	180
легированные типа			
X17, X25, X28	65	< 0,1	119
X18N10T	25	< 0,5	180
	100	От 0,5 до 1,27 ^{2*}	180
X18N10T, X21N5T	65	< 0,1	119
X17N13M2T	20—65	< 0,1	119
QX23N28M3D3T	20—100	< 0,1	119, 180
Чугуны			
серые	20	> 10	
кремнистые	20—кип.	< 0,1	
Алюминий	20	> 10	
Медь	20	< 0,1	
	100	> 10	
Бронзы алюминиевые	25	< 0,5	180
	100	0,5—1,27	180
Никель	20	От < 0,1 до > 10 ^{3*}	159
Моделль-металл	20—100	От < 0,1 до > 10 ^{4*}	159
Сплавы типа H70M27Ф	20—100	< 0,1	
Свинец	20	От < 0,1 до > 10 ^{3*}	159, 180
Серебро	20—100	< 0,1 ^{5*}	159
Тантал	20—150	0,000	56
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
	100	Х	193
Полиизобутилен	20—60	В	159, 170
	80—100	Х ^{6*}	70, 162, 193

Примечания. 1* В 65%-ной кислоте.

2* В 90%-ной кислоте.

3* В присутствии окислителей коррозия значительно усиливается.

4* Корродирует в присутствии влаги, особенно при повышенной температуре.

5* В отсутствие кислорода воздуха.

6* По данным [42] при 80 °С в концентрированной кислоте относительно стоек.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Поливинилхлорид	20	В	36, 140
	60	О	36
Фторопласты	20—60	В	159, 170
Пентапласт	20—120	В ^{1*}	159
Поликарбонаты	20	В	3, 140
Фолит, замаски арзамит	20—120	В	40, 159, 186
Смола полиэфирные	20	В	193
	60	Х	193
	100	О ^{1*}	159, 193
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—100	В—Н ^{2*}	193
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—70	В	36, 129
СКН	20—65	В—О ^{3*}	129, 159
бутилкаучука	20—60	В	70, 129
хлоропренового	20—90	В	72, 129
фторкаучука	20—50	В	129, 170
ХСПЭ	65	О	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159, 186
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54, 122
Керамика, фарфор	20—кип.	В	54, 122, 159
Цементы, бетоны, замаски	20—100	В—Н ^{4*}	122, 159
Прочие материалы			
Дерево	20—100	О—Н ^{2*}	159
Графит пропитанный, уголь	20—170	В	69, 159

Примечания. 1* Данные для 50%-ной кислоты; в 20%-ной при 100 °С полиэфирные смолы нестойки.

2* С увеличением концентрации раствора кислоты стойкость уменьшается.

3* В ортомышьяковой кислоте стойкость ниже, чем в метакислоте.

4* Гидравлический и портландцементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Серная кислота H ₂ SO ₄ (концентрация до 5%)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	3.3—4.4	62
	90	6.2	62
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	От 3.0 до > 10 ^{1*}	11, 119
	≥ 50	> 10	11, 119
X21H5T	20	0.1—3.0 ^{1*}	11
	50	3.0—10 ^{1*}	11
X18H10T	75 — кип.	> 10	10, 119
	20	0.1—3.0 ^{1*}	11, 10, 39
X17H13M2T	50	1.0—10 ^{1*}	11
	100	3.3—15.0	39
OX23H28M3Д3T	20—50	< 0.1	62, 119
	80	1.0—10	11
Чугуны серые	Кип.	> 10	10, 119
	20—70	< 0.1	11, 10
кремнистые	Кип.	< 1.0	11, 10
	20	> 10	53, 62
Алюминий	20	0.04—0.07	62
	50—100	0.07—0.5	53, 62
Медь	20	0.1—1.0	121, 196
	140	0.08 ^{2*}	39
Бронзы	190	0.16 ^{2*}	39
	20	0.1—1.0 ^{3*}	122, 159
алюминиевые	50	11.0	62
	20	< 0.1	159
оловянистые	100	0.1—1.0	159
	190	0.1 ^{2*}	39
Латунь	20—100	0.1—1.0	13
	190	0.19 ^{2*}	39
Никель	20	0.03—0.04	39
	190	0.14—0.76 ^{2*}	39
	20	0.056	166, 196
	50	0.079 ^{3*}	196
	103	0.84 ^{3*}	196

Примечания. 1* При увеличении концентрации кислоты от 1 до 5% скорость коррозии резко возрастает.
2* В 0.5%-ной кислоте.
3* В отсутствие воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Монель-металл	20	0.02—0.07	12, 13
	Кип.	1.05	12, 13
Сплавы типа Н70М27Ф	20	0.03	56
	70	≤ 0.15	11, 56
Н55Х15М16В	Кип.	0.025	56
	20	< 0.1	11, 10
Свинец	Кип.	0.1—1.0	11, 10
	20	От < 0.01 до 0.05	39, 62, 196
Серебро	90	0.05—0.07	39, 62
	20	< 0.1	12, 159
Тантал	20—кип.	0.000	39
Титан	35	0.003—0.012	58
	60	0.00—0.73 ^{1*}	53, 105
Неметаллические металлы	Кип.	> 10	53, 58
	Пластмассы		
Полиэтилен	20—100	В ^{2*}	59, 62
Полипропилен	20—60	В	115, 191
Полиизобутилен	20—60	В	115
Полистирол	20	В ^{2*}	102, 173
	60	Х ^{2*}	173
Полиметилметакрилат	20	В ^{2*}	163, 191
Полвинилхлорид	20—40	В	30, 62, 102
Фторопласты	20—60	В	176, 179
Полиформальдегид	35	Н	102
Асбовинил	20—100	В ^{2*}	12, 62
Пентапласт	20—120	С	163, 177
Полиамиды	20—40	Н	3, 36, 173
Полиарилаты	20	В	102
Фенопласты	стеклопластики	20—70	В
	фолит	100	В
Замазки арзамит	текстолит	20	В
	Смолы	20—100	С
полиэфирные	25—кип.	С ^{3*}	148

Примечания. 1* При увеличении концентрации кислоты от 1 до 5% скорость коррозии резко возрастает.
2* В 10%-ной кислоте.
3* Данные относятся к замазкам, наполненным асбестом. Стеклопластики в 3%-ной кислоте относительно стойки [125].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
фурановые	20—50	С ^{3*}	62, 115
	80—100	О ^{3*}	62, 115
эпоксидные	25	В ^{3*}	27, 36, 43
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	54, 86
Битумные материалы	20	В	86
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20—100	В	86
Фуриловые лаки	20—50	С	16, 102
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН	20—60	В	30, 62, 92
СКС, бутилкаучука	20	В	54, 72
полисульфидного	20—60	Х	35, 77, 135
фторкаучука	20	В	129
силоксанового	20	С—О ^{2*}	129
уретанового	20	Н ^{2*}	129
хлоропренового	20	В ^{2*}	18, 77
ХСПЭ	20—95	В	108
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	122, 159
Каменное литье	100	С—О ^{1*}	137
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	85, 122
Шлакоцисталлы	100—110	В	137
Керамика	20	В	79
	100	В ^{4*}	79, 137
Фарфор	20—кип.	В	137
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{5*}	122, 159

Примечания. 1* При увеличении концентрации кислоты от 1 до 5% кислотостойкость понижается.

2* В 10%-ной кислоте.

3* С наполнителем (коксом и графитом) стойкость выше, чем с андезитовой мукой.

4* Дунитовая керамика нестойка: в 0,5%-ном растворе кислотоупорность 97,76%, в 5%-ной кислоте 86%.

5* Гидравлический цемент нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	122, 197
	60	О	54
	100	Н	54
Антегмит	20—кип.	В	62
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	34, 62
<i>Серная кислота H₂SO₄ (концентрация 10—50%)</i>			
<i>Металлы и сплавы</i>			
Стали			
углеродистые	20	> 10	39, 62, 121
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—100	> 10 ^{1*}	11, 119
X21H5T	20	3,0—10 ^{2*}	11
	20—100	> 10	119
X18H10T	20	1,0—3,0 ^{2*}	62, 119
	20	3,0—10	62, 119
	60—100	> 10	10
X17H13M2T	20	От < 0,1 до 1,0 ^{3*}	11, 119
	50—70	От < 1,0 до 3,0 ^{3*}	62
	70—кип.	> 10	10, 119
0X23H28M3D3T	20—80	< 0,01 ^{3*}	56, 59
	20—80	От < 0,1 до 0,5	11, 59, 62
	80—120	< 0,1	39
	100—190	1,1—1,8	62
Чугуны			
серые	20	> 10	39, 62, 121
кремнистые	20	≤ 0,01	62
	50	0,03—0,05	62
	100	< 0,35	39, 62
Алюминий	20—60	1,0—3,0 ^{2*}	159
	20—100	> 10	53
Медь	20	От < 0,01 до 0,12 ^{4*}	62
	40—60	От < 1,3 до 3,7	62, 196
	80	0,23—0,69	62
	100	> 10	176

Примечания. 1* Скорость коррозии сталей типа X13 и X17 в 10%-ной кислоте—0,96 мм/год, в 15%-ной—2,9 мм/год, в более концентрированной кислоте они нестойки.

2* В 10%-ной кислоте.

3* Данные для растворов до 40%-ной концентрации, в более концентрированной кислоте скорость коррозии больше и стойкость меньше.

4* В отсутствие кислорода воздуха. По сведениям [12, 121, 146, 196] медь в 50—60%-ной кислоте нестойка.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Бронзы	20	0,002—0,24 ^{3*}	62
		От < 0,3 до 0,9	58, 59, 62
алюминиевые	80	1,5—6,9	39
	100	—	39, 62
оловянистые	20	0,02—0,04	62
	80	0,22—0,94	39, 62
Латунь	20	0,02—0,12	62
	40—60	1,2—3,8 ^{2*}	39
Никель	20	0,1—1,0	39
	100	≤ 3,0 ^{1*}	39
	100	> 10	39
Монель-металл	20	< 0,1	159
	60—100	От 3,0 до > 10	62
	Кип.	0,09—0,5 ^{1*}	39
Сплавы типа Н70М27Ф	20—70	≤ 0,05	56, 59, 62
	100—кип.	От < 0,1 до 1,0	11, 62, 119
Н55Х15М16В	20	< 0,1	11, 119
	95	0,23—0,34 ^{2*}	62
	Кип.	0,31 ^{1*}	62
	Кип.	1,0—10	11
Свинец	90	0,07—0,11	62
	Кип.	0,05—0,08	39
Серебро	20—кип.	0,05—0,1	159, 187
Тантал	20—кип.	0,00	39, 56
	200	0,04	56
Титан	20	0,18—1,52 ^{2*}	39
	50	1,3—8,7	58
	95	0,41—1,8 ^{2*}	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—100	В—О	62, 63, 79
Полипропилен	20—60	В	140, 173, 191
	90	В ^{2*}	62
Полиизобутилен	20—60	С	63, 177
	100	О—Н ^{4*}	63, 177, 179

Примечания. 1* В 10%-ной кислоте.

2* Данные для растворов до 40%-ной концентрации, в более концентрированной кислоте скорость коррозии больше и стойкость меньше.

3* В зависимости от марки сплава: наименее стойка Бр А5.

4* С увеличением концентрации кислоты стойкость уменьшается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20	В	140, 173, 177
	50	Х	63, 173
Полиметилметакрилат	20	С—О ^{3*}	36, 55, 191
	60	Х—Н ^{3*}	63, 179
Поливинилхлорид	20—60	С	62, 63, 191
	60	О ^{2*}	43, 102
Фторопласты	20—100	В	3, 139, 140
Асбовинил	20—100	В—О ^{1*}	62, 78, 135
Пентапласт	20—120	В	102, 163
Полиамиды	20	О—Н ^{3*}	159, 160, 140
Поликарбонаты	20	В	3, 140
Фенопласты	20—100	В—О ^{3*}	62, 63, 125
Замазки арзамит	20—120	В	115, 135
Смолы			
кремнийорганические	25	Н	125
полиэфирные	20—60	В—Х ^{3*}	163, 177
	100	Х—О ^{3*}	163, 177
фурановые	20—60	В	62, 115
эпоксидные	80—100	О ^{3*}	62, 102, 115
	20—60	В—О ^{5*}	27, 138
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	135
Битумные материалы	20—60	С	194
Перхлорвиниловые лаки	20	В	121
Фуриловые лаки	20—80	С ^{1*}	16, 67, 116
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—70	В	62, 129, 135
	80	Х—О	34, 129
СКН	20	С—Н	92, 129, 163
	20—90	В ^{6*}	45, 99, 100
бутилкаучука	20—60	С—Н ^{3*}	35, 43, 77
полисульфидного	20	С—Н ^{3*}	77, 129
силоксанового			

Примечания. 1* В 16%-ной кислоте.

2* Данные для растворов до 40%-ной концентрации, в более концентрированной кислоте скорость коррозии больше и стойкость меньше.

3* С увеличением концентрации кислоты стойкость уменьшается.

4* Стойкость композиций с автофиллитовым асбестом выше, чем с хризотилowym.

5* Стойкость зависит от марки смолы, вида наполнителя и других факторов. Стеклопластики относительно стойки [125, 191].

6* Резина ИРП-1256 стойка в 33%-ной кислоте до 110 °С [100]. ИРП-1209 применима до 120 °С [99]. По данным [85, 163] стойкость резины ниже.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
уретанового	20	H	129
хлоропренового	20—80	B—O ^{2*}	34, 100, 129
ХСПЭ	20—120	B	108, 129, 177
этиленпропиленового	20—100	B ^{1*}	52, 76
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—кип.	B	30, 137
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	B	54
Ситаллы	20—100	B ^{3*}	28, 63, 88
Шлакоситаллы	100—110	B	137
Керамика, фарфор	20—кип.	B	54, 137
Цементы (кроме гидравлического), бетоны, замазки	20—100	B	54, 159
Прочие материалы			
Дерево	20	X—O ^{1*}	159
Антемит	20—120	B	31, 43, 62
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	B	31, 43, 62

Серная кислота H₂SO₄ (концентрация выше 70%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,06—1,0 ^{5*}	59, 62
	60—90	1,0—2,8 ^{6*}	62
	100	5,0—>10	13
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20	От <0,1 до 3,0 ^{7*}	119
X21H5T	60—70	<0,1 ^{6*}	119
	100	3,0—10 ^{6*}	119
X18H10T	20	0,07—1,0 ^{7*}	59
	80—100	От <1,0 до 10 ^{6*}	119
X21H5T, X18H10T	Кип.	>10	119

Примечания. 1* Данные для растворов до 40%-ной концентрации, в более концентрированной кислоте стойкость меньше.

2* С увеличением концентрации кислоты стойкость уменьшается.

3* В 60%-ной кислоте при 100 °С ситаллы проицдемы.

4* Только до 30%-ной концентрации и в зависимости от сорта древесины.

5* В 90—98%-ной кислоте стойкость выше, чем в 70—85%-ной.

6* В 90—98%-ной кислоте.

7* С увеличением концентрации кислоты до 85% скорость коррозии увеличивается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X17H13M2T	20	От <0,1 до 1,0 ^{1*}	119
	50	<0,5	62
	60—100	1,0—10	62, 119
OX23H28M3Д3T	20	<0,1	119
	80	0,1—1,0	56, 59, 119
	100	От <0,5 до 1,04 ^{1*}	59
X17H13M2T, OX23H28M3Д3T	Кип.	>10	59, 119
Чугуны			
серые	20	0,02—1,00 ^{1*}	59
	70	1,8 ^{2*}	62
	100	От 5,0 до >10	13
кремнистые	20	<0,01	62
	100—кип.	0,05—0,16 ^{1*}	59, 62
Алюминий	20	<0,1 ^{2*}	146, 159
	20—100	>10	159, 176
Медь	20	0,07—1,01 ^{2*}	39, 59, 62
	50	2,1 ^{2*}	39
	100	>10	121, 176
Бронзы			
алюминиевые	20	0,026—0,58	62
	100	От 4,2 до >10 ^{3*}	59, 176
оловянные	20—40	0,08—0,37	39, 62
	100	От 3,0 до >10 ^{3*}	159, 176
Латунь	20—40	0,61—1,35 ^{3*}	39
Никель	20	0,1—3,0 ^{1*}	39, 59
	100	>10	39
Монель-металл	20	От <0,1 до 1,0 ^{1*}	39
	100	>10	159
	105	3,6 ^{1*}	59, 62
Сплавы типа			
H70M27Ф	20—70	<0,1	10
	100	3,0—10 ^{2*}	119

Примечания. 1* В 90—98%-ной кислоте стойкость выше, чем в 70—85%-ной.

2* В 90—98%-ной кислоте.

3* С увеличением концентрации кислоты скорость коррозии увеличивается и стойкость понижается.

4* Данные для 70—80%-ной кислоты.

Продолжение

Материал	Температура, °C	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа Н55Х15М16В	20—70	< 0,1	11, 62, 119
	95	0,14—0,93 ^{1*}	62
	Кип.	> 10	11, 62, 119
Свинец	20	От < 0,1 до 0,5	39
	90	0,29—0,39	39, 59, 62
Серебро	20	< 0,1	159
	40	0,16	39
	100	> 10 ^{2*}	159
Тантал	20—кип.	0,00	56
	175	0,0025	56, 62
Титан	20—100	> 10	39, 58, 196
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В—О ^{3*}	62, 102, 191
	60	Н	59, 173, 191
Полипропилен	20	В	62, 83, 94
	60	В	173, 177
Полиизобутилен	90—100	В—Н ^{3*}	94, 115, 173
	20	О ^{2*}	62
Полистирол	60—100	Н	173
	20	Х—О ^{3*}	140, 177
50	Н ^{2*}	173	
Полиметилметакрилат	20—60	Н	140, 191
Поливинилхлорид	20	В—С ^{3*}	62, 102
	60	О—Н ^{3*}	59, 62, 102
Фторопласт-4	20—250	В	36, 59, 111
Фторопласт-3	20—100	В	179
Асбоянит	20	С—О ^{3*}	122
	60	О—Н ^{3*}	62
Пентапласт	До 120	С—О ^{4*}	29, 102, 163
Полиамиды	20	Н	140
Поликарбонаты	20—60	Н	140
Фенопласты	20—100	Н ^{5*}	62, 191
Замазки арзамт	20	Х—Н ^{3*}	122, 176
	60—100	Н	121

Примечания. ^{1*} В 90—98%-ной кислоте стойкость выше, чем в 70—85%-ной.

^{2*} В 90—98%-ной кислоте.

^{3*} С увеличением концентрации кислоты скорость коррозии увеличивается и стойкость понижается.

^{4*} Стойкость зависит от концентрации кислоты и температуры; изменение прочности достигает 25%, набухание не более 6—7%.

^{5*} В 75%-ной кислоте фенолиты стойки при 70 °C [102].

Продолжение

Материал	Температура, °C	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
полиэфирные	20—60	О—Н ^{1*}	176, 191
	100	Н	163
фурановые	25	С—Н ^{1*}	67, 125
	120	Н	125
эпоксидные	20—60	О—Н ^{1*}	125, 187
	100	Н	125, 187
Лакокрасочные материалы			
Битумные материалы	20—60	Н	194
Перхлорвиниловые лаки	20	О—Н ^{1*}	121
Фуриловый лак Ф-10	До 40	С ^{2*}	16
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—60	О—Н	41, 129, 163, 178
	СКН		
бутилкаучука	20—65	С—Н ^{1*}	34, 45, 129
	20	Н	116
полисульфидного	20—60	Н	116
	20	В ^{3*}	62
хлоропренового	70	О ^{3*}	62
	70—120	В ^{2*}	177
фторкаучука	20—70	В—Н ^{1*}	108, 129, 177
	20—30	Н	101, 177
ХСПЭ			
этиленпропиленового	20—30	Н	101, 177
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—100	В	122, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	122, 159
Ситаллы	20—200	С ^{4*}	53, 62
Керамика, фарфор	20—100	В	122, 159
Цементы (кроме гидравлического), бетоны, замазки	20—100	В	116
Прочие материалы			
Дерево	20	Н	122
Ангегмит, графит пропитанный	20—100	В—Н ^{5*}	62, 102, 177
Уголь	20—кип.	В	54

Примечания. ^{1*} С увеличением концентрации кислоты скорость коррозии увеличивается и стойкость понижается.

^{2*} Данные для 78—80%-ной кислоты.

^{3*} В 90—98%-ной кислоте.

^{4*} Проницаемость ситаллов в мм/год: 0,059 в 100%-ной кислоте при 20 °C, 0,25 в 92%-ной кислоте при 100 °C и 0,17 в 75%-ной кислоте при 200 °C.

^{5*} При концентрации кислоты более 75% ангегмит и графиты стойки при температурах не выше 80 °C [43, 177].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Сернистая кислота дымящая (олеум) $H_2SO_4 + SO_3$
(концентрация свободного SO_3 до 20%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,17—2,2 ^{1*}	62
	60	> 7,0	53
легированные типа			
X13	20	0,1—0,5	121
X21H5T, X18H10T	20—65	< 0,1 ^{2*}	119
X18H10T	100	1—3	119
X17H13M2T	20—65	< 0,1 ^{2*}	119
	100	0,1—1,0	62
0X23H28M3Д3Т	100	0,2—0,26	62
Чугуны			
серые	20	0,1—1,0	62
кремнистые	20	< 0,10	159
	60	1,0—3,0	159
	100	> 10	159
Алюминий	20	0,1—0,5	
Медь, латунь	20	> 10	121, 176
Бронзы			
алюминиевые	20	> 10	159
оловянистые	190	0,55	57
Никель, монель-металл	20	> 10	159, 176
Свинец	20	< 0,1	176
Тантал	20	0,0076	56
	70	2,34	56
	130	99,0	56
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	H	62, 191
Полипропилен	20—60	H	191
Полиизобутилен	20—60	H	62, 173
Полистирол	20	H	159
Полиметилметакрилат	20—60	H	159
Полвинилхлорид	20—60	H	62, 102, 191
Фторопласты	20—80	C	36
Асбестинил	20	H	122

Примечания. ^{1*} Скорость коррозии возрастает с увеличением содержания SO_3 от 0,17 до 18,0%.

^{2*} При содержании 60% SO_3 .

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Полиамиды	20	H	36, 173
Фенопласты	20—95	H	36, 125
Замаски арзамит	20	O	187
	100	H	187
Смоли			
полиэфирные	20—60	H	125
фурановые	20—120	H	36, 125
эпоксидные	20—95	H	125
Лакокрасочные материалы			
Битумные материалы	20—60	H	159
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20	O	187
	60	H	187
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	H	103
бутилкаучука	20	H	103
хлоропренового	20	H	103
фторкаучука	20	O—H	24, 103
ХСПЭ	20	H	103
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—60	B	
Стекло	20—60	B	
	100	O	54
Кислотоупорная эмаль	20—100	B	54
Керамика, фарфор	20—100	B	54
Цементы (кроме гидравлического), бетоны, замаски	20—100	B	54
Прочие материалы			
Дерево	20	H	
Антеймит	20	H	
Графит пропитанный	20	H	
Уголь	20—60	O—H	54, 109

Сернистая кислота H_2SO_3 (концентрация при 20 °С до 8,6%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	2,4—3,25	39
	20	1,0—3,0	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа			
X13	20	1—10 ^{1*}	11, 56
X17	20	0.1—3.0 ^{1*}	11, 119
X25, X28	20—50	0.1—1.0 ^{1*}	119
X13, X17, X25, X28	100	> 10	119
X21H5T, X18H10T	20	< 0.1	11, 119
X18H10T	100	0.1—3.0	11, 119
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20—100	< 0.1	10, 56, 119
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20	Не применимы	39
Алюминий			
	20	0.11—0.16	39, 119
	130	1.95	39, 119
Медь			
	20	< 0.1	39, 119
	100	> 10	39, 119
Бронзы			
алюминиевые	20	< 0.02	39
оловянистые	Кип.	> 10	1, 39
	20	0.1—1.0	146
	50—100	1.0—3.0	146
Латунь			
	20	< 0.1	39
Никель			
	20	От 0.5 до > 1.27 ^{1*}	146
Моноэлементы			
Сплавы типа H55X15M16B	20	2.46 ^{2*}	39
Свинец	20—100	0.1—0.5	146
Тантал	20	От 0.00 до < 0.1	39, 119
Титан	20	0.000	159
	20—200	< 0.13	58, 105, 119
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	B	140, 191
Полипропилен	20—60	B	173, 191
Полиизобутилен	20—60	B	173
Полиметилметакрилат	20	B	140
Поливинилхлорид	20—60	B	140

Примечания. 1* В насыщенных растворах скорость коррозии больше, чем в менее концентрированных.
2* В насыщенном растворе в присутствии кислорода.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласт-4			
	20—100	B	1, 3
Фторопласт-3			
	20—60	B	1, 3
Асбонит			
	20—60	B	12
Пентапласт			
	105	B	163
Полиамиды			
	20—60	H	3, 140
Фенопласты			
фаолит	20—кип.	B	159
текстолит	20—100	B	1, 40, 43
Замаски арзамит	20	B	54
Смолы	20—100	B	43, 135
полиэфирные	20	B	146
эпоксидные	20	B	146
Лакокрасочные материалы			
Битумные материалы			
	20—66	B	178
Перхлорвиниловые лаки и эмали			
	20—70	B	1
Резины на основе каучуков			
натурального	20—65	B	43, 129, 135
СКС	20—60	B—O ^{1*}	176
СКН	20—50	O	92, 129
бутилкаучука	20—80	C	129, 163
хлоропренового	20—50	C—H	128, 129, 159
ХСПЭ	20	X	163
	50	C—O	129, 163
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	C—H	121, 159
	20—кип.	B	1
Керамика, фарфор			
	20—кип.	B	1
Цементы, бетоны, замаски			
	20—кип.	B—H	1, 57, 109
Прочие материалы			
Дерево			
	20	O ^{2*}	159
Антемит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	B	43, 102

Примечания. 1* Стойкость зависит от концентрации раствора и температуры.

2* В разбавленных растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Соляная кислота HCl (концентрация до 5%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые легированные типа X13, X17	20	> 10	13, 39, 64
X25, X28	20	От 1,0 до > 10 ^{1*}	11, 119
X13, X17, X25, X28	20	1,0—10 ^{1*}	11
X21H5T	60 — кип.	> 10	11, 119
	20 — кип.	От 1,0 до > 10 ^{1*}	11, 119
X18H10T	20	0,1—3,0	11, 64
X17H13M2T	50—60	От 0,1 до > 10 ^{1*}	11
	20	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	10, 11, 119
	60	1,0—3,0	11
0X23H28M3Д3T	Кип.	> 10	8, 10
	20	От < 1,0 до 1,0	10, 11
	70 — кип.	От 1,0 до > 10 ^{1*}	10, 11
Чугуны			
серые	20	> 10	39, 64
кремнистые	20	0,08	39
	85	1,25	39
	Кип.	~ 10	39
Алюминий			
	20	От 3,0 до > 10 ^{1*}	39, 196
	50 — кип.	> 10	39, 64
Медь	20	0,04	39, 64
Бронзы алюминиевые	15	0,18	39
Медь, бронзы	20	От 0,1 до > 10 ^{2*}	196
	100	> 10	39, 64, 196
Латунь	20	1,2	64
	20	> 10	196
Никель	20	0,1—0,5	39, 146
	Кип.	> 10	64, 196
Монель-металл	20	0,12	39, 64
	100	1,0—3,4	64

Примечания. ^{1*} С увеличением концентрации от 0,5—1% до 5% скорость коррозии возрастает и стойкость понижается.

^{2*} В отсутствие воздуха стойкость выше, в присутствии кислорода скорость коррозии резко увеличивается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа H70M27Ф			
	20	0,01—0,036	
	60	0,12—0,33	
	100	0,15—0,29	
	Кип.	0,05—0,18	56
H55X15M16B			
	20	0,004—0,01	64
	20—70	< 0,1	10, 11
	Кип.	От 2,5 до > 10	64
Свинец			
	20	0,1—1,0 ^{1*}	121, 196
	100	1,0—3,0	159
Серебро			
	100	0,035	64
Тантал			
	20 — кип.	От 0,00 до < 0,001	64
Титан			
	60	0,003—1,08 ^{2*}	58, 196
	100	От 0,5 до > 20	58
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	146, 163, 194
Полипропилен	20—100	В	84, 173
Полиизобутилен	20—80	В	64, 173
Полистирол	20	В	177, 179
	60	С	177, 179
Полиметилметакрилат	20	В	55, 179
Полвинилхлорид	20	В	102, 194
	60	О	43, 102
Фторопласты	20—100	В	179
Асбовинил	20—100	В	54, 122
Пентапласт	До 120	В	163, 177
Полнамиды	20—60	Н	36, 173
Полкарбонаты	20	В	102
Фенопласты			
стеклопластики	20—65	В	125, 191
фаолит	20—100	В	54, 64, 122
текстолит	20	В	122
	100	С	64
Замзки арзамит	20	С	122

Примечания. ^{1*} В отсутствие воздуха стойкость выше, в присутствии кислорода скорость коррозии резко увеличивается.

^{2*} С увеличением концентрации от 0,5—1% до 5% скорость коррозии возрастает и стойкость понижается.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
кремнийорганические	20—40	С — О	64, 191
полиэфирные	20	В	117, 125, 177
фурановые	20—60	В — О	67, 108, 115
эпоксидные	20—60	С	35, 43, 163
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	42, 64, 86
Битумные материалы	20—60	С	64, 86, 194
Перхлорвиниловые лаки	20—60	С	64, 86
Фуриловый лак Ф-10	20—60	В	91
Резины на основе каучуков			
натурального	20—65	В	64, 72, 159
СКС	20—80	С	64
СКН	20—66	В	92
бутилкаучука	20—70	С	64, 163
полисульфидного	20	В	35
хлоропренового	20—60	В	64, 99
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20 — кип.	В	64, 159
Каменное литье	100	О	137
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	64, 85
Ситаллы	20—110	В	88
Шлякоситаллы	100	С — О ^{1*}	137
Керамика, фарфор	20 — кип.	В	64, 137
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{2*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	С — О ^{3*}	64, 131, 197
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	64, 62

Примечания. ^{1*} С увеличением концентрации от 0,5—1% до 5% скорость коррозии возрастает и стойкость понижается.

^{2*} Гидравлический и портландцементы нестойки.

^{3*} Стойкость зависит от сорта древесины и концентрации кислоты.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Соляная кислота HCl (концентрация 10—35%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	64
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—60	> 10	11, 119
X21H5T, X18H10T	20—60	> 10	11, 119
X18H10T	20	0,1—1,0 ^{1*}	9, 11, 13
X17H13M2T	20	1,0—3,0 ^{2*}	11, 119
	20	3,0—10 ^{3*}	10, 11
	60	От 3,0 до > 10	11, 119
0X23H28M3Д3T	20	1,0—10 ^{4*}	11, 119
	70 — кип.	> 10	11, 119
Чугуны			
серые	20	> 10	64
кремнистые	20	0,1—1,0	121, 159
	30—65	0,35—0,56	64
	80—85	1,1—9,6	39
	Кип.	> 10	12, 121
Алюминий	20	> 10	39, 64
Медь	20	0,25—4,1 ^{5*}	13, 39, 196
Бронзы			
алюминиевые	20	0,1—3,0 ^{6*}	13, 39
	20	1,5—3,9 ^{1*}	64
оловянистые	20—40	2,6—16 ^{1*}	64
Медь, бронзы	100	> 10	159, 196
Латунь	15	7,1 ^{3*}	13
Никель	20	0,2—2,0	64
Монель-металл	100	> 10	39
	20	0,53—2,58 ^{6*}	39
	100	> 10	159

Примечания. ^{1*} В 10%-ной кислоте.

^{2*} При концентрации до 20—30%.

^{3*} В концентрированной 35—37%-ной кислоте.

^{4*} С увеличением концентрации кислоты от 10 до 35% скорость коррозии увеличивается, стойкость понижается.

^{5*} В отсутствие воздуха, при наличии которого скорость коррозии резко возрастает.

^{6*} Минимальная коррозия в 10%-ной кислоте, максимальная — в 35—37%-ной кислоте.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценки стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	11, 119
	70	0,51—0,91	64
Н55Х15М16В	Кип.	0,3—0,44	64
	20	< 0,1	11, 119
	70	0,1—1,0	11, 119
Свинец	Кип.	> 10	11, 119
	20—100	> 10 ^{1*}	39, 196
Серебро	20	≤ 0,8	39
	100	0,18—2,5 ^{2*}	39, 159
Тантал	Кип.	> 10 ^{6*}	159
	20 — кип.	< 0,001	64
Титан	Кип.	< 0,1 ^{6*}	159
	20	0,1—0,58 ^{4*}	105
20—60	> 10	159	
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В — О	36, 63, 102
Полипропилен	20—90	В — О	63, 83, 94
Полиизобутилен	20—80	В — С ^{5*}	63, 173, 177
Полистирол	20	С	63, 102
	50	О	102, 173
Полиметилметакрилат	20—60	С — Н ^{2*}	36, 63, 163
Поливинилхлорид	20	В	36, 83, 102
	60	В — О ^{3*}	36, 63, 102
Фторопласт-4	300	В	84
Фторопласты	20—100	В	111, 140, 179
Асбонит	20—60	В — Х ^{3*}	122, 135
	100	Н	135
Пентапласт	20—120	В	29, 102, 177
Полиамиды	20	Н	3, 173
Подикарбонаты	20	С — О ^{3*}	3, 102

Примечания. 1* В атмосфере азота или водорода скорость коррозии при 20 °С—0,54, при 100 °С—0,30 мм/год в 10%-ной кислоте.
 2* Минимальная коррозия в 10%-ной кислоте, максимальная — в 35—37%-ной кислоте.
 3* С увеличением концентрации кислоты от 10 до 35% стойкость понижается.
 4* В 10%-ной кислоте.
 5* В концентрированной кислоте восток.
 6* В концентрированной 35—37%-ной кислоте.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценки стойкости неметаллических материалов	Литература
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	С — О	36, 125, 191
фаолит	20—100	В — Х ^{1*}	36, 43, 63
текстолит	20—100	С — О ^{1*}	54, 122
Замазки арзамит	20—100	В	12, 135
Смоли			
кремнийорганические полиэфирные	20—25	О — Н ^{1*}	125, 191
	20	В ^{2*}	89, 111, 191
фураровые эпоксидные	60—100	Х — О ^{1*}	125, 163, 177
	20—100	В — О ^{3*}	36, 108, 115
	20	В — Н ^{1*}	27, 125, 135
	60	С — Н	36, 43, 125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	36, 135
Битумные материалы	20	В	178
	60	В — Н ^{1*}	44, 86, 146
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В — Н ^{1*}	54, 86
	20—100	Н	16, 91
Резины на основе каучуков			
натурального СКС	20—60	В ^{4*}	36, 43, 129
	20	С ^{1*}	176, 181
СКН	60	О — Н ^{4*}	34, 129, 176
	До 65	С ^{1*}	129
бутилкаучука полисульфидного	65	О — Н ^{6*}	129, 163
	20—70	В — О ^{1*}	45, 129, 177
силоксанового уретанового	20—60	Н ^{7*}	135, 177
	20	Н	77, 129
хлоропренового фторкаучука	20	Н	129
	20—60	В — О ^{1*}	34, 128, 129
ХСПЭ	20—70	В	129, 177
	100—110	Х — Н ^{8*}	129, 177
этиленпропиленового	20—50	В	108, 129, 177
	93	Н	108
20—100	В — Х ^{4*}	101, 76	

Примечания. 1* С увеличением концентрации кислоты от 10 до 35% стойкость повышается.
 2* Стеклопластики на щелочных стеклянных тканях более стойки, чем на бесщелочных [11].
 3* Стойкость зависит от наполнителя: с коксом выше, чем с андезитом, стеклопластики стойки до 100—120 °С.
 4* При концентрации до 20—30%.
 5* В 10%-ной кислоте.
 6* Оценка различна, так как наименьше прочности не соответствует набуханию.
 7* По данным [77] в 10%-ной кислоте не набухают.
 8* Стойкость зависит от наполнителя: с белой сажей она ниже, чем с аэросилом.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20 — кип.	В	159
Каменное литье	100	Н	137
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	122, 146, 159
Ситаллы	20	В ^{1*}	53, 63
	100—110	С — Н	53, 63
Щелокситаллы	100	В ^{1*}	28, 137
Керамика, фарфор	20 — кип.	В	54
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{2*}	146, 159
Прочие материалы			
Дерево	20	О — Н ^{3*}	131, 159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	31, 43, 62

Фосфорная кислота H₃PO₄ (концентрация 10—90%)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Металлы и сплавы			
Стали	20	> 10	13, 121
углеродистые легированные типа X13	20—100	> 10	11, 56, 119
X17	20—50	0,1—10 ^{4*}	11
	80 — кип.	От 3,0 до > 10 ^{4*}	11
X25, X28	20—40	< 0,001	62
	70	< 0,01	62
	Кип.	От 0,1 до > 10 ^{4*}	62, 119
X21H5T	20—85	< 0,1	56, 119
	100	0,012—0,042	20
X18H10T	100—кип.	0,1—3,0	56, 119
X17H13M2T	Кип.	От 1,0 до > 10	56, 62, 119
X18H10T, X17H13M2T	20—85	< 0,1	62, 56, 119
OX23H28M3D3T	20 — кип.	< 0,1	119
	120	0,33—0,6 ^{5*}	62

Примечания. 1* Стойкость зависит от марки ситалла и концентрации кислоты.

2* Гидравлический и портландцементы нестойки.

3* С увеличением концентрации кислоты от 10 до 35% скорость коррозии увеличивается, стойкость понижается.

4* С увеличением концентрации кислоты стойкость понижается, скорость коррозии металлов возрастает.

5* В концентрированной 80—90%-ной кислоте.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны			
серые	20	> 10	13, 121
кремнистые	20	0,08	62
	Кип.	1,13—1,0	62
Алюминий	20	0,5—1,0 ^{1*}	62, 119
	50—100	> 10	62, 146, 196
Медь	20—75	< 0,5	13, 39, 62
	95 — кип.	От 0,5 до 9,0 ^{2*}	13, 62, 87
Бронзы			
алюминиевые	20	0,00—0,01	62
	90 — кип.	0,01—1,0 ^{3*}	62
оловянистые	20	0,00—0,08	39
	Кип.	0,11—0,46	39
Латунь	20	0,01—0,05	39, 130
	Кип.	0,48—0,8 ^{4*}	62
	Кип.	> 10 ^{5*}	39, 62
Никель	20	От < 0,1 до 1,0	13, 39, 62
	100	< 3,0	39
Монель-металл	20—60	< 0,1	13, 196
	100—кип.	От 1,0 до > 10	146, 159
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	0,005—0,02	39
	Кип.	0,04—0,06	39
H55X15M16B	20	0,001—0,002	39
	80	0,2—0,37	39
	100—120	0,13—0,46 ^{5*}	62
H70M27Ф, H55X15M16B	Кип.	От < 0,1 до 1,0	119
Свинец	20	≤ 0,08	62
	80—95	0,17—0,34	13, 196
	100—кип.	> 10	13, 62, 87
Серебро	20—70	0,00—0,007	13, 39, 62
	≥ 250	≤ 0,18	87
Тантал	20—100	0,00	56, 62
	180—200	< 0,005 ^{5*}	196
Титан	20	От < 0,005 до 0,25 ^{5*}	62, 56
	50—112	> 10	62, 106

Примечания. 1* В 10—20%-ных растворах кислоты.

2* В присутствии воздуха коррозия резко усиливается.

3* С увеличением концентрации кислоты стойкость понижается, скорость коррозии металлов возрастает.

4* В 40—80%-ных растворах кислоты.

5* В концентрированной 80—90%-ной кислоте.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20 50—80 60	В В О ^{1*}	36, 173 67, 65, 79 196
Полипропилен	20—100	В	62, 67, 94
Полиизобутилен	20—100	В	67, 65, 117
Полистирол	20—50	С	173
Полиметилметакрилат	20—60	В ^{2*}	140
Поливинилхлорид	20—60	С—О ^{3*}	62, 83, 102
Фторопласт-4	200	В	67
Фторопласты	20—100	В	3, 87, 140
Полиформальдегид	60	Н	67
Пентапласт	20—120	В—С ^{3*}	67, 163, 177
Полиамиды	20	Н	173, 177
Поликарбонаты	20—140	В	3, 67
Фенолпласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—100	В	36, 40, 67
текстолит	20—60	В—О ^{3*}	121
Замаски арзамит	20—100	В—О ^{4*}	43, 58, 122
Смоли			
кремнийорганические полиэфирные	20	С ^{5*}	191
фурановые	20—70	В	125, 163
эпоксидные	20—120 20 93—120	В ^{6*} В С—О ^{3*}	62, 116, 125 27, 138 67, 176, 177
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бякелитовые лаки	20 20	В ^{2*} Н ^{1*}	159 43, 135
Битумные материалы	20—60	В	146, 178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	86, 187
Фуриловые лаки	20—50	В	91

Примечания. 1* В концентрированной 80—90%-ной кислоте.

2* В растворах до 30%-ной концентрации.

3* С увеличением концентрации кислоты стойкость понижается, скорость коррозии металлов возрастает.

4* В 70%-ной кислоте нестойк.

5* Стеклопластики в 5%-ной кислоте.

6* При наполнении андеантом стойкость ниже, чем при наполнении графитом.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—60	В—О ^{1*}	34, 62, 129
СКН	20—65	С—Н ^{1*}	129
бутилкаучука	20—65	В	45, 129
полисульфидного	20—60	В—Н ^{1*}	77
силоксанового	20—70	Н ^{2*}	77, 177
уретанового	20	С	177
хлоропренового	20—70	В—О	34, 72, 177
фторкаучука	20—65	В	129, 177
	100	Х	24
ХСПЭ	20—95	В	108, 129, 177
этиленпропиленового	100	О	177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	38, 67, 87
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	С—О ^{3*}	122, 147
Ситаллы	100	Н	28, 53, 63
Шлакситаллы	100—кип.	В—О ^{3*}	137
Керамика, фарфор	20—100	С—Н ^{3*}	87, 122, 137
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	12, 187
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	С	131
Антегмит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	31, 62, 67
Фтористоводородная кислота HF (концентрация любая)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20 100	> 10—0,2 ^{4*} > 10	13, 59 146

Примечания. 1* Стойкость зависит от марки резины.

2* В 20%-ной кислоте стойки резины, наполненные белой сажей.

3* С увеличением концентрации кислоты стойкость понижается, скорость коррозии металлов возрастает.

4* При увеличении концентрации кислоты более 40—50% скорость коррозии уменьшается.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—100	> 10	12, 59, 119
X21H5T	20	> 10 ^{1*}	56, 119
X18H10T	20—100	От 1,0 до > 10 ^{2*}	56, 59, 121
	115	От < 0,1 до 1,0 ^{3*}	119
X17H13M2T	20—100	От 1,0 до > 10 ^{2*}	10, 56, 59
	115	От < 0,1 до 1,0 ^{3*}	119
OX23H28M3Д3T	20	0,1—3,0 ^{2*}	11, 56, 149
	65—100	От 1,0 до > 10 ^{2*}	11, 56
	115	От < 0,1 до 1,0 ^{3*}	119
Чугуны			
серые	20	От 5,0 до > 10	59, 121
кремнистые	20—100	> 10	39, 62, 121
Алюминий	20	> 10	13, 39, 121
Мель	20	0,08—0,89	13, 58, 196
	110	1,20 ^{1*}	13, 59, 196
Бронзы			
алюминиевые	20	0,05 ^{1*}	39, 59
	110	1,1—1,3 ^{1*}	13, 59
оловянистые	20	От 0,1 до > 10 ^{2*}	159
Латунь	20—100	0,1—1,0 ^{4*}	13
Никель	20—100	0,04—0,15 ^{2*}	59, 196
	115	0,08 ^{2*}	59
Моноль-металл	20	0,002—0,05 ^{2*}	59
	115	0,022—0,43 ^{2*}	59
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	< 0,1	119, 146
	70—100	0,1—1,0 ^{1*}	119, 146
H55X15M16B	20	< 0,1 ^{1*}	119, 159
	60—70	0,1—1,0 ^{1*}	119, 146, 159
	100	3,0—10 ^{1*}	10, 162, 159
Свинец			
	20—80	0,08—0,22	59, 196
	38	> 10 ^{5*}	13, 59
Серебро			
	20—кип.	< 0,1	159
Тантал			
	20—100	> 10	159
Титан			
	20—108	> 10	185

Примечания. ^{1*} Данные для кислоты до 40—50%-ной концентрации.
^{2*} Скорость коррозии возрастает при увеличении концентрации кислоты.
^{3*} В концентрированной кислоте (80% и выше) и ее парах.
^{4*} При высокой температуре возможно коррозионное растрескивание.
^{5*} В 98%-ной кислоте.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полнэтилен	20	В	59, 140, 191
	60	В—Н ^{1*}	59, 79, 140
Полипропилен	20	В	94, 140
	60	В ^{2*}	177
Полиизобутилен	20—60	В ^{3*}	43, 173
Полистирол	20—50	Х ^{3*}	173, 179
Полиметилметакрилат	20	Н ^{4*}	140, 191
Поливинилхлорид	20—60	В—Н ^{1*}	59, 102, 140
Фторопласт-4	20—100	В	3, 36, 59
	До 300	В	84
Фторопласт-3	20—60	В	3, 140
Асбовинил	20	Н	121
Пентапласт	20—120	В ^{5*}	102, 163, 177
Поликарбонаты	20	В ^{2*}	3, 102, 140
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	Н	125
фаолит	20—60	С—Н ^{6*}	36, 40, 121
текстолит	20	Н	121
Замазки арзамит	20—100	С ^{2*}	176, 193
Смолы			
полиэфирные	20—60	Н	89, 125
фурановые	20—100	С ^{7*}	36, 163
эпоксидные	20	С ^{7*}	36, 163
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—60	С ^{2*}	54, 163
	20	Н ^{3*}	159
Битумные материалы	20—60	В—Х ^{2*}	193
	20	Н ^{3*}	193
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В ^{2*}	187

Примечания. ^{1*} Стойкость понижается с увеличением концентрации кислоты.

^{2*} Данные для кислоты до 40—50%-ной концентрации.

^{3*} При концентрации кислоты более 80% стойки.

^{4*} По данным [36] в 20%-ной кислоте при 20 °С стоек.

^{5*} При концентрации кислоты более 60% температура применения понижается до 25 °С (для 100%-ной кислоты).

^{6*} Фаолит, наполненный графитом, стоек, асбестом—нестоек.

^{7*} Стеклопластики нестойки [125].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального	20—65	C — H ^{1*}	34, 43, 59
СКС	20—60	O — H ^{2*}	92, 129, 159
СКН	20—60	H	163, 170
бутилкаучука	20—95	B ^{3*}	70, 129, 163
полисульфидного	20—60	H	176
силоксанового	25	H	177
уретанового	20	H	177
фторкаучука	20—70	B	24, 129, 177
ХСПЭ	20—70	B — X ^{4*}	129, 140, 163
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	H	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	H	122, 159
Керамика, фарфор	20	H	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20	H	159—
Серный цемент	20—60	C ^{5*}	159
Прочие материалы			
Антеймит, графит пропитанный, уголь	20 — кип.	B ^{6*}	44, 62, 102, 177

Хлорная кислота HClO₄ (концентрация до 72%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20	1,0—3,0	
X18N10T	20	1,0—3,0	
X17N13M2T	20	1,5—3,2	
0X23N28M3Д3T	20	0,2—1,0	
Алюминий	20	> 10	
Медь, бронзы, латунь	20	> 10	

Примечания. 1* В зависимости от концентрации: резины стойки до 50%, эбониты в более концентрированной кислоте.

2* По данным [22] стойки в 10%-ной кислоте.

3* В растворах до 60%-ной концентрации.

4* Стойкость понижается с увеличением концентрации кислоты.

5* Данные для кислоты до 40—50%-ной концентрации.

6* В кислоте более концентрированной, чем 60%, применять не рекомендуется, в 43—60%-ной кислоте до 85 °С.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель, монель-металл	20	> 10	
Сплавы типа Н70М27Ф			
	20	0,24	
	60	0,29	
	Кип.	0,1—1,0	
Н55Х15М16В			
	20	0,0018	
	60	0,0459	
	100	0,154	
Тантал	20—130	0,00	
Титан	20	< 0,001	63
	60	0,015	
	100—130	0,047—0,088	
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен			
	20	B	140, 173, 191
	60	O — H	140, 173, 191
Полипропилен			
	20	B ^{1*}	173, 191
Полиизобутилен			
	20—60	C ^{1*}	173
Поливинилхлорид			
	20—60	B	140
Фторопласты			
	20—60	B	140
Смолы (стеклопластики)			
полиэфирные	20	B	125
фенольные	20—95	C	125
фурановые	20—120	C	125
эпоксидные	20—95	C	125
Резины на основе каучуков			
хлоропренового	25	H	128
фторкаучука	20	X	—
ХСПЭ	20	B	—
Неорганические материалы			
Кислотоупорная эмаль	Кип.	B	85
Прочие материалы			
Антеймит, графит пропитанный	20	B	

Примечание. 1* В 20%-ной кислоте.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

**Хлорноватая кислота HClO_3
(концентрация любая)**

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20	> 10	119, 159
X18H10T,	20	> 10	10, 56, 119
X17H13M2T			
0X23H28M3Д3Т	20	> 10	56, 119
	75	0,5	159
Чугуны серые	20	> 10	159
Алюминий	20	> 10	159
Мель, бронзы, латуни	20	> 10	159
Никель, монель-металл	20	> 10	159
Сплавы типа			
H70M27Ф	70 — кип.	0,1—1,0	11, 119
H55X15M16B	Кип.	От 1,0 до > 10 ^{1*}	119
H70M27Ф, H55X15M16B	20	< 0,1	11, 119, 159
Свинец	20	> 10	159
Серебро	20	> 10	159
Тантал	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	60	C ^{2*}	36
Полиизобутилен	20—60	B	36
	80—100	O—H ^{1*}	36
Поливинилхлорид	20—40	B	36, 102
	60	O	36, 102
Фторопласты	20	B	159
Полиамиды	20	H	36
Фенопласты	20	B—H	36, 159
Фурановые смолы	20	H	36
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	B	159
Битумные материалы	20	H	159

Примечания. 1* С повышением концентрации и температуры стойкость понижается.

2* В 1%-ной кислоте.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—60	X—H ^{1*}	36, 159
бутилкаучука	20—40	B	159
полисульфидного	20	H	159
хлоропренового	20—60	X—H ^{1*}	36, 159
ХСПЭ	40	B	159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	B	159
Керамика, фарфор	20	B	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	B ^{2*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	H	159
Графит пропитанный, уголь	20	H	159

**Хлорноватистая кислота HClO
(концентрация любая)**

Металлы и сплавы			
Тантал	0—150	0,000	56
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	C—H	3, 169
Полиметилметакрилат	20	B	187
	60	O	187
Поливинилхлорид	20—60	B	102, 140
Фторопласт-4	20—100	B	159
Фторопласт-3	20—60	B	140
Фенопласты	25	O	125
Стеклопластики	95	H	125

Примечания. 1* В разбавленной (1%-ной) кислоте эбониты стойки до 100 °С, резины до 60 °С, и 40%-ной растворяются уже при 20 °С [159].

2* Гидравлический и портландцементы нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Замазки арзамит	20	О	176, 187
	100	Н	176, 187
Смолы			
полиэфирные	20	В	125
фурановые	60	Х	176, 187
эпоксидные	25—120	Н	125
	20	О ^{1*}	176, 187
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20—60	О ^{2*}	187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	Н	149, 179
СКН, бутилкаучука	20	О	159
хлоропренового	20	О	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Кислотоупорная эмаль	20—100	В	159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—60	О	159
	100	Н	187

Хлорсульфоновая кислота $\text{SO}_2(\text{OH})\text{Cl}$
(с водой образует H_2SO_4 и HCl)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,1—1,0 ^{3*}	65, 180
	20—кип.	> 10	180
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20	> 10	11, 119, 159
X25, X28	20	> 10	119
X18N10T,	20	> 10 ^{4*}	39, 65, 119
X17N13M2T	20	< 0,1 ^{3*}	65

Примечания. ^{1*} Стеклопластики стойки [125].

^{2*} В 10%-ной кислоте асфальты, при 25 и 52 °С вполне стойки, каменноугольный лек стоек.

^{3*} В безводной 100%-ной кислоте.

^{4*} В 10%-ном растворе.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа	20	> 10 ^{1*}	39, 119
0X23N28M3Д3Т	20	< 0,1 ^{2*}	65
	Кип.	> 3,0 ^{2*}	65
Чугуны			
серые	20	0,1—1,0 ^{2*}	65, 159
	Кип.	> 10	159
кремнистые	20	< 0,1	65, 159
	60	0,1—1,0	159
	100	1,0—3,0	65, 159
Алюминий	25—60	0,1—1,0	65, 159, 180
Медь, бронзы, латунь	20—100	От 1,0	159
		до > 10 ^{3*}	
Никель, монель-металл	20—25	< 0,5 ^{2*}	65, 180
Сплавы типа			
Н70М27Ф	25	< 0,5	180
Н70М27Ф, Н55Х15М16В	До 100	< 0,1 ^{2*}	65
Свинец	До 100	> 3,0 ^{2*}	65
Серебро	20	< 0,1 ^{2*}	65
Тантал	До 100	< 0,1 ^{2*}	65
Титан	20	> 1,3	39, 119
	До 100	< 0,1 ^{2*}	65
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	Н	65, 140, 191
Полипропилен	20—60	Н	65, 94, 191
Полиизобутилен	20—60	Н	65, 173
Полистирол	20	Н	65, 159
Полиметилметакрилат	20—60	Н	140, 191
Полivinилхлорид	20	В—О	102, 140, 191
	60	Н	65, 140, 191
	20—100	В	65, 159
Фторопласты	20—60	Н	36, 65, 173
Полиамиды			
Фенопласты	20	Н	125
стеклопластики	20	С—Н	65, 159, 179
фаолит	20	Н	65, 159, 193
Замазки арзамит	20—60	Н	

Примечания. ^{1*} В 10%-ном растворе.

^{2*} В безводной 100%-ной кислоте.

^{3*} В отсутствии воздуха и влаги медь и ее сплавы стойки в чистой кислоте.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы полиэфирные эпоксидные	20	Н	125, 159
	20	Н	125, 159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60 100	В С—О ^{1*}	65, 159 65, 159
Битумные материалы	20—60	Н	65, 179, 193
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	С—Н ^{2*}	65, 129, 153
бутилкаучука	20	С	129
хлоропренового	20—60	Н	65, 140
ХСПЭ	20—60	Н	3
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	159, 180
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика	20	В	159
Фарфор	20—100	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	Н ^{3*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	В	65, 159
Хромовая кислота H₂CrO₄ (концентрация 10%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 40	<0,001 <0,051	37, 58 37, 58
легированные типа			
X13, X17	40	<0,1	11, 119
X25, X28	50	<0,1	119
X13, X17, X25, X28	Кип.	1,0—3,0	11, 119
X21H5T, X17H13M2T	20—50	<0,1	56, 119

Примечания. ^{1*} До 100 °С стойки только некоторые сорта лаков.

^{2*} Эбониты стойки, резины нестойки [129]; в 100%-ной кислоте эбониты и резины относительно стойки.

^{3*} Стойки только замазки на жидком стекле.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа			
X18H10T	20 40	<0,001 0,016	37 37
X18H10T, X17H13M2T OX23H28M3Д3T	Кип. 20—60 100	1,0—1,0 <0,1 0,1—1,0	11 119 159
Чугуны			
серые	20	1,24	37, 58
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20 60—70	0,17—0,28 0,3—0,63	37, 39, 58 39
Медь, бронзы, латуни	20	>10	39, 180
Никель	20 100	0,1—1,0 ^{1*} >10	119, 159 180
Монель-металл	20—50 20—50	Не применим <0,5 ^{1*}	39 159, 180
Сплавы типа			
H70M27Ф H55X15M16B	20—100 20—60	<0,5 <0,5	180 159
Свинец	20—100	<0,5	180
Серебро	20—кип.	<0,1	119
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	20—кип.	0,000	39, 119, 184
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20 60	В В—Н	163 44, 84, 140
Полипропилен	20—60	В	163, 177
Полиизобутилен	20—50	С ^{2*}	177, 194
Полистирол	20 50	С О	177 173, 177
Полиметилметакрилат	20	С—Н	36, 140, 163
Поливинилхлорид	20 60	В О	43, 102, 163 102
Фторопласты	20—60	В	43, 187
Асбовинил	20—60	Н	122
Пентапласт	66	С	177

Примечания. ^{1*} В разбавленных 5%-ных растворах.

^{2*} По данным [94] нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиамиды	20	О—Н	3, 173, 177
Поликарбонаты	20	В	3, 180, 177
Фенопласты			
стеклопластики	25	О	125
	95	Н	125
фаолит	20	О—Н	36, 122
текстолит	20	О	122
Замазки арзамит	20	С—О	43, 122
	60	Н	43
Смолы			
полиэфирные	20	В	163, 177
	70—100	О	163
фурановые	20—120	Н	36, 125
эпоксидные	20—100	Н	187
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	О	159
	60	Н	159
Битумные материалы	20—60	Н	44, 193
Перхлорвиниловые лаки	20	В	187
	60	Х	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—60	Н	36, 92, 129
бутилкаучука	20	В	129, 163, 177
полисульфидного	20	Н	77
силоксанового	20	Н	77
уретанового	20	Н	177
хлорпренового	20—60	Н	77, 128, 129
ХСПЭ	20—70	В	129, 177
этиленпропиленового	20—50	Н	76
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	159, 122
Керамика, фарфор	20—кип.	В	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{1*}	122, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	122, 159
Ангемит	20	В	121
Графит пропитанный, уголь	20—100	В ^{2*}	122, 159, 187

Примечания. 1* Гидравлический и поргланцементы нестойки.

2* При 150 °С графит нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Хромовая кислота H ₂ CrO ₄ (концентрация ≥ 50%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,007—0,02	37, 58
	60	0,92—5,55	37, 58
легированные типа			
X13	20	1,0—3,0	56, 119
X17	20	0,1—1,0	11
X13, X17, X25, X28	50 — кип.	> 10	11, 58, 119
X21H5T, X18H10T	Кип.	> 10	56, 11, 39
X18H10T	20	3,4—3,7	37
	20	< 1,0	11, 39, 58
X17H13M2T	20	< 0,1	11, 119
	Кип	От > 3,0 до > 10	11, 39, 58
OX23H28M3D3T	60	< 0,1	159
	100	0,1—1,0	159
Чугуны			
серые	20	8,9	37, 58
	Кип.	> 10	159
кремнистые	20 — кип.	< 0,1	39
Алюминий	20	0,63—0,94	58, 119
	70	3,69	119
Медь, бронзы, латуны	20	> 10 ^{1*}	159
Никель	20	0,005—0,031 ^{2*}	37, 58
	40	0,13—0,17 ^{2*}	37
Монель-металл	20—60	0,1—1,0	159
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	0,1—1,0	146
H55X15M16B	25—60	< 0,5	159
	90	1,0—3,0	146
Свинец	20—100	< 0,5	119, 146
Серебро	20	< 0,1	119
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	50	0,008	58
	Кип.	< 0,13	105, 119

Примечания. 1* По данным [37, 58] скорость коррозии меньше: 0,024—0,088 мм/год для меди и бронзы и 0,58 мм/год для латуны.

2* При увеличении концентрации кислоты от 40 до 60% скорость коррозии увеличивается и стойкость понижается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	140, 173, 191
	60	Н	36, 173, 191
Полипропилен	20—60	В	94, 140, 191
	100	Н	173
Полиизобутилен	20—60	О — Н	36, 173, 177
Полистирол	20—50	О	173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	36, 140, 191
Подвиный хлорид	20—40	С	43, 102, 191
	60	О	102, 191
Фторопласты	20—100	В	179, 187
Асбовинил	20	Н	122
Пентапласт	20	О	163
Полиамиды	20—60	Н	140
Фалит	20	Н	43
Замазки арзамит	20	О	122
	60	Н	43
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—60	О — Н ^{1*}	187
фурановые	25—120	Н	125
эпоксидные	20—100	Н	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	О ^{2*}	159
	60	Н	159
Битумные материалы	20—60	Н	193
Перхлорвиниловые лаки	20	Х	187
	60	Н	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	129, 159
бутилкаучука	20	О — Н ^{1*}	129
	60	Н	159
склоксанового	20	Н	129
уретанового	20	Н	129
хлоропренового	20	Н	140, 177
ХСПЭ	20—90	С	108, 129

Примечания. ^{1*} При увеличении концентрации кислоты от 40 до 60% скорость коррозии увеличивается и стойкость понижается.

^{2*} Могут применяться, но после предварительной экспериментальной проверки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	159, 180
Керамика	20—100	В	54, 159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	122
Антегмит	20	С	121
Графит пропитанный	20	Н	159
Уголь	20	О	159
Цианистоводородная кислота (синильная) HCN (концентрация любая)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10 ^{2*}	159
легированные типа X13	20	> 10	11, 119
X17, X25, X28	20	1,0—10 ^{3*}	11, 119
X18N10T	20—100	< 0,1 ^{3*}	11, 119, 165
	70	0,000	39
X17N13M2T, 0X23N28M3D3T	20—100	< 0,1	11, 119, 165
<i>Чугуны</i>			
серые	20	> 10 ^{2*}	159
кремнистые	20	< 0,1	12
Алюминий	20	< 0,1	186
Медь, латунь	20 — кип.	< 0,1	159
<i>Бронзы</i>			
алюминиевые	20	> 1,25	159
оловянистые	20 — кип.	< 0,1	159
Никель	20	< 0,1	159
Монель-металл	20 — кип.	< 0,1	159
<i>Сплавы типа</i>			
N70M27Ф	20	< 0,1	159
N55X15M16B	20	0,075—0,75	165

Примечания. ^{1*} Гидравлический и портландцементы нестойки.

^{2*} Применены для безводной кислоты.

^{3*} В насыщенном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20—100	От 1,0 до 10	57, 176
Серебро	20—100	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	20	> 10	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 173, 191
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	60	В	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	159, 187
Поливинилхлорид	20—60	В	140, 191
Фторопласт-4	20—100	В	140, 159
Фторопласт-3	20—60	В	140, 159
Полиамиды	20—60	В	140
<i>Фенопласты</i>			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—100	В	159
Замазки арзамит	20—120	В	187
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—60	В	125, 159
фурановые	25—120	В	125
эпоксидные	20—95	В	140, 176, 187
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—65	С	129
бутилкаучука	20—65	В	129
силоксанового	20—65	С	129
уретанового	20	Н	129
хлоропренового	20—65	С	129
фторкаучука	20—65	В	129
ХСПЭ	20—65	С	129

Примечание. 1* В чистой кислоте вполне стойко, в присутствии цианидов корродирует.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—100	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—150	В	159
Уголь	20	В	159
Соли и основания			
Алюминий азотнокислый (нитрат) кристаллогидрат $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ (водные растворы; концентрация до 43%)			
Металлы и сплавы			
Сталь углеродистые легированные типа X13	20	> 10	159
X17, X25, X28	20—90	< 0,1	119
X21H5T	Кип.	0,1—1,0	119
X18H10T	20—кип.	< 0,1	119
X17H13M2T	110—115	0,007 ^{1*}	58
X18H10T, X17H13H2T	20	< 0,1	58
X17H13H2T	110—115	0,0035 ^{1*}	58
OX23H28M3D3T	110—115	0,007 ^{1*}	58
Чугуны серые кремнистые	110—115	0,004 ^{1*}	58
Алюминий	20—кип.	< 0,1	119
серые	20—кип.	< 0,1	119
кремнистые	20	> 10	159
Алюминий	20	< 0,1	159
	50	0,27—0,57	39
	80	2,7—8,1	39
		0,04	196

Примечание. 1* При концентрации соли 140 г/л [80].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Медь	20	> 10	159
Никель, монель-металл	20	< 0.1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0.1	159
Свинец	20	< 0.1	159
Серебро	20	< 0.1	159
Тантал	20	< 0.1	159
Титан	110—120	0,02 ^{1*}	58
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	36
Полиизобутилен	20	В	159
Поливинилхлорид	20—40	В	36
Фторопласты	20—60	В	159
Фенопласты	20—60	В	36
Замазки арзамит	20	В	186
Смоли			
полиэфирные	20—65	В	125
фурановые	20—120	В	36, 58
эпоксидные	20—110	Н	58
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20 105—110	В С	159 58
	120	Н	58
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20—120	Н	58
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—65	В	36, 129
СКН	65	С—О ^{2*}	129
бутилкаучука	20—65	В	129
хлоропреенового	20—95	В	36, 128, 129
ХСПЭ	65	О	129

Примечания. 1* При концентрации соли 140 г/л [80].
2* Стойкость колеблется в зависимости от рецептуры резины и эбонитов.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры			
Стекло	20	В	159, 186
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	159, 186
Керамика, фарфор	20—кип.	В	159, 186
Цементы	20—100	Н	159, 186
Кислотоупорные бетоны и замазки	20—100	В	159, 186
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	В	159, 186
 Алюминий сернокислый (сульфат) Al₂(SO₄)₃ (водные растворы; концентрация до 26%)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
Стали			
углеродистые	20	> 10	39, 86, 176
легированные типа			
X13	20—кип.	От 3,0 до > 10	39, 130, 180
X17	20—50	< 0,1 ^{1*}	10, 11, 56
X25, X28	20	0,1—1,0	119
X17, X25, X28	Кип.	От 3 до > 10	10, 56, 119
X21H5T	20—кип.	< 0,1	11, 56, 119
X18H10T	20	< 0,1	56, 119
X17H13M2T	Кип.	От 3 до > 10 ^{2*}	11, 56, 119
OX23H28M3Д3Т	20—кип.	< 0,1	11, 56, 119
	20—100	< 0,5	119, 184
	Кип.	< 0,1	119, 184
Чугуны			
серые	20	> 10	121
кремнистые	20	0,1—1,0	39
	Кип.	< 3	39
Алюминий	20	0,04—0,086 ^{3*}	39, 196
	Кип.	> 10	39, 196

Примечания. 1* В 10%-ном растворе. 2* При увеличении концентрации раствора скорость коррозии возрастает.
3* В безводной и влажной соли пассив, скорость коррозии > 10 мм/год [39, 119].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Медь, бронза	20—100	< 0,1 ^{1*}	159, 180
Латунь	20	> 10	39, 159
Никель	20	< 0,1	39, 119
	100	От < 0,1 до 1,0 ^{1*}	119
Монель-металл	20	< 0,1	159
	35	0,05	39, 57
	115	0,41 ^{2*}	39, 57
Сплавы типа Н55Х15М16В	20	< 0,1	180
	100	< 0,5	180
Свинец	20—кип.	< 0,1	119
Серебро	20	< 0,1	159
	100	< 0,5	180
Тантал	20—кип.	0,000	39
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	С	36, 173
	70—100	О	36, 173
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20	В	36, 140
	60	О	140
Полвинилхлорид	20—40	В	36, 102
	60	С — О ^{3*}	102
Фторопласт-4	20—100	В	159
Фторопласт-3	20—60	В	140
Асбовинил	20	В	121
Полнамиды	20—60	В	16, 140, 173
Полнкарбонаты	20	В	102, 140
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	В	125
фаялит	20—100	В	40, 86
Замазки арзамит	20—100	В	121

Примечания. 1* В разбавленных растворах скорость коррозии больше, чем в концентрированных.

2* В процессе выпаривания.

3* В насыщенном растворе стойкость выше, чем в разбавленном [102].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смоли (стеклопластики) полиэфирные	20—65	В	125
	100	Х	142
фурановые	25—120	В	125
эпоксидные	25—95	В	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	140, 159
Битумные материалы	20—65	В	178, 186
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20—80	В	54
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—70	В	36
СКН	20—60	В	72, 155
бутилкаучука	20—80	В	72
полисульфидного	20—60	С — Н ^{1*}	77
хлоропренового	20—90	В	36, 72
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	186
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	54, 121, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	54, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	О ^{2*}	57, 159, 186
Антемит, графит пропитанный	20—кип.	В	31, 69
Уголь	20	В	159, 186
Алюминий уксуснокислый (ацетат) $Al(CH_3COO)_3$ (концентрация любая)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1	11, 119
X21Н5Т	Кип.	< 0,1	11

Примечания. 1* В зависимости от температуры, концентрации раствора и марки резины (например, герметик У-30М более стоек, чем герметик УТ-31).

2* Только в разбавленных растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X18H10T	20—кип.	< 0,1 ^{1*}	180
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3Т	20—кип.	< 0,1	11, 119
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20—90	0,000	39, 73
Алюминий	20	< 0,1	39, 73
	100	0,1—1,0	159
Медь, бронзы	20	< 0,05	180
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплав типа Н70М27Ф	20—100	< 0,5	180
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	В	36
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20	В	36
Поливинилхлорид	20	В	36
	60	Х	159
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фаялит	20—100	В	36, 40, 86
Замазки арзамит	20	В	186
Смолы			
полиэфирные	20	В	159
фурановые	20	В	36
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	54, 159
Битумные материалы	20	В	159

Примечание. 1* Данные для растворов; в твердой 100%-ной соли стойкость ниже.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального	20—65	В	129
СКС, СКН	20	В	159
СКН	65	С — О ^{1*}	129
бутилкаучука	20—90	В	129
силоксанового	65	С	129
хлоропренового	20—95	В	129, 159
ХСПЭ	65	С — Н ^{1*}	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159, 186
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54, 180
Керамика	20—кип.	В	54
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{2*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159, 186
Графит пропитанный, уголь	20	В	159, 186
Алюминий хлористый (хлорид) AlCl₃ (водные растворы; концентрация до 31,4%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—кип.	> 10	121
легированные типа X13	20—кип.	> 10	119
X17	20	3—10	119
X25, X28	20	1,0—3,0	119
X18H10T	Кип.	1,0—3,0 ^{3*}	119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20	< 0,1	119
0X23H28M3Д3Т	50	0,1—1,0 ^{3*}	11, 119
	20	< 0,1	146
	60	0,395	39, 109
	100	1—3	146

Примечания. 1* Стойкость различна в зависимости от рецептуры резины и эбонитов.

2* Гидравлический, серный и портландцементы нестойки.

3* Данные для разбавленных до 10% растворов. С повышением концентрации стойкость уменьшается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны серые кремнистые	20	> 10	159
	20—70	< 0,1	12, 121
	100	> 10 ^{1*}	12, 57, 121
Алюминий	20—100	> 10 ^{2*}	119, 180
Медь, бронзы	20—100	< 0,5 ^{3*}	146, 180
Латунь	20	> 10 ^{2*}	54
Никель	20	0,5—1,27	146, 180
Монель-металл	25—100	< 0,5	146, 180
	20	От 1,0 до > 10 ^{1*}	146
	50—90	> 10	146
Сплавы типа Н70М27Ф Н70М27Ф, Н5Х15М16В	Кип.	< 0,1	10
	20	< 0,1	119
	20	> 10	119, 121, 146
Свинец	20—кип.	< 0,1	12, 119
Серебро	20—150	0,000	39, 56, 196
Тантал	80—кип.	0,002—0,006	58, 105
Титан	95	0,11—0,15	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	63, 140
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В	43, 63
	100	О	43
Полистирол	20—60	В	63
Полиметилметакрилат	20	В	140
	60	С—О	63, 140
Полвинилхлорид	20—40	В	102, 140
	60	С—О ^{5*}	102, 191
Фторопласт-4	20—100	В	54
Фторопласт-3	20—60	В	140

Примечания. 1* По другим данным (39, 88) стойки и применимы при любой температуре.

2* В растворах не применимы; в безводной соли не корродируют.

3* Данные для 30%-ных растворов.

4* Данные для разбавленных до 10% растворов. С повышением концентрации стойкость уменьшается.

5* В насыщенном растворе стойкость выше, чем в разбавленном.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература	
Асбовинил	20	В	54, 122	
Полиамиды	20—60	В	140	
Поликарбонаты	20	В	102, 140	
Фенопласты	20—100	фволит	В	3, 36, 43
		текстолит	В	121, 122
Замазки алмазита	20—60	В	2, 63, 176	
Смолы	20—65	полиэфирные	В	125, 146
		фурановые	В	36
		эпоксидные	В	140
<i>Лакокрасочные материалы</i>				
Бакелитовые лаки	20—120	В	54, 140	
Битумные материалы	20—65	С	146, 178	
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20—60	В	121	
<i>Резины на основе каучуков</i>				
натурального, СКС	20—70	В	36	
СКН	20—60	В	92, 176	
бутилкаучука	20—100	В	146	
хлоропренового	20—70	В	36, 140	
ХСПЭ	20—80	В		
<i>Неорганические материалы</i>				
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	12, 54	
Стекло	20—100	В	54, 180	
Кислотоупорная эмаль	20—150	В	54, 121	
Керамика, фарфор	20—кип.	В	12, 54, 121	
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	122	
<i>Прочие материалы</i>				
Дерево	20	О ^{1*}	122, 159	
Антемит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	63, 122, 159	

Алюминия окись Al_2O_3 и гидроксид $Al(OH)_3$

Металлы и сплавы

Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159

Примечание. 1* В сухой соли и разбавленных растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13, X18H10T	20	< 0,1	159
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	20	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,1	159
Мель, бронзы, латуны	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	159
Полиизобутилен	20—60	В	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В	159
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фволит	20	В	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Алюмокалиевые квасцы $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
(водные растворы; концентрация до 10%)

Материалы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
углеродистые	20—кип.	> 10	146, 180
легированные типа X13	20	0,1—3,0 ^{1*}	119
X17	20	0,1—1,0	119
X17, X25, X28	20—90	0,1—1,0 ^{2*}	119
X13, X17, X25, X28	Кип.	> 10	56, 119, 10
X21H5T	20—кип.	< 0,1	10, 56
X18H10T	20—90	< 0,1	10, 56
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	Кип.	0,1—3,0 ^{1*}	10, 56, 119
	20—кип.	< 0,1 ^{2*}	10, 56, 180
Чугуны кремнистые	20—кип.	< 0,1	39
Алюминий	20	0,051	39, 119
Мель, бронзы	20—100	< 0,5 ^{3*}	146, 180
Никель	20	< 0,1	39, 119
	100	0,1—1,0	39
Монель-металл	20	0,1—0,5	39, 146
	75—150	> 10	180
Сплавы типа Н70М27Ф, Н55Х15М16В	20—70	< 0,5	146
	100—200	> 10	180
Свинец	20—100	< 0,5	146, 180
Серебро	20—100	< 0,5	180

Примечания. ^{1*} В зависимости от концентрации раствора.
^{2*} Скорость коррозии стали X17 при 90 °С и X17H13M2T при кипении до 3 мм/год.
^{3*} В отсутствие кислорода воздуха.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 191
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В	173
	100	Х	193
Полистирол	20—60	В	140
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Фторопласт-4	20—100	В	176
Фторопласт-3	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	102
Фенопласты			
фасолит	20—100	В	40, 54
текстолит	20	В	54
Замаски арзамит	20—100	В	54, 186
Смолы			
полиэфирные	20—кип.	С	125, 142
фурановые	20—60	В	140
эпоксидные	20—100	В	146, 176
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20—60	В	178
	100	О	193
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20—60	В	54
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—60	В	159, 176
бутилкаучука	20—80	В	70, 159
хлоропренового	20—90	В	186, 193
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159, 186
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54, 146, 180
Керамика	20—кип.	В	54, 193
Фарфор	20	В	159, 186
Цементы, бетоны, замаски	20—100	В	186
	Кип.	О	54

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	54, 186
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	34, 69, 159

Аммоний азотнокислый (нитрат) NH_4NO_3
(водные растворы; концентрации при 20 °С до 64%)

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	0,6—0,8 ^{1*}	113
легированные типа X13	20	0,002	82
	80	0,06—0,09	82
	Кип.	0,33—0,36	82
X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1 ^{2*}	119
X21H5T	Кип.	< 0,1	11, 119
X21H5T, X17H13M2T	Расплав	< 0,1	11, 119
X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	0,001—0,0065 ^{3*}	82
OX23H28M3D3T	20—кип.	< 0,1	119
<i>Чугуны</i>			
серые	20	0,2—1,3 ^{1*}	113
кремнистые	20	0,0033	39
Алюминий	20—кип.	0,004	39
	Расплав	0,006	39
Медь, бронзы, латунь	20	> 10	180
Никель	20	< 0,1	39
	100	< 3,0	39
Монель-металл	20	> 10	39
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	180
Свинец	20	> 10	12, 180
Серебро	20—кип.	0,1—3,0 ^{4*}	159
Тантал	20—кип.	0,000	56
Титан	20—70	< 0,1	119
	Кип.	< 0,13	105

Примечания. 1* С увеличением концентрации раствора скорость коррозии резко возрастает.

2* В растворе, насыщенном при повышенной температуре, скорость коррозии до 1,0 мм/год.

3* Для стали X18H10T возможна межкристаллитная коррозия [183].

4* Нейтральные растворы при 20 °С коррозии не вызывают, но при кипении они имеют кислую реакцию и становятся агрессивными.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—100	В	173
Полиизобутилен	20—100	В ^{1*}	173, 177
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—40	В	36, 102
	60	В—О	36, 140
Фторопласт-4	20—100	В	3, 54
Фторопласт-3	20—60	В	3, 140
Асбонитил	20	В	121
Пентапласт	До 120	В	159
Полиамиды	20—60	В	3, 140
Поликарбонаты	20	В	3, 140
<i>Фенопласты</i>			
стеклопластики	25	В	125
фаолит	20—40	В	36
Замазки арзамит	20—100	В	254
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—95	В	36, 89
фурановые	20—кип.	В	36, 125
зноксидные (стеклопластики)	20—95	В	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	140, 159
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	54
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—60	В	36, 159
СКН	20	В	92, 159
бутылкаучука	20—60	В	70, 72
силоксанового	20	О ^{2*}	52
уретанового	20—60	В	140
хлорпренового	20—90	В	36, 70
ХСПЭ	20—80	В	127

Примечания. 1* В насыщенных растворах.
2* В концентрированном растворе набухания за 24 часа 5,0—5,8%.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159, 186
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54, 159, 186
Керамика	20—кип.	В	122, 159, 193
Фарфор	20	В	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159, 193
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	186
Графит пропитанный	20—150	В	180, 193
Уголь	20	В	69
Аммоний бромистый (бромид) NH ₄ Br (водный раствор; концентрация при 20 °С до 43%)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10	86, 180
легированные типа X13	20	1,0—3,0	180
	50	> 10	11, 119
X17, X25, X28	20	0,1—1,0	159
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	50	< 0,1 ^{2*}	10, 11, 56
X18H10T	20	0,1—1,0	180
	100	> 10	
	20	< 0,1	9
X17H13M2T	50—100	0,1—1,0	11, 56, 119
OX23H28M3Д3T	20	< 0,1	159
	100	0,1—1,0	
<i>Чугуны кремнистые</i>			
	20	< 0,1	
	100	0,1—1,0	
Алюминий	20—кип.	0,1—1,0 ^{3*}	119, 159
Медь, бронзы	20	0,1—1,0 ^{4*}	159

Примечания. 1* Гидравлический, серпич и портландцементы нестойки.

2* В разбавленных 1—5%-ных растворах.

3* В кипящих растворах коррозии точечная.

4* По данным [180] в 10%-ных растворах медь и ее сплавы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель, монель-металл	20 100	< 0,1 0,1—1,0	159 159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0,1	180
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20—115	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—40	В	36
Полиизобутилен	20—40	В	36
Полиметилметакрилат	20—60	В	36
Поливинилхлорид	20—60	В	36
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фаолит	20	В	36
Смолы			
полиэфирные	20	В	159
фурановые	20	В	36
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—70	В	36, 186
СКН, бутылкаучука	20	В	54, 159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159, 186
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кнп.	В	54, 186
Керамика, фарфор	20—100	В	159, 186
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	54, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В ^{2*}	54, 159
Графит пропитанный	20—100	В	159, 180
Уголь	20	В	159

Примечания. ^{1*} Гидравлический, серый и портландцементы нестойки.

^{2*} В сухой соли и разбавленных растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Аммоний надсерникоксидный (персульфат) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ (водные растворы; концентрация при 20°С до 37%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—40	> 10	63
легированные типа	20	0,002—0,006	82
X13	80	> 10 ^{1*}	82
X17	Кнп.	1,0—10	119
X17, X25, X28	20	< 0,1	11, 119
X21H5T	20	0,009	20
	100	1,4	20
X18H10T	Кнп.	< 0,1	119
X18H10T,	20—80	0,008	82
X17H13M2T			
Алюминий	20	> 10	180
	30—40	0,78 ^{2*}	63
Медь, бронзы, латунь	20	> 10	12, 180
Никель	20—100	Применим ^{3*}	159
Монель-металл	20	> 10	12, 159, 180
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,5	180
Свинец	20	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	94, 140
Полиметилметакрилат	20	В	140
Поливинилхлорид	20—40	В	36, 102
	60	В—О ^{4*}	102
Фторопласты	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	140
Фенопласты	20	В	36
Замазки арзамит	20—60	В	54, 186

Примечания. ^{1*} В 40%-ном растворе; в 4%-ном скорость коррозии 0,03—0,095 мм/год.

^{2*} В 5%-ном растворе.

^{3*} Применяется в случае кислой реакции раствора (159).

^{4*} В насыщенных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
полиэфирные	20—60	В	89, 186
	100	Х	142
фурановые	20	В	36
Лакокрасочные материалы			
Битумные материалы	20—65	В	178
Резины на основе каучуков			
натурального	20—60	В	159
СКС, СКН, бутилкаучука	20	В	42
хлоропренового	20—70	В	128
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159, 186
Стекло, керамика	20—100	В	186
Кислотоупорная эмаль	20	В	159, 186
Цементы, бетоны, замазки	20—60	В	54, 186
Прочие материалы			
Дерево	20	Н	159
Графит пропитанный	20—150	В	180
Уголь	20	В	186
Аммоний сернистый (сульфид) (NH₄)₂S (концентрация любая)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	12, 180
легированные типа X13	20	< 0,1	185
X18H10T, X17H13M2T	20	< 0,1	180
Чугуны			
серые	20	0,1—1,0	
кремнистые	20	< 0,1	
Алюминий	20—100	0,000	39, 119
Медь, бронзы	25	> 1,3	159
Латунь	20	> 10	159
Никель	20	0,1—1,0	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Монель-металл	25	< 0,5	180
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	0,1—1,0	159
Серебро	20	> 10	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В	159, 162
	100	О	162
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 140
Поливинилхлорид	20—40	В	36, 140
	60	Х	36
Фторопласты	20—60	В	140
Пентапласт	До 105	В	
Поликарбонаты	20	С — Н	3, 102, 140
Фенопласты	50—100	С	36, 40, 102
Замазки арзамит	20—100	В	186
Смоли			
полиэфирные	20—100	В	186
фурановые	100	С	36
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	Н	159
Битумные материалы	20—60	В	186
Резины на основе каучуков			
натурального	20—70	В	36, 186
СКС, бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20—60	В	159
	83	О	128
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159, 186
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	54, 159, 186
Керамика, фарфор	20	В	54, 186
Цементы, бетоны, кислотоупорные замазки	20—100	В	159, 176

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	159, 186
Графит пропитанный, уголь	20	В	186
Аммоний сернистокислый (сульфит) (NH ₄) ₂ SO ₃ ·H ₂ O (водные растворы; концентрация при 20 °С до 44%)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10 ^{1*}	159, 180
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1 ^{2*}	11, 119, 180
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 119
0X23H28M3D3T	20—кип.	< 0,1	159
<i>Чугуны</i>			
серые	20	> 10 ^{1*}	
кремнистые	20	< 0,1 ^{2*}	39
	100	< 1,0 ^{2*}	39
Алюминий	20	< 0,5	180
Медь, бронзы	20	0,1—10 ^{3*}	159, 180
Никель, монель-металл	20	> 10	12, 180
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20—100	< 0,1	159
Серебро	20—кип.	0,1—3,0	159
Тантал	20—кип.	< 0,1	
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159, 186
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20	В	159, 186
Поливинилхлорид	20	В	159, 186
Фторопласты	20—60	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
Замочки арамид	20	В	159
Полиэфирные смолы	20	В	159

Примечания. 1* При pH > 8 коррозия незначительна.

2* Данные для насыщенных растворов.

3* Стойки только в нейтральных растворах при обычных условиях.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159, 186
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—50	В	159
бутилкаучука	20—60	В	159
хлоропренового	20—60	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159, 186
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	159, 186
Керамика, фарфор	20—100	В	159, 186
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—100	В	180, 186
Уголь	20	В	159

Аммоний сернистокислый (сульфат) (NH₄)₂SO₄
(водные растворы; концентрация при 20 °С 43%)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	0,05—0,25 ^{2*}	113
	100	> 10	180
<i>легированные типа</i>			
X13	20	От < 0,1 до 1,0	63, 119
	Кип.	От 3 до > 10	11, 56, 119
X17, X25, X28	20	< 0,1	119
	Кип.	3—10	119
X21H5T	20	< 0,001	20, 107
	100	0,003—0,008	20
X18H10T	50—75	< 0,005	107
	Кип.	< 0,1	11, 56, 63
X17H13M2T	60	0,017	63
X17H13M2T, 0X23H28M3D3T	20—100	< 0,1	11, 56, 186

Примечания. 1* Гидравлический, серный и портландцементы нестойки.

2* В 30—50%-ных растворах коррозия минимальна, в 5%-ном максимальна.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны			
серые	20	От 1 до > 10 ^{1*}	159
кремнистые	20—60	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,01 ^{2*}	39, 63
Медь	20	0,26	63, 119
	40	0,56	63
Бронзы			
алюминиевые	20	0,034 ^{4*}	39
	40	0,06 ^{4*}	39
оловянистые	20—40	0,26—0,56	39
Медь, бронзы	100	> 10 ^{3*}	159
Латунь	20	> 10	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	39, 63, 119
	100	0,1—1,0	39, 119, 180
Монель-металл	20—40	0,04—0,05 ^{4*}	39
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	180
	100	< 1,0	180
Свинец	20	0,00	39, 119
	50	0,07	39, 63, 119
	110	0,9	
Серебро	20	< 0,1	119
Титал	20—100	< 0,001	56
Титан	20—кип.	< 0,13	105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—100	В	140, 173
Полиизобутилен	20—100	В	36, 173
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 140
Поливинилхлорид	20—40	В	36
	60	О	36
Фторопласт-4	20—100	В	176
Фторопласт-3	20—60	В	140
Пентапласт	20—120	В	78
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	102, 140

Примечания. 1* В 30—50%-ных растворах коррозия минимальна, в 5%-ном максимальна.

2* Коррозия имеет точечный характер [39]. В кислых растворах алюминий корродирует.

3* В концентрированных (> 30%) растворах,

4* В 10%-ных растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фенопласты			
стеклопластики	25	В	125
фаслит	20—100	В	36, 180
текстолит	20	В	54
Замзки арзамит	20—100	В	36, 180
Смолы			
полиэфирные	20—100	В	47, 140
фурановые	25—120	В	36, 125
эпоксидные	25—95	В ^{1*}	125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	140
Битумные материалы	20—60	В	159
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20—60	В	54
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—60	В	72, 159
бутилкаучука	20—60	В	70, 155
уретанового	20—60	В	140
хлоропренового	20—60	В	18, 36, 70
	100	Х	70, 155, 186
ХСПЭ	20—80	В	140
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—100	В	164, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	1, 122, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	1, 122, 159
Цементы, бетоны, замзки	20—100	В	1, 159, 176
Прочие материалы			
Дерево	20	С	1, 159
Антермит, уголь	20—кип.	В	69, 86
Графит пропитанный	20—100	В	69, 159

Примечание. 1* По данным других авторов [44] стойкость ниже.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Аммоний углекислый (карбонат) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 20%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	<0,1 ^{1*}	146, 159, 180
легированные типа X13	100	0,1—1,0 ^{1*}	146, 180
X17, X25, X28	Кип.	<0,5	180
X13, X17, X25, X28	Кип.	>10	119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20	3—10	119
X18H10T	20	<0,1	11, 119
X17H13M2T	20	<0,1	11, 119
X18H10T	Кип.	3—10	119
X17H13M2T	Кип.	1,0—3,0	119
X18H10T, X17H13M2T	100	0,1—1,0	180
OX23H28M3D3T	20	<0,1	146
Чугуны			
серые	20	<0,1	159
кремнистые	20	0,1—1,0 ^{1*}	159
Алюминий	20—100	<0,1	146, 159
Медь, бронзы, латунь	20	>10	146, 159, 180
Никель	20	<0,1	119
	Кип.	>10	119
Монель-металл	20—100	<0,1	159, 185
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	<0,5	146, 180
Свинец	20—100	<0,1	159, 185
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	20—100	0,000	1, 39
Титан	20	<0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полинзобутилен	20—60	В	70, 186

Примечания. ^{1*} В растворах с pH > 7. В растворах нестойки.
^{2*} В кислых растворах алюминий нестойки (185).

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В	1, 102
Фторопласты	20—60	В	3, 140
Полиамиды	20—60	В	3, 140
Фенопласты			
фаолит	20—100	В	1, 40, 159
текстолит	20—80	В	54
Замазки арзамит	20	В	54, 186
Смолы			
полиэфирные	20	В	142
	60	О	142
	10	Н	142
эпоксидные	20—100	В	146
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—60	В	159, 186
Резины на основе каучуков			
натурального	20—60	В	72, 146
СКС	20	С	159
СКН	20—50	С—Н	146, 159, 181
бутилкаучука	20—90	В	70, 146
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	180, 186
Кислотоупорная эмаль	20	В	1, 159
Керамика, фарфор	20—100	В	1, 159, 186
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	159
Прочие материалы			
Дерево	20—60	С	54, 159
Графит пропитанный	20—100	В	159, 180
Уголь	20	В	69

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Аммоний уксуснокислый (ацетат) $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 60%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	От <0,1 до 0,15	58, 159
легированные типа			
X13, X17, X25, X28,	20	< 0,1	159
X21H5T	20-100	< 0,001	20
X18H10T	100	0,002	20, 159
X18H10T,	20	0,000	58, 159
OX23H28M3D3T			
X17H13M2T	20	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20	< 0,1 ^{1*}	159
	20	8,73	58
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	0,007	58
Медь	20	0,178 ^{2*}	58
Бронзы алюминиевые	20	0,238 ^{2*}	58
Латунь	20	0,187 ^{2*}	58
Никель	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20-100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Фенопласты	20	В	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159

Примечания. ^{1*} В растворах со щелочной реакцией.
^{2*} В 33,3%-ном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20-65	В ^{1*}	129
СКН	65	С-О ^{2*}	129
бутилкаучука	До 90	В	129
силиконового	65	С	129
хлоропренового	20-65	В	129
ХСПЭ	65	О-Н ^{2*}	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20-100	В-Н ^{3*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Аммоний фосфорнокислый (фосфат) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 40%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,5 ^{4*}	12, 180
легированные типа			
X13	Кип.	> 10	119
X17, X25, X28	Кип.	3-10	119
X13, X17, X25, X28	20	< 0,1 ^{5*}	119
X18H10T	Кип.	1-10	119
X17H13M2T	Кип.	0,1-3,0	119
X21H5T, X18H10T,	20	< 0,1	119
X17H13M2T			
OX23H28M3D3T	20	< 0,1	159
	100	0,1-1,0	180

Примечания. ^{1*} Эбониты стойки до 95 °С.

^{2*} В зависимости от рецептуры резины.

^{3*} Гидравлический, серый и портландцементы нестойки.

^{4*} В разбавленных до 10% растворах, в 30%-ных нестойки.

^{5*} В нейтральных растворах; при кислотной реакции скорость коррозии резко возрастает: для сталей X13 более 10 мм/год, для X25 до 1,0-3,0 мм/год.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны			
серые	20	0,1—1,0	159
кремнистые	20	Не применимы	1, 39
Алюминий	20	0,027—0,23 ^{1*}	1, 39, 119
	60	0,7—25 ^{1*}	1, 39, 119
	100	>10	180
Медь, бронзы алюминиевые	20	1,0—3,0	159, 176
Бронзы оловянистые	20	0,1—1,0	159
	100	1,0—3,0	159
Латунь	20	<0,1 ^{2*}	159
Никель, монель-металл	20	<0,1	1, 39, 176
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20	≤0,5	176, 180
Серебро	20	0,1—1,0	159
	100	1,0—3,0	159
Тантал	20—100	<0,1	159
Титан	20	<0,1	159
	Кип.	>10	12, 54
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—100	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—80	В	36
Полистирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В	1, 62, 114
Фторопласты	20—100	В	1, 140
Полиамиды	20—60	В	140
Фенопласты	20—120	В	1, 36
Замазки арзамит	20	В	186
Смоли			
полиэфирные	20	В	159
фурановые	20—100	В	36
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Белитовые лаки	20—120	В	1, 159
Битумные материалы	20	В	159, 186

Примечания. 1* Наименьшая скорость коррозии в 3%-ых растворах, наибольшая в 10%-ых.
2* В отсутствие воздуха в 2—8%-ых растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—70	В	36
СКН	20—65	В	1
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20—90	В	36
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	
	Кип.	Х	
Стекло, кислотоупорная	20—100	В	159
эмаль			
Керамика	20—кип.	В	1, 186
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{1*}	159, 186
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	62, 69

Аммоний фтористый (фторид) NH_4F
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 42%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,05—0,08 ^{2*}	59, 114
	50	0,12—0,4 ^{2*}	59, 114
	80	2,9—3,5 ^{2*}	59, 114
легированные типа			
X13	20—50	0,19—0,22	59
X18H10T	50	0,025	59
	70	0,04	59
X18H10T,	90	0,23—0,25	59
X17H13M2T	115	0,035 ^{3*}	59
OX23H28M3D3T	70	0,10	59
	90	0,013	59
	115	0,12 ^{3*}	59
Расплав		1,0	59

Примечания. 1* Гидравлический цемент нестойк.
2* По данным [39] углеродистые стали не применимы.
3* В 80%-ном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	50—90	< 0,05	59
	115	0,54	59
Медь, латунь	50	0,58—0,60 ^{1*}	59
Бронзы	20	0,1—1,0	159
Никель	50	0,02 ^{2*}	59
	70	0,009	59
	90	0,013	59
Мопель-металл	20—100	< 0,1	59, 159
	115	0,23 ^{2*}	59
Свинец	70	0,05	59
	90	0,08	59
	115	0,20 ^{2*}	59
Серебро	20	От 0,1 до > 10 ^{3*}	159
Тантал	20	> 10	159
Титан	20—60	< 0,1	59, 159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В	36
	100	О	36
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20	В	62, 102
	60	О	62, 102
Фторопласты	20—60	В	140
Пентапласт	20—120	В	78
Поликарбонаты	20—60	Н	102, 140
Фенопласты	20—60	С	36
Смоли			
	полиэфирные фурановые	20 20—80	В В
Лакокрасочные материалы			
Бакелистые лаки	20	В ^{4*}	159

Примечания. ^{1*} По данным [39] в растворах медь и бронзы не при-
меняются.

^{2*} В 80%-ном растворе.

^{3*} В растворах, имеющих щелочную реакцию, серебро нестойко.

^{4*} Только в кислых растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20	В	36
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная	20	Н	159
эмаль			
Фарфор	20	В ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—170	В	159
Уголь	20	В	159

Аммоний хлористый (хлорид) NH_4Cl
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 27%)

Металлы и сплавы			
Стали			
	углеродистые легированные типа X13	20—100	> 10
X13	20	0,1—1,0 ^{2*}	56, 63, 119
	90	1,0—3,0 ^{2*}	56, 63, 119
X17	Кип.	> 10	11, 56
	90	0,1—1,0 ^{2*}	56, 63, 119
X17, X25, X28	90—кип.	От 1,0 до > 10 ^{3*}	11, 38, 56
	20	< 0,1	56, 63, 119
X21H5T	90—кип.	0,1—1,0 ^{2*}	56, 63, 119
	Кип.	От 3 до > 10 ^{3*}	56, 119
	20	< 0,01	20
	90—кип.	< 0,1	20, 56
	Кип.	3—10	56

Примечания. ^{1*} В растворах со щелочной реакцией.

^{2*} В разбавленных до 10% растворах.

^{3*} В зависимости от концентрации раствора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X18H10T X17H13M2T	Кип.	1—10 ^{1*}	56, 63
	20—90	< 0,1	56, 63
0X23H28M3Д3Т	Кип.	От 0,1 до 3 ^{1*}	56, 63
	20—100	< 0,1	38, 56
	Кип.	От < 0,1 до 1,0 ^{1*}	38, 56
Чугуны			
серые	20—100	> 10	38
кремнистые	20	< 0,1	121, 159
	100—кип.	0,1—1,0	12, 121
Алюминий	20	0,03 ^{2*}	1, 39, 63
	100	> 10	122, 180
Медь	20—70	< 0,5 ^{2*}	38, 146
	25—100	> 10	119
Бронзы			
алюминиевые	20—100	> 10	1, 180
оловянистые	20	0,36 ^{3*}	39
	20—40	1,8—3,8	39, 63
Латунь	20	0,06 ^{3*}	39
Никель	20—100	< 1,0	38, 63
Монель-металл	20—90	0,3—0,5	39
Сплавы типа			
H70M27Ф	20—100	< 0,5	1, 180
H55X15M16B	Кип.	< 0,1	56, 119
Свинец	20—100	0,1—3 ^{1*}	121, 196
	100	0,000 ^{2*}	1, 39, 63
Серебро	20—100	< 0,1	159
	Кип.	0,025 ^{2*}	1
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	35—60	< 0,002	58
	100	< 0,13	39, 63, 105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—100	В	140, 173, 191
Полипропилен	20—60	В	140, 191
Полиизобутилен	20—100	В	1, 177

Примечания. 1* В зависимости от концентрации раствора.
2* В разбавленных до 10% растворах.
3* В 3% ном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20—60	В	1, 140
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—40	В	1, 36, 102
	60	В—О	39, 102, 140
Фторопласт-4	20—100	В	1
Фторопласт-3	20—60	В	140
Полиформальдегид	60	В ^{1*}	102
Асбонинил	20	В	122
Пентапласт	20—120	В	78
Полиамиды	20—60	В	36, 140
Поликарбонаты	20	В	102, 140
Фенопласты			
стеклопластики	25	В	125
фалит	20—100	В	40, 122
текстолит	20—80	В	121
Замазки арзамит	20—100	В	40, 122, 159
Смолы			
полиэфирные	20—100	В	36, 47, 159
фурановые	25—120	В	91, 125
	Кип.	В	36
эпоксидные	20—100	В	125, 140, 176
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	86, 159
Битумные материалы	20—65	В	178
	80	О	1
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20—60	В	86
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—80	В	1, 36
СКН, бутилкаучука	20—60	В	70, 146
полисульфидного	20	В—О	36, 156, 176
хлоропренового	20—90	В	1, 36
ХСПЭ	20—80	В	
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	12, 54, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	85, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{2*}	122, 159

Примечания. 1* В разбавленных до 10% растворах.
2* Гидравлический цемент нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В ^{1*}	159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	31, 122, 159
Аммония гидроокись NH ₄ OH (концентрация до 26—30%)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	0,004—0,008	1, 19
	50	0,03—0,06	19
	100—кип.	0,1—1,0	12, 180
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—100	< 0,1	1, 119
X18N10T	20	0,01—0,05	33, 146
X18N10T, X17N13M2T	20—кип.	< 0,1	119
0X23N28M3D3T	20—100	< 0,1	39, 119
<i>Чугуны</i>			
серые	20	< 0,1	12, 159
	100—кип.	0,1—1,0	
кремнистые	20	< 0,1	39, 86
	Кип.	0,1—1,0	39, 86
Алюминий	20	< 0,5	97, 119
Медь, бронзы, латуни	20—кип.	> 10	97, 159
Никель	20	< 0,1 ^{2*}	39, 119
	100—кип.	> 10	39, 119
Моноль-металл	20	0,06	39
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	180
	100	0,1—1,0	180
Свинец	20	0,006—0,04	2, 119, 196
Серебро	20	< 0,1 ^{2*}	159, 163
Тантал	20—100	0,000	1, 39, 196
Титан	20—кип.	< 0,1	39, 58, 105
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	1, 63, 140
Полиэтилен ВД	100	Н	173

Примечания. ^{1*} В разбавленных растворах и в сухой соли.

^{2*} По данным [1] не применимы.

^{3*} В отсутствие кислорода воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полипропилен	20—60	В	94, 163
Полиизобутилен	20—100	С	36
Полистирол	20	В	68, 102
	60	Х	173
Полиметилметакрилат	20—60	С	55, 61, 191
Подвизилхлорид	20—40	В	36, 102
	60	С—О	62, 102, 191
Фторопласт-4	20—250	В	1, 3, 159
Фторопласт-3	20—60	В	1, 3, 61
Асбовинил	20	В	43, 135
Пентапласт	20—105	В	102, 163
Полиамиды	20—60	В	140
Полиарилаты	20	Н	102
<i>Фенопласты</i>			
стеклопластики	25—95	Н ^{1*}	125
фаолит	20	О	63
	60	Н	3, 43
	20	С	61
текстолит	20—60	С ^{2*}	2, 122, 193
Замаски арзамит			
<i>Смолы</i>			
кремнийорганические	20	С	191
полиэфирные	20	О—Н ^{2*}	89, 177, 163
	60	Н	89, 125
фурановые	20	С—О ^{3*}	36, 125
	120	О	125
эпоксидные	20	С—Н ^{1*}	35, 138, 191
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	Х—Н ^{2*}	86, 140
Битумные материалы	20	В ^{2*}	178
	60—100	Х—О ^{2*}	44, 146
Перхлорвиниловые лаки	20	В	86
и эмали	60	С—О ^{2*}	1, 86
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—65	В—Х	36, 61, 129
бутилкаучука	20—65	В	1, 61
полисульфидного	20	С—Н ^{4*}	77

Примечания. ^{1*} По данным [191] при 20 °С относительно стойки.

^{2*} При увеличении концентрации раствора стойкость, особенно при повышенных температурах, резко понижается.

^{3*} По данным [91] при 20 °С набухание в 25%-ном растворе 1,7%, изменение прочности при сжатии до 20%.

^{4*} Стойкость зависит от марки материала и концентрации раствора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
силиконового	20	O—H	61, 131, 177
	65	O	131
уретанового	20	O—H	129, 177
хлорпренового	20	B	1, 128, 177
	65	X	44, 129
фторкаучука	20	B—O	129, 177
ХСПЭ	20—65	B	75, 108, 129
этиленпропиленового	20—30	X—B	52, 101
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—кип.	B	54, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	B	1, 122
Керамика, фарфор	20—кип.	B	1, 54, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	B—H ^{1*}	1, 121, 191
Прочие материалы			
Дерево	20	O ^{2*}	131, 197
Антекмит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	B	43, 63, 69

Барий сернокислый (сульфат) BaSO₄ (очень разбавленные водные растворы—до 0,0024 г/л)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	<0,1	159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	<0,1	119
X18N10T, X17N13M2T	20—кип.	<0,1	119
OX23N28M3D3T	20	<0,1	159
Чугуны			
серые	20—80	<0,1	
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20	<0,1	159
Медь, бронзы, латунь	20	<0,1	159
Никель, монель-металл	20	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	<0,1	159

Примечания. ^{1*} Гидравлический и портландцементы стойки, серый цемент, кислотоупорные замазки и бетоны нестойки.
^{2*} В разбавленных растворах стойкость зависит от сорта древесины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20	<0,1	159
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	20—100	<0,1	159
Титан	20	<0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	B	140
Полипропилен	20—60	B	140
Полиизобутилен	20	B	159
Полистирол	20	B	159
Полиметилметакрилат	20	X	159
	60	O	159
Полivinилхлорид	20—60	B	140
Фторопласт-4	20—100	B	159
Фторопласт-3	20—60	B	140
Полиамиды	20—60	B	140, 159
Фенопласты	20	B	159
Полиэфирные смолы	20	B	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	B	159
Битумные материалы	20—60	B	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКН	20—60	B	159
бутилкаучука, СКС	20	B	159
хлорпренового	20—60	B	159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	B	159
Керамика, фарфор	20	B	159
Цементы, бетоны, замазки	20	B	159
Прочие материалы			
Дерево	20	B	159
Графит пропитанный, уголь	20	B	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Барий хлористый (хлорид) BaCl ₂ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 26%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые легированные типа X13	20	0,1—1,0 ^{1*}	159, 180
X17, X25, X28	Кип.	От < 0,5 до 3 ^{2*}	119, 180
X21H5T, X18H10T	Кип.	От < 0,1 до 1,0	11, 119
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	20	< 0,1	119
	Кип.	От < 0,1 до 1,0	11, 119
	20—кип.	< 0,1	11, 119
Чугуны			
серые	20	От < 0,1 до 1,0 ^{3*}	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий			
	20	0,006 ^{3*}	39, 119
	100	< 0,1	176, 180
Медь, бронзы оловянистые			
	20	< 0,1 ^{2*}	159, 180
	100	0,1—1,0	180
Бронзы алюминиевые			
Латунь	20—100	0,1—1,0 ^{2*}	159, 180
Никель	20	< 0,1	159
Монель-металл	20—100	< 0,1	159, 176, 180
	Кип.	< 0,1 ^{4*}	159
Сплавы типа			
H70M27Ф	20—100	< 0,1	180
H55X15M16B	100	< 0,1	119
Свинец			
Серебро	20—100	< 0,1 ^{4*}	159
Тантал	20	< 0,1	119
Титан	20—100	< 0,1	159
	35—100	< 0,001	58
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140

Примечания. 1* В нейтральных растворах с pH > 7.
 2* Стойкость зависит от концентрации: в насыщенных растворах выше, чем в разбавленных, например в 10%-ных.
 3* В 10%-ном растворе возможна точечная коррозия [39]. По данным [176, 180] нестойки.
 4* Только в насыщенных растворах с pH=7,1—7,3.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиизобутилен	20—100	В	36, 70
Полистирол	20—60	В	159, 173
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 140, 159
Поливинилхлорид	20—60	В	140, 159
Фторопласты	20—60	В	140, 177
Полиамиды	20—60	В	140, 173
Текстолит	20—80	В	54
	20—120	В	36, 159
Замазки арзамит	20	В	54, 176
Смолы			
полиэфирные	20—60	В	125, 159
	100	Х	142
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20	В	44, 176
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	65	В	178
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—70	В	36
СКН	20—60	В	70, 181
бутилкаучука	20—100	В	70, 181
хлоропренового	20—80	В	36, 70
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	54, 159, 180
Керамика	20—кип.	В	54, 159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	54, 159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—100	В	159, 180
Уголь	20	В	159

Примечание. 1* Гидравлический, серный и портландцементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Бор хлористый (хлорид) BCl_2 (в воде разлагается)

Металлы и сплавы			
Стали^{1*}			
углеродистые легированные типа X13	20—100	< 0,1	159
X21H5T	20	> 10	12
X18H10T	20	< 0,1	56, 119
X17H13M2T	20	< 0,1	11, 56
Чугуны			
серые	20—100	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	> 10	159
Медь, бронзы оловянистые	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1 ^{2*}	159
Серебро	20—100	< 0,1 ^{3*}	159
Тантал	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	V ^{3*}	36, 48, 140
Поливинилхлорид	20	V	159
Фторопласт-4	20	V	159
Асбовинил	20	V	12
Фенопласты			
фаолит	20—100	V	40
текстолит	60—80	V	12
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки			
	20	V ^{3*}	159
<i>Резины на основе каучуков^{2*}</i>			
натурального, СКС, СКН	20	H	159
бутилкаучука	20	O	159
хлоропренового	20	H	159

Примечания. ^{1*} Для всех сталей данные в безводной соли; для XI — во влажной.

^{2*} По данным [12] нестойк.

^{3*} Данные для трехфтористого бора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Неорганические материалы

Стекло, кислотоупорная эмаль	20	V	159
Керамика, фарфор	20	V	159
Цементы, бетоны, замазки	20	V	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	V	159

Железо азотнокислородное окисное (нитрат), гидрат $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (водные растворы; концентрация при 20°C до 45%)

Металлы и сплавы

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые легированные типа X13, X17, X25, X28	20	> 10	12, 159
X21H5T, X18H10T	20—кип.	< 0,1	11, 119
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	20—кип.	< 0,1	11, 119
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	> 10	119
Медь, бронзы, латунь	20—кип.	> 10	159
Никель, монель-металл	20	> 10	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
	Кип.	От 3,0 до > 10	119
Свинец	20	< 0,1	159
	100	> 10	159
Серебро	20	> 10	159
Тантал	20—150	0,000	56

Неметаллические материалы

Пластмассы

Полиэтилен	20—60	V	140
Полипропилен	20—60	V	140
Полиизобутилен	20—60	X	140

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	187
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласт-4	20—150	В	159, 187
Фторопласт-3	20—100	В	140, 159
Пентапласт	20—120	В	78
Полиамиды	20—60	В	140
	100	О	142
Фенопласты	25—95	В	125
		В	159
стеклопластики	20—100	В	159
фаолит	20—100	В	159
Замаски арзамит	20—120	В	187
Смоли	20—100	В	140, 176, 187
		В	125
		В	125, 176, 187
		В	125, 176, 187
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	В	178, 187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	В	187
		В — O ^{1*}	58
натурального, СКН	65	В	58
		В	58
бутилкаучука	20—65	В	58
		С ^{2*}	70
хлоропренового	20—65	В	58
		В	58
ХСПЭ	65	В	58
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замаски	20—100	В — H ^{3*}	159, 176

Примечания. 1* Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

2* Данные для 10% ного раствора.

3* Гидравлический, серный и поргландцементы нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	С — H ^{1*}	159
Графит пропитанный, уголь	20—кнп.	В	159, 187

Железо сернокислое закисное (сульфат), гидрат FeSO₄·7H₂O (водные растворы; концентрация при 20°C до 21%)

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература		
<i>Металлы и сплавы</i>					
Стали	20—100	От <0,1 до >10 ^{2*}	12, 159		
		углеродистые			
		легированные типа X13	100	0,1—1,0	9, 11
			Кнп.	1,0—10	11, 119
		X13, X17	20	<0,1	119
		X17, X25, X28	Кнп.	0,1—1,0	119
		X21H5T, X17H13M2T	20—кнп.	<0,1	11, 119
		X18H10T	20	<0,1	11, 119
			Кнп.	От <0,1 до 1,0	11, 119
		0X23H28M3D3T	20—кнп.	<0,1	119
Чугуны	20	<0,1 ^{2*}	159		
		>10 ^{2*}	159		
серые	60—100	>10 ^{2*}	159		
		<0,1	12, 159		
кремнистые	20—кнп.	<0,1	12, 159		
		0,09—0,28 ^{3*}	39		
Алюминий	20	0,65—9,1 ^{3*}	39		
		100	0,1—0,5	39, 119, 159	
Медь ^{4*} , бронзы алюминиевые	95—100	0,1—0,5	39, 119, 159		
Бронзы оловянистые, латуны	20—100	От <0,1 до >10	159		
Никель	20	<0,1 ^{5*}	159		
Монель-металл	20	<0,1	159		
		50—70	0,65	39	
	Кнп.	1,016	39		

Примечания. 1* В горячих растворах дерево не применимо.

2* В концентрированных растворах стойки, в разбавленных и в присутствии воздуха нестойки.

3* С повышением концентрации раствора скорость коррозии возрастает.

4* Медь и ее сплавы при комнатной температуре и отсутствии воздуха стойки. При повышении температуры и концентрации раствора коррозии сильно возрастает.

5* В отсутствие кислорода воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0,1	159
Н55Х15М16В	170	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
	Кип.	> 10	119
Серебро	20	< 0,1	159
	100	> 10	119
Тантал	60	0,001	196
	100	< 0,1	159
Титан	40	0,000	58
	100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
	100	С 1*	63
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—100	С	63
Полистирол	20	В	176
	50	Х	63, 176
Полиметилметакрилат	20	В	36, 140
	60	С 1*	63
Поливинилхлорид	20—60	В	36, 63, 140
Фторопласт-4	20—150	В	140, 159
Фторопласт-3	20—100	В	140, 159
Асбовинил	20	В	12
Полиамиды	20—60	В	140
Фаялит	20—100	В	40, 63
Замаски арзамит	20	В	146
Смоли			
полиэфирные	20—65	В	125
	100	О	142
фурановые	100	В	36
эпоксидные	20—100	В 2*	
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—65	В	159, 178

Примечания. 1* В 5%-ном растворе.

2* Экспериментальные данные для покрытий на основе эпоксиднополиэфирных блоксополимеров.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	В	36, 159
	60	Х	70
СКН	20	В	155, 159
бутилкаучука	20—95	В	70, 155
хлоропренового	20	В	36, 18
	60	Х	77
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—кип.	В	12, 159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика	20—кип.	В	12, 159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н 1*	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	12, 159
Антегмит	20—100	В	63, 69
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	63, 69, 159
Железо сернистое окисное (сульфат), гидрат $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 81%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—85	> 10	39, 176
легированные типа			
X13	Кип.	> 10	11, 119
X17	Кип.	0,1—1,0	11, 119
X13, X17	20	< 0,1	11, 119
X25, X28	20—кип.	< 0,1	119
X21Н5Т, X18Н10Т,	20—кип.	< 0,1	11, 119
X17Н13М2Т			
0Х23Н28М3Д3Т	20—кип.	< 0,1	119

Примечание. 1* Гидравлический, серный и портландцементы нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны			
серые	20 — кип.	> 10	159, 176
кремнистые	20 — кип.	< 0.1	12, 39
Алюминий	20	> 10	159, 12, 176
Медь, бронзы, латунь	20	> 10 ^{1*}	39, 119, 159
Никель	20	< 0.5	146
Монель-металл	50—100	0.5—1.27	39
		Непригоден	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0.1	159
	100	< 0.5	146
Свинец	20 — кип.	< 0.1	176
Серебро	20	3.0—10	119
Тантал	20—150	0.000	56
Титан	20	< 0.1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	С	70, 72
Полистирол	20—60	Х	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 187
Поливинилхлорид	20—60	В	36, 46, 102
Фторопласты	20—100	В	140, 159
Асбонил	20	В	12, 121
Пентапласт	20—120	В	
Подiamondы	20—60	В	140
Фенопласты			
фаолит	20—100	В	36, 40, 159
текстолит	20	В	121
Замазки арзамит	20—120	В	176, 187
Смоли			
полиэфирные	20—100	В	125, 146, 176
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—100	В	125, 140, 176
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	140, 159
Битумные материалы	20—65	С	178, 187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187

Примечание. ^{1*} Кремнистые бронзы стойки, подвергаются лишь незначительной коррозии в холодных и горячих растворах любой концентрации [39].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	В	36, 181
	60	Х	72, 146
СКН	20—60	В	146
бутилкаучука	20—100	В	146, 186
полисульфидного	20—60	В	70
хлоропренового	20—90	Х	36, 77
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	12, 159
Керамика, фарфор	20—100	В	12, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	В — Н ^{1*}	12, 159
Ангегмит	20 — кип.	В	31, 69
Графит пропитанный	20 — кип.	В — Н	31, 69, 159

Железо хлористое (хлорид) FeCl₂
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 38%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	От < 1 до > 10 ^{2*}	146, 159
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20—70	> 10	119, 159
X18H10T	20—70	> 10	119
X17H13M2T	20	1.0—3.0	119
	70	3.0—10	119
	135	0.125	159
X18H10T,			
X17H13M2T	20	0.1—1.0	119
0X23H28M3D3T	70	1.0—3.0	119
Чугуны			
серые	20	От < 1 до > 10 ^{2*}	159
кремнистые	20—100	< 0.1	159

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от сорта древесины и ее пропитки.

^{2*} Присутствие хлорного железа резко усиливает коррозию.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20—100	> 10	146
Медь, бронзы, латунь	20—100	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
Никель, монель-металл	20	< 1,0 ^{2*}	159
		Не применимы	39
Сплавы типа Н70М27Ф	20—105	0,1—1,0	159
Н55Х15М16В	20—70	< 0,1	119
Свинец	20	0,1—3,0 ^{3*}	159
	100	> 10	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	20	< 0,1	159
	100—кип.	0,13	58
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
	100	Н	173
Полипропилен	20—60	В	140, 173
Полиизобутилен	20—100	В	70, 173, 177
Полистирол	20	В	36, 173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 140
Поливинилхлорид	20—60	В	36, 140
Фторопласты	20—100	В	159
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	102
Фенопласты			
фаолит	20—100	В	36, 40
текстолит	20—100	В	12
Смоли			
полиэфирные	20—100	В	36, 125
фурановые	20—100	В	36
эпоксидные	20—100	В	146
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159, 140
Битумные материалы	20—65	В	178

Примечания. 1* В отсутствие воздуха, FeCl₃ и других окислителей вполне стойки и при нагревании.

2* Присутствие хлорного железа резко усиливает коррозию.

3* Стойкость зависит от концентрации раствора.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального СКС, СКН	20—65	В	36, 72
бутилкаучука	20—80	В	70, 146
хлоропренового	20—90	В	36, 72
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	146
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	69
Железо хлорное (хлорид III) FeCl ₃ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 48%)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10	12, 159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	> 10 ^{1*}	11, 119
X21H5T, X18H10T	20—60	> 10	11, 119
X17H13M2T	20	1,0—10	11, 119
	60	> 10	119
0X23H28M3Д3T	60	3—10	119
<i>Чугуны</i>			
серые	20	От 3 до > 10	159
кремнистые	20	< 0,1	159
	50	От < 1,0 до > 10 ^{2*}	39
	100	1—3	159
Алюминий	20	8,7	39, 119
Медь, бронзы, латунь	20	> 10	119, 159
Никель, монель-металл	20	> 10	39, 119, 176
<i>Сплавы типа</i>			
Н70М27Ф	20	От 3 до > 10 ^{3*}	119
Н55Х15М16В	20—60	< 0,1	119

Примечания. 1* В 1%-ном растворе скорость коррозии до 1,0 мм/год. 2* Стойкость зависит от содержания кремния в чугуне: С17 корродирует со скоростью до 1 мм/год, С15—более 10 мм/год.

3* Скорость коррозии возрастает при увеличении концентрации раствора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20	0,1—1,0	159
	100	> 10	159
Серебро	20	0,1—1,0	159
	100	> 10	159
Тантал	20—150	0,000	39, 56, 196
Титан	20	0,0008	58
	35—100	0,0025—0,0033	196
	150—кип.	< 0,195	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 191
Полипропилен	20—60	В	140, 177
Полиизобутилен	20—100	В	12, 159
Полистирол	20—50	В	36, 173
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 187
Поливинилхлорид	20	В	140
	40	В—О ^{1*}	36, 102, 191
	60	В—Н ^{1*}	36, 102, 191
Фторопласт-4	20—150	В	159, 187
Фторопласт-3	20—100	В	159
Асбовинил	20	В	12
Пентапласт	20—120	В	177
Полиамиды	20—60	В—Н ^{2*}	140, 173, 177
Феропласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—100	Х	36
текстолит	60—80	В	12
Замаски арзамит	20—120	В	187
Смолы			
полиэфирные	20—90	В	36, 89, 177
фурановые	20—100	В	36, 140
эпоксидные	20—95	В	125, 140
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	140, 159
Битумные материалы	20—65	В	178, 187
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20—60	В	187

Примечания. ^{1*} В насыщенных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.
^{2*} Стойкость зависит от марки полиамида и от реакции раствора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального СКС,	20—65	В	129, 135, 177
СКН			
бутилкаучука	20—65	В	129
силоксанового	20—100	С—Н ^{1*}	74, 177
уретанового	20	В	177
хлоропренового	20—90	В	36, 129
фторкаучука	20	В	177
ХСПЭ	20—95	В	129, 177
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	12, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	12, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В	146, 159
Прочие материалы			
Дерево	20	Н	12
Антемит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	69, 159
Калий (натрий) бромистый (бромид) KBr, NaBr (водные растворы; концентрация при 20°С KBr до 40%, NaBr до 90,5%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	От 0,1 до > 10 ^{2*}	159
легированные типа			
X13	20	0,1—1,0 ^{3*}	56, 119
X13, X17	50	> 10	11, 119, 159
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—100	< 0,1 ^{4*}	11, 39, 119
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20—100	< 0,1	119, 159

Примечания. ^{1*} Набухание герметика при 20°С—5,8%, изменение относительного удлинения 50% [74].

^{2*} Стойкость зависит от реакции растворов.

^{3*} Данные для бромистого калия с рН > 7.

^{4*} В 10—20% ихл растворах.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны ^{1*}	20	> 10	159
серые	20-100	< 0.1	159
кремнистые	20	0,004 ^{1*}	39, 119
Алюминий	20	От 0.1	159
	100	до > 10 ^{2*}	159
	Кип.	0,1-1.0 ^{1*}	159
Медь, бронзы ^{3*}	20-100	> 10	159
		От < 0.1	159
		до < 0.5	159
Медь, бронзы, латунь	20 — кип.	< 0.1 ^{1*}	159
Никель	20 — кип.	От < 0.1	119, 159
		до 1.0 ^{2*}	
Сплавы типа Н70М27Ф	20 — кип.	< 0.1	159
Н55Х15М16В	20 — кип.	< 0.1 ^{3*}	159
Свинец	20-100	< 0.1	39, 119, 159
Серебро	20-120	< 0.1	39, 119, 159
	Расплав	> 10 ^{1*}	39, 119
Тантал	20-100	От 0.00 до < 0.1	56, 159
Титан	20-100	< 0.1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20-60	В	36, 140
Полипропилен	20-60	В	140
Полиизобутилен	20-100	В	159, 162
Полистирол	20-50	В — Х	173
Полиметилметакрилат	20-60	В	140
Поливинилхлорид	20-60	В	36, 102, 140
Фторопласты	20-60	В	3, 140
Полиамиды	20-60	В — Х ^{4*}	3, 140, 173
Поликарбонаты	20	В ^{1*}	3, 102
Фенопласты	20 — кип.	В	36, 159
Замаски арзамит	20	В	159
Смолы			
полиэфирные	20-65	В	36, 125, 159
фурановые	20 — кип.	В ^{3*}	36, 159
эпоксидные	20	В	159

Примечания. ^{1*} Данные для бромистого калия.
^{2*} Стойкость зависит от реакции растворов.
^{3*} Данные для бромистого натрия.
^{4*} Стойкость зависит от марки полиамида.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20-60	В	36, 159
бутилкаучука	20-40	В ^{1*}	159
силоксанового	20	В ^{2*}	159
уретанового	20	В ^{2*}	159
хлоропренового	20	В ^{1*}	159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	85, 159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
Прочие материалы			
Графит пропитанный, уголь	20	В	159
Калий двухромовокислый (бихромат) K₂Cr₂O₇ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 10,7%)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	< 0.1	39, 185
	Кип.	> 10	39, 185
легированные типа X13	20	< 0.1	39, 119
	Кип.	От 3.0 до > 10	39, 119
X17	Кип.	0.1-3.0	119
X25, X28	Кип.	0.1-1.0	119
X13, X17, X25, X28	90	< 0.1 ^{3*}	11, 119
X21H5T	20-100	0.000	20
	Кип.	< 0.1	119
	90 — кип.	< 0.1	11, 119
X18N10T, X17N13M2T, 0X23H28M3D3T			

Примечания. ^{1*} Данные для бромистого калия.
^{2*} Данные для бромистого натрия.
^{3*} В 20%-ном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны			
серые	20	< 0,1	185
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,001	39, 119
	100	< 0,007	159
Медь, бронзы, латунь	20—100	< 0,1	159
Никель	20	< 0,1	159
Монель-металл	20—100	0,1	159
Свинец	20	~0,01	39, 119
	60	< 0,1	159
Серебро	20—100	0,000	39
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140, 173
Полипропилен	20—60	В	94, 140
Полиизобутилен	20—60	В	36, 170
Полистирол	20—70	В — O ^{1*}	173
Полиметилметакрилат	20—60	В — Н	140, 191
Полвинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласты	20—60	В	140
Пентапласт	20—120	В	78
Полиамиды	20—60	В — X ^{2*}	140, 173
Поликарбонаты	20	В	102, 140
Фенопласты	20	В	159
	60	С — O	36, 40
	100	Н	40
Замазки арзамит	20	В	54
	100	Х	176
Смолы			
полиэфирные	20	В	89
	60	В — O ^{2*}	142
фурановые	40	В	36
эпоксидные	20—60	В	36
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	В	159

Примечание. ^{1*} В хромате калия стойкость выше, чем в бихромате калия.

^{2*} Стойкость зависит от сорта и марки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—65	С	36, 129, 170
СКС	20	Н	159
СКН	65	О	129
бутилкаучука	20—65	В	129
полисульфидного	20—60	В	35, 77
силоксанового	20	С	129
уретанового	20	X ^{1*}	140
хлоропренового	20	X — H ^{2*}	77, 129
	60	Н	135
ХСПЭ	20—65	В	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—60	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — H ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—60	Н	131
Антегмит	20	Н	31
	60	С — Н	31, 69, 102
	100	О — Н	31, 69, 102
Графит пропитанный	20—100	С — H ^{2*}	31
Уголь	20	С	159

Калий железосинеродистый (феррицианид)
 $K_3Fe(CN)_6$ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 45%)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	< 0,1	159
легированные типа X13	Кип.	> 10	56
X13, X17, X25, X28	20—100	< 0,1 ^{4*}	39

Примечания. ^{1*} В сухой соли.

^{2*} Стойкость зависит от сорта и марки.

^{3*} Графит, пропитанный фурилофенолоформальдегидной смолой, стойк; пропитанный фенолоформальдегидной смолой нестойк.

^{4*} Данные для насыщенного раствора железосинеродистого калия в растворах железосинеродистого не применены [39].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X21H5T, X18H10T, X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	20 — кип.	< 0,1	11, 56
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20 — кип.	< 0,1	159
	100	< 3,0	39
Алюминий	20	0,016	119
	100	0,000	39
Медь, бронзы, латуны	20—100	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20—100	< 0,1	119, 159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
	100	0,1—1,0	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	> 10	119
Тантал	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—100	В	36, 162
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—40	В	102
	60	В — Н ^{1*}	102
Фторопласты	20—60	В	140
Полыамиды	20—60	В	140
Фенопласты	20—100	В	36, 159
Замазки арамит	20—100	В	159
Смолы			
полиэфирные	20—100	В	125, 142
фурановые	60	В	36
эпоксидные	20	В	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—65	В	191

Примечание ^{1*} В концентрированном растворе стойкость выше, чем в разбавленном.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—50	В	36
СКН, бутилкаучука	20	В	159
уретанового	20	Х	140
хлоропренового	20	В	140
ХСПЭ	20	В	140
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20—60	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Калий иодистый (иодид) KI (водные растворы; концентрация при 20 °С до 59%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 — кип.	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	159
легированные типа			
X13	20 — кип.	> 10	119
X17	20	1,0—3,0	119
	Кип.	3—10	119
X25, X28	20 — кип.	1,0—3,0	119
X21H5T	20	0,0013 ^{3*}	20
	100	0,004 ^{3*}	20
X18H10T	20	0,0052 ^{3*}	20
	Кип.	< 0,1	119
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	20 — кип.	< 0,1	11, 119
Чугуны			
серые	20 — кип.	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	159
кремнистые	20 — кип.	< 0,1	159
Алюминий	20—100	От < 0,1 до > 10 ^{4*}	159

Примечания. ^{1*} Серный цемент нестойк.
^{2*} В концентрированных горячих растворах корродирует меньше, чем в разбавленных и продуваемых воздухом.

^{3*} В 10%-ном растворе.

^{4*} Стойкость зависит от концентрации и температуры раствора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Медь	Расплав.	> 10	39, 119
Бронзы, алюминиевые	20—100	< 0,1	159
Никель	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	Расплав.	1,0—10	39, 55, 100
	Кип.	< 0,1	159
Свинец	20—100	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
Серебро	20	0,1—1,0	159
	Расплав.	> 10	39
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В ^{2*}	140
Полиизобутилен	20—60	В	159
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В	102
Фторопласты	20—100	В	159
Полиамиды	20—60	В ^{2*}	140
Фенопласты	20—100	В	159
Эпоксидные смолы	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—70	В	36
СКС, бутилкаучука	20	В	159
полисульфидного	20	В	36
хлоропренового	20—90	В	36
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—кип.	В	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159

Примечание. 1* Стойкость зависит от концентрации и температуры раствора.

2* Данные для фтористого калия.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159
Калий хлориднокислый (нодат) $KClO_3$ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 7%)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20—кип.	0,1—3,0 ^{1*}	86
легированные типа X13	20—кип.	< 0,1	159
X18Ni10T.	20—кип.	< 0,1	159
X17Ni13M2T			
0X23H28M3D3T	20—кип.	< 0,1	159
<i>Чугуны</i>			
серые	20—кип.	От 0,1 до > 3,0 ^{1*}	86, 159
кремнистые	20—кип.	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,1	159
	Кип.	0,1—1,0	159
Свинец	20	< 0,1	159
	Кип.	0,0037	39
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	159
Полиизобутилен	20—60	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В	159
Фторопласты	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20	В	159

Примечание. 1* В очень разбавленных растворах (0,01—0,1 г/л) коррозии сильнее, в 1%-ном и более концентрированных растворах стойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Калий марганцовокислый (перманганат) $KMnO_4$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 6%)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20—кип.	0,1—1,0 ^{1*}	159
легированные типа X13	Кип. 100	1,0—3,0 > 10	11, 119 39
X17, X25, X28	Кип.	0,1—1,0	11, 119
X13, X17, X25, X28	20	< 0,1	11, 39, 119
	20—100	От 0,000 до < 0,001	20
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 39, 119
OX23H28M3D3T	20—кип.	< 0,1	39, 119
<i>Чугуны</i>			
серые	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	159
кремнистые	20—100	< 0,1	39
Алюминий	20—кип.	< 0,1 ^{2*}	39, 119
Медь, бронзы, латунь	20	< 0,1	159
	100	0,1—1,0	159
Никель	20	< 0,1	159

Примечания. 1* При увеличении концентрации раствора скорость коррозии возрастает и стойкость понижается.

2* При температуре кипения в разбавленных растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Монель-металл</i>	20 100 100	От < 0,1 до 1,0 0,1—1,0	39, 146 39, 146
<i>Сплавы типа Н70М27Ф</i>	20 100	От < 0,1 до 1,0 ^{1*} < 0,1	119, 159 159
Свинец	20	0,1—1,0	159
Серебро	20	> 10	159
Тантал	20—100	> 10 < 0,1	119 159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 191
Полипропилен	20—60	В	94, 191
Полиизобутилен	20 60	В О—Н ^{1*}	173 173
Полистирол	20—60	В—Н ^{1*}	173
Полиметилметакрилат	20—60	В—Н	36, 191
Полвинилхлорид	20—60	В	43, 102
Фторопласт-4	20—100	В	159
Фторопласт-3	20—60	В	140
Полиформальдегид	20—60	Х	102
Пентапласт	66	В	78
Полиамиды	20—60	В—Н	132, 140, 173
Поликарбонаты	20	В	102, 140
Фенопласты	20—100	В	36, 159
Замазки вразмит	20	В	36
<i>Смоли</i>			
полиэфирные	20—65	В	89, 125
фурановые ²	60	В	36
эпоксидные	20—100	В	36, 91
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	Н	146
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20 65	В—О ^{2*} С—О ^{2*}	36, 129 36, 129
СКС	20	О	36
СКН	20	В	159

Примечания. 1* При увеличении концентрации раствора скорость коррозии возрастает и стойкость понижается.

2* Эбониты стойки, резины относительно стойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Бutilкаучука	20—65	В	129
силоксанового	20—70	С	77
уретанового	20—60	Н	140
хлоропренового	20—65	В	129
фторкаучука	65	В	129
ХСПЭ	65	В	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	146
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	146, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	О	159
	60	Н	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Калий надсернистый (персульфат) $K_2S_2O_8$
(водные растворы; концентрация при 20°C до 5%)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10	159
	30	1.75	63
<i>легированные типа</i>			
X21H5T	20	0,0046	20, 63
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T X18H10T	40—60	От < 0,01 до < 0,1	63, 119
	20—100	< 0,01	63
<i>Чугуны</i>			
серые	20	> 3,0	63, 159
кремнистые	20	< 0,01	63
<i>Алюминий</i>			
	20	< 0,1	159
	30	1,96	63
	60	> 10	159
	20	> 10	159
<i>Медь, латунь</i>			
<i>Бронзы</i>			
алюминиевые	20	0,1—1,0	159
оловянистые	20	> 10	159

Примечание. ^{1*} Серый цемент нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель, монель-металл	20	> 10	185
<i>Сплавы титана</i>			
H70M27Ф	20	< 0,1	63, 159
H55X15M16B	20	< 0,1	119, 185
Свинец	20	> 10	159, 185
Серебро	20	> 10	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	100	1,36	
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В	43, 63
Полистирол	20—60	В	63
Полиметилметакрилат	20—60	В	63
Поливинилхлорид	20—40	В	36, 102
	60	С—Н ^{1*}	63, 102
Фторопласты	20—60	В	140
Пентапласт	20—105	В	78
Полиамиды	20—60	В—Н	140, 146, 159
Поликарбонаты	20	В	140
Фаолит	20	В	63
	60	О	63
Замазки арзамит	20	В	63, 159
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—60	В	142
	100	Х	142
фурановые	20—60	В	102
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—60	С	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	Х—Н ^{2*}	129
	60	О—Н ^{2*}	63, 129
СКС, СКН	20	Х	159

Примечания. ^{1*} В насыщенных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

^{2*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценки стойкости неметаллических материалов	Литература
бутилкаучука полисульфидного	20—100	В	63, 129
	20	С — О ^{1*}	77
	60	С — Н ^{1*}	77
силиконового	20	С	77
	100	Н	77
хлоропренового	20—60	В	135, 173
	80	В	77
этиленпропиленового	20—50	В	76, 177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20—60	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	Н	159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—60	В	63, 159

Калий роданистый (роданид) KNCS (водные растворы; концентрация при 20 °С до 68%)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	От < 0,1 до 1,0 ^{3*}	32
	75—100		
легированные типа X13	20	< 0,1	159
	40—75	< 0,02	32
	105	4,0—212	32
	105	8,6—149	32
	20	0,0004	32
X17 X21H5T	75—кип.	0,02—0,022	32

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от концентрации раствора и рецептуры резины.

^{2*} Гидравлический и портландцементы нестойки.

^{3*} С повышением температуры и концентрации раствора скорость коррозии возрастает. По данным [32] в растворе 200 г/л NaCNS скорость коррозии при 20 °С — 0,0018 мм/год, при кипении — 3,4 мм/год; в растворе 800 г/л при 105 °С — 255 мм/год.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценки стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
легированные типа X18H10T X17H13M2T X18H10T X17H13M2T OX23H28M3Д3T	75—кип.	0,003—0,017	32
	105	0,46—23,5	32
	Кип.	0,023	32
	105	0,003—0,12	32
	20—100	< 0,1	159
Чугуны серые	20	0,1—1,0	159
	100	1,0—3,0	159
кремнистые	20—100	< 0,1	159
	20—100	0,000	39, 119
Алюминий	75	0,03—0,07	32
	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Поликарбонаты	20	Н	102
Фенопласты	20	В	159
Замазки арзамит	20	В	159
Смолы полиэфирные	20	В	159
	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценки стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Калий сернистокислый (сульфит) $K_2SO_3 \cdot 2H_2O$
(водные растворы; концентрация любая)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценки стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	От $<0,1$ до $>10^{1*}$	159
легированные типа X13, X17	20	От $<0,1$ до $>10^{1*}$	159
	100	>10	159
X18N10T	20	От $<0,1$ до $>10^{1*}$	159
X17N13M2T, 0X23N28M3Д3Т	20	$<0,1$	159
<i>Чугуны</i>			
серые	20	От $<0,1$ до $>10^{1*}$	159
кремнистые	20	>10	159

Примечание. 1* В кислых растворах с pH <5 корродируют.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценки стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20	От $<0,1$ до $>10^{1*}$	159
Медь, бронзы алюминиевые	20	$<0,1$	159
Латунь	20	От $<0,1$ до $>10^{2*}$	159
Никель	20	От $<0,1$ до $>10^{1*}$	159
Монель-металл	20	$<0,1$	159
Сплавы типа Н70М27Ф, Н55Х15М16В	20	$<0,1$	159
Свинец	20	От $<0,1$ до $>10^{3*}$	159
Серебро	20	$<0,1$	159
Тантал	20	$<0,1$	159
Титан	20	$<0,1$	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Фенопласты	20—100	В	159
Смоли			
долиэфирные	20	В	159
фурановые	20—100	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—70	В	159
СКН	20	В	159
бутилкаучука	20—80	В	159
хлоропренового	20—80	В	159

Примечания. 1* Нейтральные растворы при 20 °С не действуют, горячие и кислые растворы разрушают.

2* Стойки только латуни, содержащие $<20\%$ цинка.

3* В кислых растворах стойки, в щелочных корродируют.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В ^{2*}	159
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	159
Калий сернистоокислый кислый (бисульфит) KHSO_3 (водные растворы; концентрация любая)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20 100	$< 10^{3*}$ > 10	159 159
легированные типа X18N10T, X17N13M2T, 0X23N28M3D3T	20—90 20—100	< 0.1 < 0.1	11, 119 119
Чугуны серые	20 100	$< 10^{3*}$ > 10	159 159
кремнистые	20	< 10	159
Алюминий	20 100	$< 0.1^{4*}$ > 10	159 159
Медь, бронзы	20—кип.	< 0.1	159
Латуни	20 Кип.	< 0.1 0.1—1.0	159 159
Никель, монель-металл	20	От 0.1 до $> 10^{5*}$	159

Примечания. ^{1*} Простые цементы нестойки, кислотоупорные замазки и бетоны вполне стойки.

^{2*} Только при комнатных температурах в слабокислых растворах (максимально рН=6) вполне стойко, в других условиях разрушается.

^{3*} В 25%-ном растворе.

^{4*} В 10%-ном растворе.

^{5*} Менее стойки, чем легированные стали, и практического значения не имеют.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа H55X15H16B	20—кип.	< 0.1	159
Свинец	20—120	< 0.1	159
Тантал	20	< 0.1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН, хлоропренового	20 20—90	В В	159 159
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В—Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20 100	В Н	159 159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Примечание. ^{1*} Кислотоупорные замазки и бетоны вполне стойки, цементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Калий сернистый (сульфат) K_2SO_4
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 10%)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	< 0,1	159
	85	0,08	39
	100	1,0—3,0	159
	Кип.	> 10	12
	легированные типа X13	20	0,002—0,07 ^{1*}
	Кип.	1,0—3,0	119
X17	Кип.	0,1—1,0	119
X17H2	20—кип.	< 0,1	11
X21H5T	20—100	0,0—0,008	11, 20
X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 119, 196
OX23H28M3D3T	20—кип.	< 0,1	119
Чугуны серые	20	< 0,1	159
	85	0,10	39
	Кип.	От 1 до > 10 ^{2*}	159
	20—кип.	< 0,1	159
	кремнистые	20—кип.	< 0,1
Алюминий	20—кип.	< 0,1	159
	20	< 0,1	159
Медь, бронзы, латунь	20	< 0,1	146, 180
	100	< 0,5	119, 146, 176
Никель	20—кип.	< 0,1	165
	20	< 0,075 ^{3*}	159
Монель-металл	100	0,1—1,0	159
Сплавы типа Н70М27Ф Н55Х15М16В	25—60	< 0,5	146, 165
	20	0,075—0,75	165
	20	< 0,1	159
Свинец	Расплав	От < 0,1 до 1,0	119
	20—100	< 0,1	159
Серебро	Расплав	> 10	119
	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159

Примечания. 1* Скорость коррозии зависит от содержания углерода: для марки 1Х13—0,002, для 2Х13—0,07 и для 3Х13—1,88 мм/год.

2* В концентрированных горячих растворах корродируют меньше, чем в разбавленных.

3* Данные для 5%-ого раствора, в более концентрированном (10%-ном) при 30 °С непригоден.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература	
Неметаллические материалы				
<i>Пластмассы</i>				
Полиэтилен	20—60	В	36, 140	
Полипропилен	20—60	В	140	
Полиизобутилен	20—60	В	70	
Полистирол	20—50	В	173	
Полиметилметакрилат	20—60	В	140	
Поливинилхлорид	20—60	В	36, 140	
Фторопласт-4	20—100	В	159	
Фторопласт-3	20—60	В	140	
Асбовинил	20	В	12	
Пентапласт	20—120	В	78	
Полиамиды	20—60	В	140	
Поликарбонаты	20	В	102	
Фенопласты	стеклопластики	20—95	В	125
	фаолит	20—100	В	36
Замазки арзамит	20—120	В	176	
Смолы полиэфирные (стеклопластики)	20—120	В	125, 146	
	фурацовые	20—120	В	36, 125
	эпоксидные	20—100	В	125, 197
<i>Лакокрасочные материалы</i>				
Бакелитовые лаки	20	В	159	
Битумные материалы	20—65	В	178	
<i>Резины на основе каучуков</i>				
натурального, СКН	20—70	В	36, 146	
СКС	20—60	В	36	
бутилкаучука	20—80	В	146	
хлоропренового	20—90	В	36	
ХСПЭ	20—80	В	75	
<i>Неорганические материалы</i>				
Природные кислотоупоры	20	В	159	
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	54, 146, 159	

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика	20—кип.	В	159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В—Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Калий сернокислый кислый (бисульфат) KHSO_4 , (водные растворы; концентрация при 20°C до 33%)

Металлы и сплавы			
Стали			
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	3—10	11, 119
	90	> 10	11, 56, 119
X21H5T	20	0,00	20
	100	0,006	20
X18H10T	20	0,1—1,0	119
	90	3—10	56, 119
X17H13M2T	20	От < 0,1 до 1,0	56, 119
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	90	1,0—3,0	
Чугуны кремнистые	20	< 0,1	159
	Расплав	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—50	В	159
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Фенопласты	20	В	159

Примечание. ^{1*} Гидравлический и портландцементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
полисульфидного	20—60	В—Н ^{1*}	77
хлоропренового	60	В	135
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, фарфор	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—100	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	Н	159
<i>Прочие материалы</i>			
Уголь	20	В	159

Калий уксуснокислый (ацетат) $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{K}$ (водные растворы; концентрация при 20°C до 72%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159
легированные типа X13	20	< 0,1	159
X21H5T, X18H10T	Расплав	< 0,1	11, 119
X18H10T	20—кип.	< 0,1	159
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	20—расплав	< 0,1	11, 119
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,1	159
	100	> 10	159
	Расплав	> 10	159
Медь, бронзы, латунь	20—кип.	< 0,1	159
Никель	20	< 0,1	159
Монель-металл	20—кип.	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159

Примечание. ^{1*} Стойкость зависит от марки: герметик У-30М стойк, УТ-31 нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	36
Полиизобутилен	20	В	36
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	36, 159
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты	20—60	В	159
Замаски арзамит	20	В	159
Смоли			
эпифириные	20	В	159
фуравовые	60	В	36
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—65	В ^{1*}	129
СКС, СКН	20	В	36, 129
СКН	65	В—О ^{2*}	129
бутилкаучука	20—90	В	129
полисульфидного	20	В	159
сидликового	65	С	129
хлоропренового	20—95	В	129
ХСПЭ	65	В—Н ^{2*}	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замаски	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Примечания. ^{1*} Эбониты стойки до 95 °С.^{2*} Стойкость колеблется в зависимости от рецептуры резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Калий хлористый (хлорид) KCl (водные растворы; концентрация при 20 °С до 25%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 1,15 ^{1*}	165
	30—40	0,72	63
	50	0,44	96
легированные типа			
X13	20	< 1,0 ^{1*}	39, 63
X17	20	1,0—3,0 ^{1*}	119
	50	0,0128	96
X13, X17	Кип.	> 10 ^{1*}	39, 63, 119
X13, X25, X28	50	< 0,1	119
X21H5T	20—100	< 0,1 ^{1*}	20
X18H10T	20	< 0,1 ^{1*}	39, 63
	50	0,0113	96
	Кип.	< 1,0 ^{1*}	39, 63
	Расплав	1,0—3,0	119
X17H13M2T	20	< 0,1	63
	Кип.	0,1—1,0	39, 63, 165
OX23H28M3D3T	20—кип.	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20—кип.	От 1,0 до > 10 ^{2*}	121, 165
кремнистые	20	0,1 ^{1*}	159
	100—кип.	1,0 ^{1*}	39
Алюминий			
	20	> 10	63
	30—40	0,055	63
Медь			
	20	< 0,1	159
	80	0,2—3,4 ^{2*}	63
	100	0,223	196
	Расплав	6,5	39, 119
Бронзы			
алюминиевые	20	0,003—0,1 ^{3*}	39
	100	От 0,1	159
		до > 10 ^{3*}	
оловянистые	20—100	От 0,1	159
		до > 10 ^{3*}	
Латунь			
	20—100	От < 0,1	
		до > 10 ^{3*}	
	30—40	3,6	63

Примечания. ^{1*} В насыщенном растворе,^{2*} В отсутствие воздуха коррозии минимальна, в присутствии воздуха в 10% ном растворе — максимальна.^{3*} Скорость коррозии и стойкость зависят от концентрации раствора

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель	20	0,004	39, 63
	100	< 0,1	39, 119
Монель-металл	20 — кип.	< 0,075 ^{1*}	165
Сплавы титана			
Ti70M27Ф	20	< 0,1	165
Ti55X15M16B	20	0,075—0,75	165
Свинец	8	0,003—0,02	39
	20	< 0,5	121
Серебро	20	0,00	39
	Расплав	> 10	119
Тантал	20—150	0,000 ^{1*}	58, 196
Титан	20	< 0,001	159
	110	< 0,1	119
	Расплав	0,1—1,0	119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	191
	60	В — X ^{2*}	79
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—60	В	191
Полиизобутилен	20—60	В	173
	100	В — О	36, 173
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—70	В	36
Поливинилхлорид	20—40	В	36, 102
	60	С — О ^{3*}	36, 102
Фторопласт-4	20—100	В	187
Фторопласт-3	20	В	159
Асбовинил	20	В	122
Пентапласт	20—120	В	78
Полиамиды	20—60	В — Н ^{3*}	159
Поликарбонаты	20	В	102
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	175
фаолит	20 — кип.	В	36
текстолит	20—80	В	12
Замаски арзамит	20—120	В	176, 187

Примечания. 1* В насыщенном растворе.

2* При использовании в покрытиях стойкость зависит от их толщины: при 200 мк — стойки, при 400 мк — стойки [79].

3* Скорость коррозии и стойкость зависят от концентрации раствора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
полиэфирные	20—80	В	176, 187
фурановые	20—120	В	36, 85, 125
эпоксидные	20—100	В	125, 176
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—65	В	178, 187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального	20—70	В	36, 129
СКС, СКН	20—65	В	129
бутилкаучука	20—100	В	72
хлоропренового	20—90	В	36, 72, 129
фторкаучука	20 — кип.	В	159
ХСПЭ	20—65	В	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	122
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—60	В	122, 159
Керамика, фарфор	20	В	122
Цементы, бетоны, замазки	100—кип.	В	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В ^{1*}	159
Графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	122, 159
Калий хлорноватистокислый (гипохлорит) КСlO (водные растворы; концентрация любая)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 — кип.	От 1 до > 10 ^{2*}	159
легированные типа			
X13	Кип.	> 10	56
X17	Кип.	1,0—3,0	56
X13, X17	50	< 0,1	56
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	50	< 0,1 ^{3*}	56, 119

Примечания. 1* Данные для сухой соли и разбавленных растворов.

2* С увеличением концентрации раствора стойкость ухудшается.

3* В 10%-ых растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X18H10T	20	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	119
X17H13M2T	20	< 0,1	119
OX23H28M3Д3Т	20 — кип.	От 0,1 до > 10 ^{2*}	159
Чугуны			
серые	20 — кип.	От 1 до > 10 ^{3*}	159
кремнистые	20	< 0,1	12, 159
Алюминий	20	> 10	12
	100	0,37 ^{2*}	196
Медь	100	0,014—0,1	196
Медь, бронзы	20	< 1,25 ^{4*}	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1 ^{2*}	159
Свинец	20	0,1—1,0	159
Серебро	20	0,1—1,0 ^{1*}	159
	60—100	> 10	159
Тантал	120	0,002	196
Титан	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	C — H ^{5*}	159
Полиизобутилен	20—60	C — H ^{5*}	159
Полистирол	20—60	C — H ^{5*}	159
Подиметилметакрилат	20	B	159
Поливинилхлорид	20—60	B	159
Фторопласт-4	20—100	B	187
Фторопласт-3	20	B	159
Асбонит	20	H	12
Полиамиды	20	H	159
Фенопласты	20—100	H	36
Смолы			
фурановые	30	H	36
эпоксидные	20	H	159

Примечания. 1* С увеличением концентрации раствора стойкость ухудшается.

2* Применены в растворах, содержащих не более 3% активного хлора.

3* В 35%-ном растворе.

4* В 10%-ных растворах.

5* В разбавленных растворах, содержащих примерно 2% активного хлора, практически стойки, в горячих концентрированных растворах нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	X	159
	60—100	H	159
Битумные материалы	20	B	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	B — O ^{1*}	155
СКН	20—60	B	159
бутилкаучука	20—60	X	159
полисульфидного	20	H	159
хлоропренового	20	X	155
фторкаучука	20	X	24
	70	O	24
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло, кислотоупорная	20	B	159
эмаль			
Керамика	20	B	159
Фарфор	20 — кип.	B	159
Портландцемент	20—100	B	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	B — H ^{2*}	159
Графит пропитанный	20	X	159
	100	H	159
Калий хлорноватокислый (хлорат) KClO ₃ (водные растворы; концентрация при 20°С до 6,8%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159
	100	0,03—0,16	64, 81
легированные типа			
X13	20	0,000	64
	50—100	< 0,1	64
	Кип.	> 10	11, 119
X17	Кип.	0,1—1,0	119

Примечания. 1* Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

2* С увеличением концентрации раствора стойкость ухудшается.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X17, X25, X28	20—50	<0,1	119
X21H5T, X17H13M2T	20—кип.	<0,1	64, 159
X18H10T	20—100	<0,1	159
	Кип.	От <0,1 до 3,0 ^{1*}	119
0X23H28M3Д3Т	20—100	<0,1	159
	120	0,3	100
Чугуны			
серые	20	<0,1	159
	100	0,32 ^{2*}	12
кремнистые	20—кип.	<0,1	12, 64
Алюминий	20	0,006	39, 119
	100—120	От <0,1 до 0,01	12, 81
Медь	100—120	0,02 ^{3*}	12, 81
Бронзы алюминиевые	120	0,009	81
Медь, бронзы	20	<0,1	159
Латунь	120	0,008—0,093	81
Никель	20	<0,1	81, 119
	100—кип.	<1,0	81, 119
Моель-металл	20—100	<0,1	159
	120	0,025	81
Сплавы типа			
H70M27Ф	20—кип.	<0,1	159
	120	<0,001	81
H55X15M16B	120	<0,001	81
Свинец	20	<0,1	159
	100	0,5—0,9 ^{2*}	12
	Кип.	0,64	64, 119
Серебро	20—кип.	<0,1	159
Тантал	20—кип.	<0,1	159
Титан	20—100	<0,1	159
	120	<0,001	81
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36
Полиизобутилен	20—100	В	159
Полистирол	20—60	В	159
Полиметилметакрилат	20—70	В	36, 159
Поливинилхлорид	20—40	В	36

Примечания. ^{1*} В горячелуженном растворе скорость коррозии больше, чем в 36%-ном.

^{2*} При концентрации 350 г/л.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласты	20—100	В	159
Полиамиды	20	С	159
Фенопласты	20—100	В	159
Замазки арзамит	20—100	В	159
Смолы			
фурацовые	70—100	В	36, 159
эпоксидные	20—100	С	159
Лакочерночные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	В	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—60	С	36
СКН	20	С	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20—90	С	36
ХСПЭ	70	В	
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
Прочие материалы			
Дерево	20—100	В—Н ^{1*}	159
Графит пропитанный, уголь	20—100	В—О ^{2*}	159

Калий хлорнокислый (перхлорат) $KClO_4$
(водные растворы; концентрация при 20 °С 1,8%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	>10 ^{3*}	159
	Кип.	0,1—3,0 ^{3*}	159
легированные типа X17, X25, X28	20—кип.	<0,1	159

Примечания. ^{1*} Дерево стойко в нейтральных растворах.

^{2*} Стойки в кипящих 30%-ных растворах.

^{3*} В разбавленных растворах нестойки, в концентрированных и кипящих могут быть стойкими.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X18H10T, X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	20—кип.	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20 Кип.	> 10 ^{1*} 0,1—3,0 ^{1*}	159 159
кремнистые	20—кип.	< 0,1	159
Алюминий	100	< 0,1 ^{2*}	159
Медь, бронзы	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20—100	< 0,1	159
Сплавы типа H55X15M16B	20—100	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал, титан	Расплав 20—100 Расплав	> 10 < 0,1 > 10	159 159 159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	60	С	36
Полиизобутилен	80	С	36
Поливинилхлорид	40	С	36
	60	О—Н	36, 102
Фторопласт-4	20	В	36, 159
Пентапласт	20	С	128
Фенопласты	20	С	36
	100	С	102
Фурановые смолы	20	С	36
	100	С	102
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС.	20	В	159
СКН			
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159

Примечания. 1* В разбавленных растворах нестойки в концентрированных и кипящих могут быть стойкими.
2* В отсутствие примесей хлоридов в растворе.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—40	Н	159
Графит пропитанный	20	В	159
Калий (натрий) цианистый (цианид) KCN, NaCN (водные растворы; концентрация при 20 °С до 42% для KCN и до 27% для NaCN)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 100—кип. Расплав	От < 0,1 до 1,0 ^{1*} > 10 > 10 ^{2*}	53, 121, 159 12, 159 185
легированные типа X13	100—кип. Расплав	0,1—1,0 ^{2*} > 10	159 159, 185
X13, X17	20—100	< 0,1	11, 39, 159
X21H5T	20	< 0,1 ^{2*}	11
X18H10T, X17H13M2T	20—100 Кип.	< 0,1 0,1—1,0 ^{2*}	11, 39, 159 12
0X23H28M3Д3T	Расплав 20—кип.	> 10 ^{2*} < 0,1	12 159
Чугуны			
серые	20 Кип. — расплав	От < 0,1 до 1,0 ^{1*} > 10	53, 159 12, 159
кремнистые	20 Расплав	< 0,1 ^{2*} > 10	159 159
Алюминий	20	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	39, 119, 159
Медь, латунь	20	> 10	39, 119, 159

Примечания. 1* В разбавленных до 10% растворах.
2* Данные для цианистого калия.
3* При повышении температуры и концентрации раствора скорость коррозии резко возрастает.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Бронзы 1*	20	От 1,0 до > 10 2*	159
алюминиевые оловянистые	20	> 10	159
Никель	20—60	< 0,1 3*	121
	Кип.	0,1—1,0 3*	12
Никель 1*	20—100	От < 0,1 до > 10 4*	159
Монель-металл	20	От 0,1 до > 10 4*	12, 39, 159
	Расплав	> 10 5*	39
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	0,1—1,0 3*	159
Свинец	20	> 10 5*	12, 121, 176
Серебро	20	От < 0,1 до > 10 4*	119, 159
Тантал	20—100	0,00	159
Титан	Расплав	> 10 1*	159
	20	От < 0,1 до > 10 6*	119, 159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 191
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—60	В	140, 191
Полиизобутилен	20—70	В	36, 173, 177
Полистирол	20	В 1*	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Полвинилхлорид	20—60	В — О 7*	36, 102, 140
Фторопласты	20—60	В	140
Пентапласт	20—120	В	78, 159
Полиамиды	20—60	В	140, 156
Фенопласты (фаолит)	20—100	В	36, 159
Замазки арзамит	20	В 3*	122
Смоли			
полиэфирные	20	В — Н 6*	140, 142, 159
фурановые	20—100	В	36, 159
эпоксидные	20	В	122, 159

Примечания. 1* Данные для цианистого натрия.
2* В отдельных случаях скорость коррозии 1,0—3,0 мм/год. Весьма стойки в растворах кремнистые бронзы.

3* Данные для цианистого калия.

4* При повышении температуры и концентрации раствора скорость коррозии резко возрастает.

5* По данным [12, 39, 119] в цианистом натрии скорость коррозии < 0,1 мм/год.

6* В KCN скорость коррозии больше, чем в NaCN.

7* В концентрированных растворах стойкость выше, чем в разбавленных; при 60 °С в KCN снижается до «относительно стойкий».

8* Неонасыщенные полиэфирные смолы в KCN стойки, другие сорта и в NaCN — нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В 1*	159
Битумные материалы	20	В 1*	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—70	В	36, 159
СКН	20	В	36, 159
бутилкаучука	20	В	36, 92, 159
хлоропренового	20—70	В	36, 140, 159
ХСПЭ	20	В 1*	140
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	Н 2*	122, 159
	20—кип.	В 1*	159
	Расплав	Н	159
Керамика, фарфор	20	В	12, 159
	Расплав	Н	12, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н 3*	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—кип.	В	122, 159
Уголь	20—100	В	159
Калия гидроксид (едкое кали) КОН (водные растворы; концентрация при 20 °С до 53%)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	0,000	39, 159
	100	0,1—1,0	159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	< 0,1	11
	120	0,1—1,0	11, 56, 119
	Кип.	От < 0,1 до 1,0 4*	11, 56, 119
	Расплав	> 10	11, 119

Примечания. 1* Данные для цианистого натрия.

2* Данные для цианистого калия.

3* Стойкость зависит от сорта вяжущего: серный цемент в KCN нестойк.

4* С увеличением концентрации раствора стойкость ухудшается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали легированные типа X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—120	< 0,1	159
	Кип.	От < 0,1 до > 1,0 ^{1*}	11, 33, 56
0X23H28M3Д3Т	Расплав	> 10	11, 56, 119
	20—120	< 0,1	119
Чугуны серые	Кип.	< 0,1	119
	Расплав	> 10	119
кремнистые	20	< 0,1	39, 159
	100	0,1—1,0	159
Алюминий	20	< 0,1	39, 58
	Кип.	От < 1,0 до > 10 ^{1*}	39, 58
Медь	20	> 10	39, 121, 196
	35	< 0,1	39
Бронзы алюминиевые	Кип.	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	39
	20	0,013—0,02 ^{2*}	39
оловянистые	100	0,28—0,45 ^{2*}	39
	20—кип.	< 0,1	159
Латунь	20—100	От < 0,1 до > 10 ^{3*}	159
Никель	20—кип.	0,000	39, 119
	500—750 (расплав)	< 0,1	39, 119
Моноль-металл	20	< 0,001 ^{4*}	39
	100	< 0,075	165
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	От < 0,5 до 0,75	146, 165
	20	< 0,1 ^{4*}	119
Свинец	100	> 10	39
	20—кип.	0,000	39, 119
Серебро	Расплав	< 0,1	159
	20	< 0,1 ^{4*}	119
Тантал	100	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	56
	20	< 0,001	58
Титан	40	0,0093	58
	85	0,0186	58
	Кип.	< 0,13	105
	Расплав	< 0,1	39

Примечания. ^{1*} В увеличенном концентрации раствора стойкость ухудшается.

^{2*} В 20%-ном растворе.

^{3*} Латунь менее стойка, чем медь и бронзы. Наличие окислителей усиливает коррозию.

^{4*} В разбавленном 5—10%-ном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полнэтилен	20—60	В	64, 140
	100	С—Н	64, 173
Полипропилен	20—100	В	173
	20—100	В	43, 64, 173
Полиизобутилен	20	В—Х ^{1*}	64, 102, 173
	50	Х—О ^{1*}	102, 173
Полистирол	20—60	С—Н	2, 140, 179
	20—40	В	83, 163, 191
Полиметилметакрилат	60	Х—О ^{1*}	43, 83, 102
	20—100	В	3, 134, 187
Поливинилхлорид	20—100	В—Н ^{1*}	12, 121
	20—120	В	163, 177
Фторопласты	20—60	В	3
	20—100	Н	125
Асбовинил	20—100	Н	43, 64
	20—120	Н	43
Пентапласт	20—60	С—Н ^{2*}	121
	20—60	Х—О ^{1*}	117, 177
Полнаимиды	20	О—Н ^{1*}	117, 177
	70	Н	177
Фенопласты	100	Н	177
	20—95	В—Н	125, 140
стеклопластики	20—100	Н	125
	20	Н	43
фаолит	20	С—Н ^{2*}	121
	20	Х—О ^{1*}	117, 177
текстолит	20	О—Н ^{1*}	117, 177
	20	Н	177
Замазки арзамит	20	В—Н	125, 140
	20	Н	125
Смоли	20	В	43
	40—90	С ^{3*}	43
полиэфирные	20	Х—О ^{1*}	117, 177
	70	О—Н ^{1*}	117, 177
фурамовые	100	Н	177
	20—60	В—Н	125, 140
эпоксидные	120	Н	125
	20	В	43
Лакокрасочные материалы	40—90	С ^{3*}	43
	20	Н	159
Бакелитовые лаки	20	В ^{1*}	178
	20	О—Н	187, 193
Битумные материалы	60—100	О—Н	187, 193
	20	В	187
Перхлорвиниловые лаки	20	О ^{1*}	187
	60	О ^{1*}	187

Примечания. ^{1*} С увеличением концентрации раствора стойкость ухудшается.

^{2*} Стойкость зависит от марки: Арзамит-2 более стойк, чем Арзамит-1.

^{3*} Данные для эпоксиднокаменноугольных составов, стеклопластики нестойки [125].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20-65	В	43, 177
СКН	20-60	В-Н	92, 163, 177
бутилкаучука	20-90	В	163, 170
силоксанового	150	Н	177
уретанового	20	О	177
хлоропренового	20-100	В	128, 177
фторкаучука	20	С	24, 177
ХСПЭ	20-95	В	140, 177
этиленпропиленового	20	В	177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20-100	В	159
Расплав		Н	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20-100	О-Н ^{1*}	159
Керамика, фарфор	20-100	О-Н ^{1*}	159
Цементы, бетоны, замазки	20-100	С-Н ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево ^{3*}	20	В	197
	60-100	О	197
Антегмит	20-100	О-Н ^{1*}	64
Графит пропитанный	20-100	С-Н ^{1*}	64, 69
Уголь	20-кип.	В	69, 159

Кальций азотнокислый (нитрат) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 56%)

<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	0,00	159
	20	>1,27	86, 180
легированные типа X13, X17, X25, X28	20-100	<0,1	11, 119

Примечания. ^{1*} С увеличением концентрации раствора стойкость ухудшается.

^{2*} Портландцемент стоек, кислотоупорные вяжущие и серный цемент нестойки.

^{3*} В разбавленном 5-10%-ном растворе.

^{4*} Стойкость зависит от вида импрегниата и концентрации раствора.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
легированные типа X18H10T	25	<0,5 ^{1*}	180
	100	<0,1	11, 119
X17H13M2T, 0X23H25M3D3T	20-100	<0,1	11, 119
Расплав		<0,1	11, 119
<i>Чугуны</i>			
серые	20	<0,1	159
	100	>10	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20	0,0001	39, 119
	100	<0,1 ^{2*}	159
Медь	20	<0,1 ^{2*}	159
	100	>10	159
<i>Бронзы</i>			
алюминиевые	20-100	<0,1	159
оловянистые	20	<0,1	159
Никель	20	<0,1 ^{2*}	159
	100	0,1-1,0	159
Монель-металл	20-100	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
Серебро	20-100	<0,1	159
Титан	20	0,000	4, 58
	100	<0,1	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20-60	В	36, 140
Полипропилен	20-60	В	140, 173
Полиизобутилен	20-60	В	173
Полистирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20-60	В	140
Полвинилхлорид	20-60	В	140, 191
Фторопласты	20-60	В	3, 140
Полиамиды	20-60	В	3, 140
Поликарбонаты	20	В	3, 102
Фенопласты	20-95	В	125
Замазки арзамнт	20-120	В	159

Примечания. ^{1*} В 10%-ном растворе; наблюдается межкристаллитная коррозия.

^{2*} В отсутствие кислорода воздуха.

^{3*} В растворах с кислой реакцией подвергается коррозии.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смоли			
полиэфирные	20—80	В	159
фурановые	20—120	В	125
эпоксидные	20—100	В	125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—65	В	178
Резины на основе каучуков			
натурального	20—60	В	170
СКС, СКН	20	В	170
бутилкаучука	20—60	В	170
хлоропренового	20—90	В	70
ХСПЭ	20—80	В	75, 170
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В ^{2*}	159
Графит пропитанный, уголь	>200	Не применим	159

Кальций сернистый (сульфат) CaSO₄
(водные растворы; концентрация при 20°C 0,2%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,1—1,0 ^{3*}	159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	<0,1	11, 119
	200	>10 ^{4*}	56
X21H5T	20	<0,008	20
	100	<0,003	20
	Кип.—200	<0,1	56

Примечания. 1* Гидравлический, серный и портландцементы нестойки.

2* В разбавленных растворах,

3* В растворах с pH > 7,

4* В 5%-ном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X18H10T	Кип.—200	<0,1 ^{1*}	56
	20—100	3,0—10 ^{1*}	56
X18H10T, X17H13M2T, X17H13M2T, 0X23H28M3D3T	Кип.—200	<0,1 ^{1*}	56
	20—100	<0,1	159
Чугуны			
серые	20—кип.	От <0,1 до >10 ^{2*}	159
кремнистые	20—кип.	<0,1	159
Алюминий	20	0,01	120
	100	1,02	196
Медь, бронзы, латунь	20—100	<0,1	159
Никель, монель-металл	20—кип.	<0,1	39, 159
Сплавы типа H70M27Ф	20—100	<0,5	159
Свинец	20—100	0,000	39, 120
Серебро	20—100	<0,1	159
Тантал	20—100	<0,1	159
Титан	20—60	<0,13	39, 119
	100	<0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20	В	159
Полстирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В	102, 140
Фторопласты	20—60	В	140
Асбонит	20	В	12
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	159
Фенопласты	20—95	В	125
Смоли			
полиэфирные	20—65	В	125
	100	Х	142
фурановые	20—120	В	125, 140
эпоксидные	20—95	В	125, 140

Примечания. 1* В 5%-ном растворе.

2* В присутствии влаги корродируют; применимы в безводной соли.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—60	В	178
Резины на основе каучуков			
натурального	20—60	В	159
СКС	20	В	159
СКН	20	В	159
бутилкаучука	20—60	В	159
хлоропренового	20—60	В	70
ХСПЭ	20—80	В	75, 159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—100	В	159
Уголь	20	В	159
Кальций (магний) углекислый (карбонат) CaCO ₃ , MgCO ₃ (трудно растворимы; концентрация MgCO ₃ при 20 °С ~ 0,13%)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые легированные типа X13, X17, X25, X28	20—100	От < 0,1 до 3,0 ^{2*}	159
X21H5T	20	< 0,1	39, 119, 159
X18H10T	20	< 0,1 ^{3*}	11
	20	< 0,1	10, 39
	360	0,008 ^{4*}	33
X17H13M2T, 0X23H28M3D3T	20	< 0,1	39, 119, 159

Примечания. ^{1*} Гидравлический и портландцементы нестойки.
^{2*} В зависимости от концентрации, температуры и условий эксплуатации.
^{3*} Данные для углекислого магния.
^{4*} Данные для углекислого кальция.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны			
серые	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	0,00 ^{3*}	39, 119
Медь, бронзы, латунь			
Никель, монель-металл	20—кип.	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0,1	119, 159
Свинец	20—кип.	< 0,1	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1 ^{2*}	119, 159
Титан	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20—50	В	159, 173
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласты	20—60	В	140
Пентапласт	20—120	В	78
Полиамиды	20—60	В	140
Фенопласты	20	В	159
Смолы			
полиэфирные	20—65	В—О ^{4*}	125, 159
фурановые	20—60	В ^{2*}	140
эпоксидные	20	В ^{2*}	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	В	159, 181
бутилкаучука	20	В	159, 181
хлоропренового	20	В	159

Примечания. ^{1*} В зависимости от концентрации, температуры и условий эксплуатации.

^{2*} Данные для углекислого магния.

^{3*} В насыщенном растворе MgCO₃.

^{4*} Стойкость зависит от сорта и марки смолы.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159
Кальций фтористый (фторид) CaF_2 (трудно растворим)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые легированные типа X18H10T, X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	20	<0,1	159
Чугуны			
серые	20	<0,1	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20	<0,1	159
Латунь	20	<0,1	159
Никель, монель-металл	20	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20	<0,1	159
Серебро	20	<0,1	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
	50	В ^{1*}	173
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159

Примечание. 1* Данные для бромиды кальция.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласты	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
Полиэфирные смолы	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального. СКС.	20—65	В	129
СКН			
бутилкаучука	20—65	В	129
хлоропренового	20—65	В	129
ХСПЭ	20—65	В	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Керамика	Расплав	Н	159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20	В	159
	Расплав	В	159
Уголь	20	В	159

Кальций хлористый (хлорид) CaCl_2 (водные растворы; концентрация при 20 °С до 43%)

<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые ^{1*}	20	0,15	
	90	0,08 ^{2*}	61
	100	От 0,5 до >1,3	39, 80
<i>легированные типа X13</i>			
	20	От <0,1 до 3,0 ^{3*}	56, 119
	50—кип.	1,0—3,0	11

Примечания. 1* Разбавленные растворы действуют сильнее, чем концентрированные; в присутствии воздуха коррозия возрастает.

2* В 25—30%-ных растворах.

3* При повышении концентрации раствора скорость коррозии увеличивается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали легированные типа X17	20 Кип.	От <0,1 до 1,0 ^{2*}	56, 119
X25, X28	20	<0,1	119
X17, X25, X28	50	0,1—1,0	119
X21H5T	20	<0,018	20
	100	0,001—0,024	20
	Кип.	3,0	119
X18H10T	90	0,013 ^{1*}	61
X17H13M2T	100	<1,0	56, 119
X18H10T, X17H13M2T	20—50	<0,1	11, 119
OX23H28M3D3T	Кип.	0,1—3,0 ^{2*}	56, 119
	20	<0,1	56, 119
	90	0,007 ^{1*}	61
	Кип.	От <0,1 до 3,0 ^{2*}	39, 56
Чугуны серые кремнистые	20—кип.	От 0,1 до >10 ^{2*}	159
	20	<0,1	159
	100	0,1—1,0 ^{2*}	39
Алюминий	20	0,006 ^{1*}	39, 119
	20	0,03—0,08 ^{1*}	42
	100	1,0—3,0	159
Медь	20	<0,1	119
	100	0,1—3,0 ^{1*}	159, 196
Бронзы	20—80	<0,5	180
	125	0,5—1,3 ^{1*}	159, 180
Бронзы алюминиевые	90	<0,01 ^{1*}	61
Латунь	20	0,12	
	100	0,1—1,0 ^{1*}	159
Никель	20	0,00—0,1	39, 159
	100	0,1—1,0	39, 159
	310	0,4	119
Моель-металл	20	<0,05	39, 180
	100	От <0,05 до 0,5 ^{2*}	180
Сплавы типа H70M27Ф	20—кип.	От <0,1 до 1,0	159
H55X15M16B	20—кип.	<0,05	56

Примечания. 1* В 25—30%-ных растворах.

2* При повышении концентрации раствора скорость коррозии увеличивается.

3* Стойки при pH > 7.

4* Скорость коррозии зависит от концентрации раствора; в присутствии кислорода воздуха возрастает.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20—100	>10	39, 159
Серебро	20	<0,1	119
Тантал	20—150	0,000	119
Титан	20—100	<0,001	61, 58
	130	0,0013	61
	150—200	<0,13	58
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полнэтилен	20—60	В	36, 140
	100	В—Н	173
Полипропилен	20—100	В	140, 173
Полнизобутилен	20—70	В	36
	100	В—О	72, 173
Полистирол	20—60	В	36, 140
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 140
Полвинилхлорид	20	В	102
	60	В—О ^{1*}	102, 191
Фторопласт-4	20—100	В	61, 140
Фторопласт-3	20—60	В	61
Асбовинил	20—100	В	12, 91
Пентапласт	120	В	177
Полиамиды	20—100	В—X	140, 159
Поликарбонаты	20	В	102, 140
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фволит	20—120	В	40, 180
текстолит	20—100	В	61
Замазки арзамит	20—120	В	176, 187
Смолы			
полиэфирные	20—80	С	36, 89
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—95	В	125, 140
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	140, 159
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	54

Примечание. 1* В насыщенных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—70	В,	36, 129
СКН	20—65	В	92, 129
бутилкаучука	20—100	В	129, 159
полисульфидного	20—60	В	
уретанового	20	В	140
фторкаучука	20	В	177
хлоропренового	20—100	В	128
ХСПЭ	20—65	В	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика	20—100	В	159
Расплавы		В	159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	О	159
Графит пропитанный, уголь	20—150	В	31, 159

Кальций хлорноватистоокислый (гидохлорит)
 $\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и хлорная известь CaCl_2O
 (водные растворы любых концентраций)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	$> 10^{2*}$	159
легированные типа X13, X17	20	От $< 0,1$ до $> 10^{3*}$	119
	100	> 10	119
X18Ni9T	20—кип.	От $< 0,1$ до $> 10^{3*}$	59, 119

Примечания. ^{1*} Гидравлический и портландцементы нестойки.

^{2*} Могут использоваться в разбавленных растворах с pH > 7 и содержанием свободного хлора < 3 г/л.

^{3*} При концентрации раствора $> 2\%$ и содержании активного хлора > 3 г/л скорость коррозии резко возрастает.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X17Ni13M2T	20	1,0—3,0	56
	30	0,1—1,0 ^{1*}	119
0X23H28M3Д3Т	20	$< 0,1$	56
	100	От $< 0,1$ до $> 1,0^{2*}$	119
Чугуны			
серые	20—кип.	От $< 0,1$ до $> 10^{3*}$	159
кремнистые	20	$< 0,1$	1
	100—кип.	0,1—1,0	1
Алюминий	20	От $< 0,1$ до $> 10^{4*}$	12, 59, 196
Медь, бронзы	20—100	0,1—3,0	159
Латунь	20	0,1—1,0	159
Никель, монель-металл	20—100	От $< 0,1$ до $> 10^{5*}$	159
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	$< 0,1$	159
H55X15M16B	30	0,0025	39
	70	1,0—3,0	56, 119
Свинец	20	От 0,2 до $> 3,0$	159, 196
Серебро	20—100	$< 0,1$	159
Титан	30	0,000	39
	100	$< 0,13$	105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен			
	20	В	140, 191
	60	В—О ^{6*}	36
Полипропилен			
	20—60	В	140
Полиизобутилен			
	20	В	193
	60	В—О	159, 193
Полистирол			
	20	В—Х	140, 154, 173
	50	О	173
Полиметилметакрилат			
	20—60	В	140
	80	С	36

Примечания. ^{1*} В 18—20%-ных растворах.

^{2*} В 2—6%-ных растворах.

^{3*} Могут использоваться в разбавленных растворах с pH > 7 и содержанием свободного хлора < 3 г/л.

^{4*} Нестоек в сильно щелочных и концентрированных растворах.

^{5*} При концентрации раствора $> 2\%$ и содержании активного хлора > 3 г/л скорость коррозии резко возрастает.

^{6*} С повышением концентрации раствора и температуры стойкость понижается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Поливинилхлорид	20—60	В — X	36, 102
Фторопласты	20—60	В	140
Асбонил	20	Н	12
Полиамиды	20	С	140
	60	С — О	140, 176, 193
Фаолит	20	В	12
Замзки арзамит	20	В	193
	60	Х	176, 193
	100	О	176, 193
Смоли			
полиэфирные	20—60	В — Н ^{1*}	131, 140, 154
эпоксидные	20	В	140
	60—100	О — Н	27, 146
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В — О ^{2*}	140, 179
Битумные материалы	20—60	В ^{1*}	146
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—60	В — О ^{3*}	36, 129
СКН	20—60	С — О ^{3*}	129, 146
бутилкаучука	20—65	В	129
полисульфидного	20	Н	159
уретанового	20	С	140
хлорпренового	20	О — Н	36, 129
фторкаучука	65	О	129
	65	С — О	36, 129
ХСПЭ	65	С	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—100	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	159
Керамика	20—60	В	159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159

Примечания. ^{1*} С повышением концентрации раствора и температуры стойкость понижается.

^{2*} Стойкость зависит от марки фенолоформальдегидной смолы.

^{3*} Стойкость зависит от рецептуры резины; эбониты более стойки, чем мягкие резины.

^{4*} Стойкость зависит от сорта выжущего, концентрации раствора и от содержания в нем активного хлора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	С — Н ^{1*}	159, 197
Графит пропитанный, уголь	20	В	159
	60	О	159
Кальций хлорноватокислый (хлорат) $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 66%)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
Стали			
углеродистые	25	0,1—0,5	159, 180
	100	> 10	159
легированные типа			
X13	20	От < 0,1 до 0,5	159, 180
X18H10T	20—кип.	От < 0,1 до 0,5	159, 180
X17H13M2T	20	< 0,1	159
OX23H28M3D3T	20—100	< 0,05	180
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
	100	> 10	159
кремнистые	20—кип.	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	159
Алюминий	20—кип.	< 0,1 ^{3*}	159
Медь, латунь	20	< 0,1	159
	60—100	0,1—1,0	159
Бронзы			
алюминиевые	20—100	< 0,1	159
оловянистые	20	< 0,1	159
Никель	20	< 0,1	159
	100	0,1—1,0	159
Моноль-металл	20—100	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20—60	< 0,1	180
	100	< 0,5	180
Свинец	20	0,1—1,0	159
	100	> 10	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159

Примечания. ^{1*} С повышением концентрации раствора и температуры стойкость понижается.

^{2*} С повышением концентрации раствора > 10% стойкость ухудшается.

^{3*} В отсутствие активного хлора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 40
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—70	В	36
Полистирол	70	С	36
Полиметилметакрилат	20	В	154
Поливинилхлорид	20—60	В ^{1*}	36, 140
Фторопласты	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	159
Фенопласты	20—100	В	159
Полнэфирные смолы	65	С	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	В	36, 170
СКС	20—60	С	170
СКН	20	О	159
бутилкаучука	20—60	В	159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В ^{1*}	159
Уголь	20—100	В	159

Примечания. ^{1*} Только в разбавленных растворах.
^{2*} Гидравлический, серый и портландцементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Кальция гидроксид $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (водный раствор; концентрация при 20 °С 0,16%)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20 100	0,0—0,05 < 0,5	180 180
легированные типа Х13	20 100	< 0,1 < 0,5	39 180
Х21Н5Т, Х18Н10Т, Х17Н13М2Т, 0Х23Н28М3Д3Т	20—кип. 20	< 0,1 < 0,1	11, 39 39
Чугуны серые	20	< 0,1	12
кремнистые	20—кип.	< 0,1	12
Алюминий	20 20—100	0,08 ^{1*} > 10	1, 39 180
Медь, бронзы, латуны	20—100	От < 0,1 до 0,5	159, 180
Бронзы оловянистые	60—100	0,1—1,0	159
Никель	20—кип.	< 0,1	159
Монель-металл	20—кип.	< 0,001	39
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Н55Х15М16В	Кип. 20—кип.	0,075—0,75 < 0,075	165 165
Свинец	20	< 0,5	39, 196
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159
Титан	100	< 0,13	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36
Полиизобутилен	20—60	В	36, 170
Полистирол	20	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В—Н	36, 57, 159

Примечание. ^{1*} В концентрированном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Подвиный хлорид	20—60	С	36, 187
Фторопласт-4	20—200	В	179
Фторопласт-3	20	В	170
Полиформальдегид	20—60	В	102
Асбовинил	20	В	12
Пентапласт	20—120	В	177
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	Н	125
фволит	20	С	36
	100	Н	159
Замазки араамит	20—100	О	187
Смолы			
полиэфирные	20—60	В—Н	44, 159, 176
фурановые	25—60	С—Н	36, 125
	120	Н	125
эпоксидные	20—100	В—Н ^{2*}	125, 176
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	Х	178
	60	О	187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	С ^{1*}	1
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—60	В	36, 159
бутилкаучука	20	В	159
полсульфидного	20	Н	159
хлоропренового	20—90	В	36, 70, 170
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—60	В ^{2*}	1
	100—кип.	О	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика	20—кип.	В	159

Примечания. 1* В концентрированном растворе.
2* Кварцевое стекло нестойко.
3* Стеклопластики нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фарфор	20	В	159
	100	Х	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—30	В—О	1, 159
Графит пропитанный	20—кип.	В	159
Уголь	20	В	159
Литий хлористый (хлорид) LiCl·H ₂ O (водные растворы; концентрация при 20 °С до 45%)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
Стали			
углеродистые	20—кип.	От 1 до >10 ^{2*}	159
легированные типа X13	20	>10	119
X17, X25, X28	20	3,0—10	119
X18N10T, X17N13M2T	20—кип.	<0,1 ^{3*}	119, 159
0X23N28M3D3T	20	<0,1	119
Чугуны			
серые	20—кип.	От 1 до >10 ^{2*}	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20	1,0—3,0	159
	100	>10	159
Медь	Расплав	>10	39, 119
Медь, латушь	20—100	От <0,1 до >10 ^{4*}	159
Бронзы	20—100	От <0,1 до 3,0 ^{4*}	159
Никель	20—кип.	От <0,1 до 1,0 ^{4*}	159
	Расплав	>10	39, 119
Монель-металл	20—100	От <0,1 до 3,0	159
Сплавы типа N70M27Ф	20	<0,1	159

Примечания. 1* Гидравлический и портландцементы вполне стойки, кислотоупорные замазки, бетон и серый цемент нестойки.

2* В присутствии воздуха коррозия усиливается.
3* Стойки, но подвержены язвенной коррозии и коррозии под напряжением.

4* Стойкость колеблется в зависимости от наличия кислорода воздуха и температуры.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159
	Расплав	> 10	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Полиметилметакрилат	20	Н	159
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Полиформальдегид	60	В	102
Асбовинил	20	С	12
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты			
фаолит	20	В	12
текстолит	100	С	12
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	В — Х	159
Графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Лития гидрид LiH и алюмогидрид LiAlH ₄			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20 — кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	159
легированные типа X18H10T, X17H13M2T, 0X23H28M3D3T	20—100	< 0,1 ^{2*}	159
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20	> 10	159
Алюминий	20	< 0,1	159
Никель	20—100	От < 0,1 до 3,0	159
Серебро	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Поливинилхлорид	20	Н	159
Фторопласт-4	20	В	159
	60—100	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	159
Керамика, фарфор	Расплав	Н	159
	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	159
Графит пропитанный, уголь	20—100	В	159
	Расплав	Н	159

Примечания. 1* Применяются только безуглеродистые стали.
2* В органических растворах при полном отсутствии влаги.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Магний сернистый (сульфат) MgSO₄ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 26%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,06	39
	20	0,1—1,0	159
	Кип.	1,0—3,0	146
легированные типа			
X13	20	1,0—3,0	11, 119
	100	> 10	56
X17	100	< 0,5	180
X17, X25, X28	20	От < 0,1 до 1,0	11, 119
X21H5T	20	< 0,008	11, 20
	100	< 0,003	20
X18H10T, X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20—100	< 0,1	39, 159
Чугуны			
серые	20 — кип.	От < 0,1 до 3,0	146
кремнистые	20 — кип.	< 0,1	159
Алюминий	20	0,0006	39
	Кип.	От < 0,7 до 1,6	39, 119, 159
Медь	100—200	< 0,1	159
Бронзы	100	< 0,1	159
Медь, бронзы	20	< 0,003	39
Латунь	20—100	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	159
Никель	20 — кип.	< 0,1	119
Монель-металл	20—100	< 0,1	39, 159
Сплавы типа Н70М27Ф, Н55Х15М16В	20—100	< 0,05	146
Свинец	20 — кип.	< 0,1	39
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,13	39, 105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—100	В	36, 193
Полипропилен	20—100	В	140, 159
Полиизобутилен	20—80	В	36

Примечание. 1* Стойкость зависит от концентрации и температуры раствора.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20—60	В	159, 173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Полivinилхлорид	20—40	В	36, 102
	60	С—О ^{1*}	102
Фторопласты	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	102
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—100	В	3, 36, 176
Замазки арзамит	20—120	В	3, 159, 176
Смолы			
полиэфирные	20—100	В	125, 193
фурановые	20—120	В	36, 85
эпоксидные	20—95	В	125, 140
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	140
Битумные материалы	20—65	В	191
	100	О	193
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—60	В	36, 72
бутилкаучука	20—95	В	70, 146
хлоропренового	20—90	В	36, 72
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	159
Керамика, фарфор	20—100	В	193
Фарфор	Расплав	Н	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{2*}	193
Прочие материалы			
Дерево	20—60	В	131, 159
Графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	69, 159

Примечания. 1* В концентрированных растворах стойкость выше чем в разбавленных.
2* Гидравлический и портландцементы нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Магний хлористый (хлорид) $MgCl_2$ (водные растворы; концентрация при 20 °С 35%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	39, 159
легированные типа Х13	85 — кип.	0,1—1,0	33, 39
	20	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	39, 56, 119
	Кип.	> 10	56, 119
	135	< 0,1 ^{2*}	33, 119
Х17, Х25, Х28	20	< 0,1	119
	Кип.	1,0—3,0	119
Х21Н5Т	20	< 0,008	20
	100	0,001—0,024	20
	Кип.	< 0,1	56
Х18Н10Т	85	< 0,01 ^{3*}	39
	135	0,0003 ^{2*}	33
Х17Н13М2Т	Кип.	> 1,15	165
	135	0,009 ^{2*}	33, 119
Х18Н10Т, Х17Н13М2Т, ОХ23Н28М3Д3Т	20	< 0,1	159
	100—кип.	< 0,1	119
		< 0,5	33, 119
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
	100—кип.	0,1—1,0	159
кремнистые	20—кип.	< 0,1	159
Алюминий	20—60	< 0,1 ^{4*}	39
	100—кип.	3—10	159
Медь	20	< 0,1	159
	100	0,1—1,0	159
Бронзы			
алюминиевые	20—100	0,1—1,0	159
оловянистые	20	0,007	39
	100	0,1—1,0	159
Латунь	20—100	< 0,1	159

Примечания. ^{1*} В растворах средних концентраций скорость коррозии максимальна [56, 119], а по данным [39] до 10 мм/год.

^{2*} В 42%-ном растворе подвержены коррозионному растрескиванию [33, 119].

^{3*} В насыщенном растворе [39].

^{4*} Не пригоден вследствие очень сильной местной коррозии [39].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель	20 — кип.	< 0,1	146
Монель-металл	20 — кип.	< 0,075	165
Сплавы типа Н70М27Ф	20 — кип.	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,5	146
	100	> 10	146, 159
Серебро	20—100	< 0,1	119
	Расплав	> 10	159
Тантал	20 — кип.	0,000	56
Титан	20 — кип.	< 0,1	105, 159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
	100	В — Н	173
Полипропилен	20—100	В	140, 173
Полиизобутилен	20—80	В	36
	100	С — О	36, 173
Полистирол	20—60	В	36
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—40	В	102
	60	С — О ^{1*}	36, 102, 190
Фторопласты	20—60	В	140
Асбестовый	20	В	12
Пентапласт	20—120	В	
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	140
Фенопласты			
стеклопластики	25—100	В	125
фолит	20—100	В	159
текстолит	20—80	В	121
Замазки арзамит	20—120	В	159
Смолы			
полиэфирные	20—120	В	125, 146
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—100	В	125, 140
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—100	В	178, 193
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187

Примечания. ^{1*} В концентрированных и насыщенных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—70	В	36
	20—70	В	
СКН	20—60	В	159
бутилкаучука	20—100	В	70, 146
полисульфидного	20	В—О ^{1*}	31, 176
хлоропренового	20—100	В	193
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	146
Керамика, фарфор	20—кип.	В	146
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—кип. 100 Кип.	В—Н О Н	122, 159
Ацтегмит	20—60	В	2
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В ^{3*}	159

Марганец сернистый (сульфат) $MnSO_4$ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 39%)

<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	<0,1	159
	100—кип.	0,6	39, 185
<i>легированные типа</i>			
X13, X17, X25, X28	20	<0,1	11, 119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	<0,1	11, 56, 119
OX23M28M3D3T	20—100	<0,1	119
<i>Чугуны</i>			
серые	20	<0,1	159
	100—кип.	0,6—1,0	185
кремнистые	20—100	<0,1	159

Примечания. ^{1*} Герметик ГШ-1 вполне стойк, резины относительно стойки.

^{2*} Гидравлический и портландцементы нестойки, кислотоупорные замазки и бетоны вполне стойки.

^{3*} Без пропитки уголь прочищаем.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Алюминий</i>			
	20	<0,1	159
	60	0,1—1,0	159
	100	1,0—3,0	159
Медь, бронзы	20—100	<0,1	159
Латунь	20—100	От <0,1 до 3,0 ^{1*}	159
Никель	20—100	<0,1	39, 119
Моноль-металл	20—60	0,12	39
<i>Сплавы типа</i>			
H70M27Ф	20—100	<0,1	159
H55X15M16B	20	0,075—0,75	165
Свинец	20	<0,1	159
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	20—100	<0,1	159
Титан	20	<0,1	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	159
Полиизобутилен	20—60	В	159
Полистирол	20—60	В	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В	159
Фторопласты	20—100	В	159
Полиамиды	20—60	В	159
Поликарбонаты	20	В	102
Фенопласты	20—100	В	159
Замазки арзамит	20—100	В	159
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20	В	159
фурановые	100	В	36
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—100	В	159

Примечание. ^{1*} В воде, содержащей сернистый марганец, наблюдается явление обесцвечивания, в остальных условиях латунь стойка до 100 °С [159].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—60	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20—60	В	159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В — О ^{1*}	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{2*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—кип.	В	159
Уголь	20	В	159

Марганец хлористый (хлорид), гидрат $MnCl_2 \cdot 4H_2O$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 42%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,1—1,0	159
	100	> 10	159
легированные типа X13, X17	20	1,0—3,0 ^{3*}	119
	Кип.	> 10	39, 119
X25, X28	20	< 0,1	119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 119
OX23H28M3Д3Т ^{4*}	35	< 0,01	39
	60	0,014—0,016	39
	100	< 0,05	39

Примечания. ^{1*} В автоклавах (под давлением) сернистый марганец ускоряет разложение силикатного стекла водой. В обычных условиях стекло вполне стойко.

^{2*} Гидравлический и порландцемент нестойки.

^{3*} В 50%-ном растворе; в 10%-ном растворе скорость коррозии < 0,1 мм/год.

^{4*} Данные для стали типа карленгер 20 (X20H29M2Д3) [39].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны			
серые	20	1,0—3,0	159
	Кип.	> 10	159
кремнистые	20—100	< 0,1	39, 159
Медь, бронзы	20—100	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	159
Никель	20	< 0,1	159
	60	0,1—1,0	159
	100	1,0—3,0	159
Монель-металл	20—100	От < 0,1 до 3,0 ^{2*}	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
	100	0,1—1,0	159
Свинец	20	> 10	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20	0,0002	105
	35—100	0,000 ^{3*}	105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	В	159
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Асбонит	20	В	12
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты	20—100	В	159
Текстолит	20—80	В	159
Замазки арзамит	20	В	159
Смоли			
полиэфирные	20	В	159
эпоксидные	20	В	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159

Примечания. ^{1*} Стойкость меди и ее сплавов зависит от концентрации раствора; в присутствии кислорода воздуха коррозия усиливается.

^{2*} Коррозия усиливается при повышении температуры.

^{3*} В аэрируемых растворах титан не корродирует.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
	100	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Медно-аммиачный комплекс $[\text{Cu}_2(\text{NH}_3)_4](\text{CH}_3\text{COO})_2$

Металлы и сплавы			
Стали 1*			
углеродистые легированные типа X13	20—кип.	От <0,1 до >10	159
X17	20—кип.	От <0,1 до >10	159
X18H10T	70—80	0,002	63
X18H10T	100	0,0001	63
X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	От <0,1 до >10	159
OX23H28M3D3T	20	<0,1	159
Чугуны			
серые	20—кип.	От <0,1 до >10 ^{2*}	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20	От <0,1 до >10 ^{2*}	159
Медь	20	От <0,1 до >10 ^{3*}	159

Примечания. 1* Стойкость сталей всех марок (кроме OX23H28M3D3T) и серых чугунов зависит от кислотного остатка комплексной соли: ион хлора вызывает сильную коррозию, ион CH_3COO^- значительно меньше.

2* Стоек в присутствии свободного аммиака, в его отсутствие разрушается.

3* При наличии в меди не более 0,01% примесей она корродирует незначительно, при большем их содержании коррозия возрастает.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Бронзы, латунь	20	>10	159
Никель, монель-металл	20	<0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20—100	От <0,1 до >10 ^{1*}	159
Серебро	20	>10	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
Замазки арзамит	20	В	159
<i>Смолы</i>			
фурановые	20	В	159
эпоксидные	20	В	159
	70—80	Н	63
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	100	О	63
	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
Фуриловые лаки	100	Н	63
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Примечание. 1* В кислых растворах не корродирует, в щелочных (аммиачных) нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Медь азотнокислая (нитрат) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 55%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	39, 180
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1	11, 39, 119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 39, 165
OX23H28M3D3T	20—кип.	< 0,1	39, 119
Алюминий	20	> 10	39, 119
Медь, бронзы	20—100	> 10	119, 159
Никель	20	< 0,1 ^{1*}	119
Монель-металл	20	> 10 ^{2*}	180
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	0,1—1,0	180
	100	> 10	159
H55X15M16B	20	0,075—0,75	165
	50	> 10	180
	20	0,000	39
Серебро			
	20		

Неметаллические материалы

Пластмассы

Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	70	В	36
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласт-4	20—100	В	3, 140
Фторопласт-3	20—60	В	3, 140
Пентапласт	20—120	В	
Полиамиды	20—60	В	3, 140
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фяолит	20—100	В	36
Замазки арзамит	20—120	В	176, 187

Примечания. ^{1*} Данные для нейтральных растворов, по другим данным [190] нестойк.

^{2*} По данным [165] в 1—5%-ных растворах при 20 °С и в 90%-ных горячих растворах монель-металл достаточно стойк и применим.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
полиэфирные	20—80	В	125, 187
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—100	В	3, 125
Лакокрасочные материалы			
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—60	В	159, 187
СКН	~ 20	Н	159
бутилкаучука	20—80	В	159
хлоропренового	20—60	X—H	153, 187
Неорганические материалы			
Стекло	20—100	В	180
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	176, 187
Прочие материалы			
Графит пропитанный	20—150	В	180, 187

Медь сернокислая (сульфат) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 17,5%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа X13, X17	20	< 0,1	39, 119
	100—кип.	От < 0,1 до 1,0	39, 119
X25, X28	20—кип.	< 0,1	119
X21H5T	20	≤ 0,008	20
	100	≤ 0,003	20
	Кип.	< 0,1	119
X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	119
OX23H28M3D3T	100—кип.	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20—100	< 0,1	39
	Кип.	0,1—1,0	39

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20	> 10	39, 119
Медь, бронзы, латунь	20	< 0,1	119, 159
	100	От <0,1 до >10 ^{1*}	159
Никель	20	< 0,5	121, 146
	100—кип.	> 10	39, 119
Монель-металл	20	< 0,1	39
	100—кип.	От <0,1 до >3,0	159, 165
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0,1	159
Н55Х15М16В	100—кип.	< 0,075	165
Свинец	20—100	< 0,1	119
Серебро	20—100	< 0,1	119
Тантал	20—кип.	0,000	39, 196
Титан	20—кип.	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—100	В	30, 173
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—100	В	173
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20	В	30, 102
	60	В—О ^{2*}	36, 102
Фторопласты	20—60	В	54, 140, 187
Асбвинил	20	В	122
Пентапласт	20—120	В	177
Полиамиды	20—60	В—Н	132, 140, 177
Поликарбонаты	20	В	102
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—120	В	40, 122
текстолит	20	В	122
Замаски асбамит	20—120	В	122, 159, 187
Смолы			
полиэфирные	20—100	В	89, 177
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—100	В	125, 140

Примечания. 1* Скорость коррозии увеличивается, если в растворе присутствует свободная серная кислота, и зависит от реакции раствора, температуры и наличия воздуха.

2* В концентрированных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	140, 159
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—80	В	30, 36
СКС, СКН, бутилкаучука	20—60	В	36, 177
полисульфидного	20	В	31, 177
	60	С—Н ^{1*}	31, 77, 177
силоксанового	20—100	В	77, 177
уретанового	20	В—О	140, 177
хлоропренового	20—100	В ^{2*}	77, 128
	70	О	187
фторкаучука ХСПЭ	20	В	177
	20—80	В	177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	30, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54, 159
Керамика	20—кип.	В	30, 159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{3*}	122, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	В—Н ^{4*}	131, 159
Антегмит	20—60	В	69
	100—кип.	С—О	31, 102
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	31, 159

Примечания. 1* Стойкость зависит от концентрации раствора и марки тиколового герметика.

2* В покрытиях для разных марок напирата стойкость различна [77].

3* Гидравлический и поргладцементы нестойки.

4* В разбавленных 5%-ых растворах дерево вполне стойко при 82 °С, в концентрированных растворах нестойко.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Медь уксуснокислая (ацетат) $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 6,7%)

Металлы и сплавы

Стали углеродистые	20—кип.	От <0,1 до >10 ^{1*}	73, 159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—кип.	<0,1	39, 119
X18Ni10T,	20—кип.	<0,1	39, 119
X17Ni13M2T,			
0X23Ni28M3D3T			
Чугуны серые	20—100	<0,1 ^{1*}	159
Алюминий	20	>10	159
Медь, бронзы	20—100	<0,1 ^{2*}	159
Бронзы оловянистые	—	Не применимы	39
Латунь	20	>10	159
Никель	20	<0,1	159
Монель-металл	20—100	<0,1	159
Свинец	20	>10	159
Серебро	20—100	<0,1	159
Тантал	20—100	<0,1	159

Неметаллические материалы

Пластмассы

Полиэтилен	20—100	В	159
Полиизобутилен	20—100	В	36, 159
Полистирол	20	В	159
	60	Н	159
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В	36
Фторопласты	20	В	159
Фенопласты	20—100	В	36
Замазки арзамит	20	В	54, 159
Фурановые смолы	90	В	36

Примечания. ^{1*} При комнатной температуре в отсутствие воздуха коррозия незначительна, но при повышенных температурах, особенно в условиях испарения и наличия следов воздуха, развивается сильная коррозия.

^{2*} Данные [159] для разбавленных и концентрированных нейтральных и щелочных растворов. В кислых растворах корродируют.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Лакокрасочные материалы

Бакелитовые лаки	20—100	В	54
Битумные материалы	20	В	159

Резины на основе каучуков натурального, СКС

	20—60	В	36
--	-------	---	----

Неорганические материалы

Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика	20—кип.	В	54
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159

Прочие материалы

Дерево	20	В	159
Антегмит, графит пропитанный	20—100	В	159
Уголь	20	В	159

Медь хлористая (хлорид I) Cu_2Cl_2 (водные растворы очень разбавленные; при 20 °С концентрация 0,006%)

Металлы и сплавы

Стали углеродистые	20—кип.	>10	39
легированные типа X13	20	>10	159
X18Ni10T,	20—кип.	>10	159
X17Ni13M2T			
Чугуны кремнистые	Кип.	>10	159
Алюминий	20	>10	39
Медь, бронзы	20—100	От 0,1 до >10 ^{2*}	159
Латунь	20	>10	39
Никель	20	>10	39, 119
Монель-металл	20—100	От 0,1 до >10 ^{2*}	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	>10	159

Примечания. ^{1*} Гидравлический и портландцементы нестойки.

^{2*} В отсутствие окислителей коррозия незначительна. В обычных условиях нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20 Кип.	0,1—1,0 > 10	159 159
Серебро	20	> 10	39
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20 Расплав Кип.	0,005 < 1,3 < 0,01	39 39
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140
Полнизобутилен	20—70	В	36
Полистирол	20—50	В	2, 54
Полиметилметакрилат	50	В	2
Поливинилхлорид	20—40 60	В Х	36 140
Фторопласт-4	20—100	В	54, 140
Фторопласт-3	20—60	В	140
Асбовинил	20	В	12
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	102
Текстолит	20—80	В	12
Замазки арзамит	20	В	2
Смолы			
полиэфирные	20—60 100	В Х	142 142
фурановые	20	В	102
эпоксидные	100—120 20	С — Н В	36, 102 159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	54, 159
Битумные материалы	20	В	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—60	В	36, 54
бутилкаучука	20—60	В	159
хлоропренового, СКН	20	В	92, 159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	54
Керамика	20 — кип.	В	54
Фарфор	20	О	121
Цементы, бетоны, замазки	20	В 1*	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—60	О — Н	159
Ангемит, графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	69, 102, 159
Медь хлорная (хлорид II) CuCl_2 (водные растворы; концентрация при 20 °С до 42,2%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа X13, X17, X25, X28 X21H5T	20 — кип. 20 60	> 10 < 0,1** 1,0—3,0**	11, 119 10, 56 56
X18H10T, X17H13M2T 0X23H28M3D3T	75 — кип. 20 Кип. 20	> 10 < 0,1** > 10 > 10	10, 56 10 39, 56, 119 159
Чугуны	100 — кип.	0,1—1,0 > 10	159 56, 119
серые	20	> 10	159
кремнистые	20 Кип.	0,1—1,0 > 10	159 39, 159
Алюминий	20	> 10	159
Медь	20	1,0—3,0 2*	176
Латунь	20	> 10	39
Никель	20	> 10	39, 119
Монель-металл	20	0,1—1,0 3*	165, 176
Сплавы типа H70M27Ф H55X15M16B	20 20	> 10 > 0,1	119 119, 165
Свинец	20 100	> 0,1 > 10	159 159

Примечания. 1* Гидравлический и портландцементы нестойки.
2* По данным [119] медь нестойка.
3* В разбавленных до 5% растворах [165] и при использовании в качестве прокладок [176]. 4* В разбавленных до 8% растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Серебро	20—100	> 10	39, 119
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,01	58
	Кип.	0,000	39
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В	159
Полистирол	20—60	В	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласт-4	20—100	В	187
Фторопласт-3	20—60	В	140
Асбовинил	20	В	12
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	102
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фэолит	20—100	В	40
текстолит	20—80	В	12
Замазки арзамит	20—120	В	187
Смолы			
полиэфирные	20—80	В	125, 187
фурановые	20—120	В	125
эпоксидные	20—100	В	125, 140
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	54, 159
Битумные материалы	20—60	В	187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—65	В	129
бутилкаучука	20—80	В	129
хлоропренового	20—65	В	129
ХСПЭ	20—80	В	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54, 159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20—кип.	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—60	В	159
Антегмит, графит, уголь	20—кип.	В	36, 159

Медь цианистая (цианид) Cu(CN)₂

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	Кип.	< 1,15	165
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1	56, 119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 56, 165
X17H13M2T			
0X23H28M3D3T	20	< 0,1	119
Чугуны кремнистые	100	< 1,0	39
Алюминий	25—100	> 10	180
Медь, бронзы	25—100	> 10	180
Монель-металл	25—100	0,13—0,5	180
	Кип.	0,075—0,75	165
Сплавы типа			
H70M27Ф	Кип.	0,075—0,75	165
H55X15M16B	Кип.	< 0,115	165
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—70	В	36
Полипропилен	20—60	В	140
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласты	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	140
Фенопласты	20	В	36, 159
Смолы			
полиэфирные	65	В	125
фурановые	20	В	36
эпоксидные	20—60	В	140

Примечание. * Гидравлический и портуландцементы нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i> натурального, СКС бутилкаучука, СКН хлоропренового	60	В	36
	20	В	155
	60	В	36
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	25—100	В	159, 187
Кислотоупорная эмаль	Кип.	В	187
Керамика	Кип.	В	187
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	25	В	159

Мышьяк хлористый (хлорид) $AsCl_3$ ^{1*}
(водные растворы; концентрация
при 20 °С до 31%)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	25	0,13—0,5 ^{2*}	180
Алюминий	20	0,13—0,5 ^{2*}	180, 185
	50—100	> 10	180
Медь, бронзы, латушь	20	> 10	180
Никель	25	0,13—0,5 ^{2*}	180, 185
Монель-металл	20	< 0,1	159
Свинец	20—100	0,1—1,0	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Фволит	20	В	40
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—70	В	159, 186
СКС, СКН	20	В	159, 186
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159

Примечания. 1* В воде гидролизуется.
2* В 100-5ной безводной соли.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159, 186
Керамика, фарфор	20	В	159, 186
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20—110	В	54, 159, 186

Натрий азотистокислый (нитрит) $NaNO_2$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 46%)

Металлы и сплавы			
Стали	20	0,1—1,0	159
углеродистые			
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1	11
X21H5T, X18H10T	100	0,00—0,003	11, 20
	Кип.	< 0,1	11
X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 119
Алюминий	20	< 0,1	119
Медь, бронзы	20	0,1—1,0	159
Никель	20	0,1—1,0	159
Монель-металл	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36
Полиизобутилен	20—60	В	36
Полистирол	70	С	36
Полиметилметакрилат	20—60	В	187
Поливинилхлорид	20—40	В	36
Фторопласт-4	20—100	В	187
Фенопласты	Кип.	С ^{2*}	36
Замазки араамит	20—120	В	187

Примечания. 1* Гидравлический и поргладдцементы нестойки.
2* В азотистокислом калии.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы полнэфирные фурановые эпоксидные	20—80	В ^{1*}	142, 187
	Кип.	С ^{1*}	36
	20—100	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20—60	В	187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	В	36
СКС	30	С ^{1*}	36
СКН, бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20—70	В	36, 128
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	159
Фарфор	20—100	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	187
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—150	В	187
Уголь	20	В	159

Натрий (калий) азотнокислый (нитрат) NaNO_3 , KNO_3
(водные растворы; концентрация при 20 °С до
47% NaNO_3 и до 24% KNO_3)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	<0,1	12, 159
	100—115	0,1—5,5 ^{2*}	39, 159
	Расплав	1,2—2,2 ^{3*}	63

Примечания. ^{1*} В азотистокислом калии.

^{2*} Максимальная скорость коррозии в насыщенном растворе азотнокислого калия.

^{3*} Данные для азотнокислого натрия.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
легированные типа X13, X17, X25, X28 X21H5T, X18H10T X18H10T X17H13M2T, 0X23H28M3D3T	20—кип.	<0,1	11, 119
	20—кип.	<0,1	11, 20, 119
	Расплав	<0,1	11, 119
	400	0,45 ^{1*}	61
	20—кип.	<0,1	11, 39, 146
	Расплав	<0,1 ^{1*}	39
<i>Чугуны</i>			
серые	20	<0,1 ^{1*}	159
	20—кип.	<0,1	159
кремнистые	Расплав	<1,0	86
Алюминий	20—100	0,000	39, 119
	Расплав	0,41 ^{1*}	61
Медь, бронзы	20—100	От <0,1 до <0,5	146, 159
	100	0,5—1,27 ^{2*}	146
Медь, бронзы, латунь	Расплав	>10 ^{1*}	159
Никель	20—100	<0,1	39, 119, 159
	Расплав	От <0,1 до 0,46	39, 61, 63
Моноель-металл	20	<0,1	39
	60—100	0,1—1,0	146, 159
Сплавы типа H70M27Ф	20—100	<0,1	146, 159
	130	<0,5 ^{2*}	146
	20—100	<0,5 ^{2*}	146
Свинец	20—100	От <0,1 до 3,0 ^{3*}	159
	20	<0,1 ^{1*}	159
Серебро	Расплав	>10	39, 63, 119
	20—кип.	0,00	56, 159, 196
Тантал	Расплав	0,00 ^{2*}	39, 119
	20—кип.	<0,1	159
Титан	20—кип.	<0,1	159
	20—кип.	<0,1	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
	20—60	В	140, 173
Полипропилен	20—60	В	72, 173
Полиизобутилен	20—60	В	173
Полистирол	20—50	В	173

Примечания. ^{1*} Данные для азотнокислого калия.

^{2*} Данные для азотнокислого натрия.

^{3*} В насыщенных растворах KNO_3 стойкость выше, чем в разбавленных.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—40	В	36, 102
	60	С — О ^{1*}	102, 191
Фторопласт-4	20—100	В	3, 54, 162
Фторопласт-3	20—60	В	3, 140
Полиамиды	20—60	В	3, 140
Поликарбонаты	20	В ^{2*}	3, 102
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—100	В	36, 40, 159
Замаски арзамит	20—120	В	176
Смоли			
полиэфирные	20—100	В	125, 142, 146
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—95	В	125, 176
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки ^{2*}	20—60	В	159
	100	Х	159
Битумные материалы	20—65	В	178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—60	В	36, 72, 159
бутилкаучука	20—60	В	72, 146, 159
полисульфидного	20	В ^{2*}	159
хлоропренового	20—80	В	36, 70, 72
ХСПЭ	20	В ^{3*}	140
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	146, 159
Керамика, фарфор	20—100	В	54, 159
Цементы, бетоны, замаски	20—100	В — Н ^{4*}	159

Примечания. 1* В насыщенных растворах KNO₃ стойкость выше, чем в разбавленных.

2* Данные для азотнокислого калия.

3* Данные для азотнокислого натрия.

4* В азотнокислом натрии гидравлический и портландцементы нестойки, при кипении в нем все виды силикатных вяжущих нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	Н ^{1*}	159
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	159
	Расплав	Непригоден	159
Натрий борнокислый (борат) NaBO ₂ (водные растворы; концентрация при 20°C до 20%)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
Стали			
углеродистые	20	1,0—3,0	159
легированные типа X13	Расплав	< 0,1	39
X17, X25, X28	20	< 0,1	11
X18H10T,	20	< 0,1	11
X17H13M2T	Расплав	< 0,1	39
OX23H28M3D3T	20	< 0,1	159
Алюминий	20	0,009	39, 57
Медь, бронзы, латунь	20	< 0,1 ^{2*}	159
Никель	20	< 0,1	159
Моель-металл	20—100	< 0,1	159
Свинец	20	0,1—1,0	159
Серебро	20	< 0,1	159
	Расплав	Не применимо	39
Тантал	20—кип.	< 0,1	159
	Расплав	0,000	39
Титан	20—кип.	< 0,1	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	156
Полипропилен	20—60	В	156
Полистирол	20	В	156
Поливинилхлорид	20	В	156
	60	О	156
Фторопласты	20—60	В	156
Полиамиды	20—60	В	156

Примечания. 1* В водных растворах азотнокислого калия стойко.

2* В отсутствие кислорода воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	C—O ^{1*}	176
бутилкаучука	20	B	176
хлоропренового	20	C—O ^{1*}	176
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—60	B	159
Стекло	20	B	159
Фарфор	20	B	159
<i>Прочие материалы</i>			
Уголь	20—60	B	159

Натрий (калий) кремнекислый (силикат) Na_2SiO_3 , K_2SiO_3 (водные растворы; концентрация при 20°C 37%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 100—кип.	<0,1 0,1—1,0	159 159
легированные типа X13, X17, X25, X28, X21H5T, X18H10T, X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20—кип. 20 20—кип. 20—кип.	<0,1 <0,1 ^{2*} <0,1 <0,1 ^{3*}	11, 119, 159 119 39, 119, 159 159
Чугуны			
серые	20—кип. 100—кип.	<0,1 0,1—1,0 ^{3*}	159 159
кремнистые	20—кип.	От <0,1 до 1,0 ^{4*}	159
Алюминий	20 100	От 0,00 до >10 ^{5*} >10	39, 119, 159 159

Примечания. 1* Стойкость зависит от марки резины.

2* В кремнекислом натрии.

3* В кремнекислом калии.

4* Стойкость в Na_2SiO_3 хуже, чем в K_2SiO_3 .

5* В нейтральных растворах не корродирует, в кислых не применим.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Медь, бронзы, латунь	20	<0,1	159
Никель, монель-металл	20—100	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	От <0,1 до <0,5	159, 176
Свинец	20	От <0,1 до >10 ^{1*}	159, 176, 180
Серебро	20	<0,1 ^{2*}	159
Титан	20—60 40	<0,13 0,001 ^{3*}	39, 119, 159 58
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	B	159, 191
Полиизобутилен	20	B	36, 159
Полистирол	20	B	159
Полиметилметакрилат	20—60	B	159
Поливинилхлорид	20—60	B	36, 159
Фторопласты	20	B	159, 176
Полиамиды ^{2*}	20 60	B B—H ^{1*}	159 159
Фаолит	20	B ^{2*}	159
Замазки арзамит	20	B ^{2*}	159
Фурановые смолы	60	C ^{3*}	36
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	B—H ^{4*}	159
Битумные материалы	20	B—X ^{4*}	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—60	B	36, 159
бутилкаучука	20—60	B	159, 176
хлоропренового	20—100	B	70, 159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	B ^{5*}	159

Примечания. 1* Нестойки в растворах со щелочной реакцией (рН>12,5).

2* В кремнекислом калии.

3* В кремнекислом натрии.

4* Стойкость в Na_2SiO_3 хуже, чем в K_2SiO_3 .

5* В растворах K_2SiO_3 стойки до температуры кипения, в расплавах нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	54, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20	В	62, 159

Натрий кремнефтористый (фторсиликат) Na_2SiF_6
(водные растворы; концентрация при 17 °С 0,65%,
при 100 °С — 2,46%)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20	> 10	159
X18H10T	20	> 10	159
X17H13M2T	20	< 1,0	159
0X23H28M3D3T	70	> 10	159
Алюминий	20—50	> 10	159
Медь, бронзы алюминиевые	До 100	< 1,0	159
Латунь	20	< 0,005	39
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Титан	20	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	39, 105
	70	> 10	39, 105
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Фенопласты	100	В	159
Фурановые смолы	100	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	100	В	159

Примечание. 1* Присутствие свободного фтористого водорода разрушает титан.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Кислоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	159

Натрий сернистокислый (сульфит) Na_2SO_3
(водные растворы; концентрация
при 20 °С до 20,9%)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10 ^{1*}	39, 159
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20 — кип.	< 0,1	11, 119
	Кип.	< 10 ^{2*}	39
X21H5T	20	0,000	20
	100	0,0014	20
X18H10T, X17H13M2T 0X23H28M3D3T	20 — кип.	< 0,1	39, 119
<i>Чугуны</i>			
серые	585—625	> 10	159
кремнистые	Кип.	0,1—1,0	39
Алюминий	20	0,006	39, 119
	50	0,05—0,26	159
	98	Привес	
Медь, бронзы, латунь	20	< 0,1 ^{3*}	119, 159
Никель, монель-металл	20 — кип.	< 0,1	39, 159

Примечания. 1* Применены в растворах со щелочной реакцией (рН > 7) [159].

2* В 50%-ном растворе.

3* Для латуни, если она содержит не менее 70% меди.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа Н70М27Ф	60	0,07—0,14 ^{1*}	159
Н55Х15М16В	60	0,005—0,025 ^{1*}	159
Свинец	20	0,1—1,0	159
Серебро	20—кип.	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159
Титан	20—75	< 0,1	119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В ^{2*}	36, 141
Полнизобутилен	20—60	В	54
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	20	Х	187
	60	О	187
Поливинилхлорид	20—40	В	36
	60	В—О ^{3*}	102
Фторопласт-4	20—100	В	54
Асбовинил	100	В	124
Полиамиды	20—60	В	159
Фенопласты	20—80	В	36
Замазки арзамит	20—кип.	В	159
Смолы			
полиэфирные	20	С	36
	65	С	125
эпоксидные	20—100	В	36, 187
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	54, 159
Битумные материалы	20—60	О—Н ^{4*}	178, 187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	Н	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—80	В	36
СКС	20—60	В	36

Примечания. ^{1*} Скорость коррозии меньше при щелочной реакции и больше в кислой среде [159].

^{2*} В покрытиях [73] в 10%-ном растворе при 50 °С стойки; в 20%-ном растворе при 80 °С нестойки.

^{3*} В насыщенном растворе стойкость выше, чем в разбавленных [102].

^{4*} Стойкость зависит от реакции раствора. По данным [178] стойки до 65 °С.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
СКН	20	В	159
бутилкаучука	20—60	В	72
силоксанового	20—кип.	В	159
уретанового	100	В ^{1*}	36
хлоропренового	20—60	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	54, 159
Керамика	20—кип.	В	54
Фарфор	20	В	54, 159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—80	В	159
Графит пропитанный	20—150	В	187
Уголь	20	В	159
Натрий сернистокислый кислый (бисульфит) NaHSO ₃ (водные растворы; концентрация любая)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	6,4	39
легированные типа X13, X17	20	0,4	159
	Кип.	< 0,1	39
X18Н10Т, X17Н13М2Т, 0Х23Н28М3Д3Т	20—кип.	< 0,1	39, 159
Чугуны серые	20	> 10	159
Алюминий	80	< 0,1	159
	100	> 10 ^{2*}	39, 119
	Кип.	1,0—3,0	159
Медь, бронзы	20—100	От < 0,1 до 1,0 ^{3*}	159
Латунь	20	< 0,1 ^{4*}	159
Никель	20	От < 0,1 до 1,0	159
Монель-металл	20—80	< 0,1	159

Примечания. ^{1*} В 50%-ном растворе.

^{2*} В 2—10%-ных растворах; в 0,2%-ном не корродирует.

^{3*} В нейтральных растворах скорость коррозии меди и бронзы < 0,1 мм/год.

^{4*} Только при 20 °С и содержании меди в латуни не менее 70%.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа H55X15M16B	Кип.	0,05—0,5	159
Свинец	20—кип.	< 0,1	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,01	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	159, 191
Полипропилен	20—60	В	159
Полиизобутилен	20—80	В	159
	100	Х	54
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	60	В	159
Поливинилхлорид	20—40	В	102
	60	С—О ^{1*}	102
Фторопласты	20—100	В	54, 159
Полиамиды	20—60	В	173
Поликарбонаты	20	С	102
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—60	В	
	100—110	В—Х	159
фурановые	До 130	В	159
эпоксидные	20—70	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	В	159
	65	С—О ^{2*}	72, 129
СКН	20—60	С—О ^{3*}	129
бутилкаучука	20—80	В	129
силоксанового	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
	65	О	129
ХСПЭ	20—60	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	159

Примечания. ^{1*} В разбавленных растворах стойкость ниже, чем в концентрированных.

^{2*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика	20—кип.	В	54
Фарфор	20	В	159
Цементы	20	Н	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Антегмит, графит пропитанный	20—кип.	В	159
Натрий сернистый (сульфид) N ₂ S (водные растворы; концентрация при 20°C до 16%)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20—25	0,00—0,016	39, 126
	60	0,1—1,0	
	170	4,5	95
<i>легированные типа</i>			
X13, X17	20—кип.	< 0,1 ^{1*}	119
	Кип.	> 10	119
X25, X28	Кип.	< 0,1	119
	170	0,013	95
X21H5T	170	0,01—0,08	95
X18H10T	Кип.	< 0,1 ^{2*}	119
	170	1,7—3,1	95
X18H10T, 0X23H28M3D3T, X17H13M2T	20—100	< 0,1	39
<i>Чугуны</i>			
серые	25	0,067	126
	170	10,5	95
кремнистые	20—100	> 10	39
Алюминий	20—100	Не применим	119
Медь, бронзы, латунь	20	> 10	119, 159
Никель	20	< 1,0	39, 119, 159
Монель-металл	100	> 10	159
	20	Не применим	39
	20—100	0,1—1,0	176

Примечания. ^{1*} Данные для 6,5%-ного раствора, при кипении в 50%-ном растворе скорость коррозии > 10 мм/год [119].

^{2*} В 6,5 и 50%-ных растворах, в насыщенном растворе скорость коррозии до 3,0 мм/год [119].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	0,1—1,0	159
Свинец	20	> 10	39, 119
Серебро	20	> 10	159
Тантал	20	0,000	39, 119, 196
Титан	20	< 0,13	39, 119
	Кип.	0,025	39, 119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140, 191
Полиизобутилен	20—60	В	54, 72
	80—100	Х	36, 54
Полистирол	20	В	54, 159
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
	80	С	36
Поливинилхлорид	20—60	В	36, 140
Фторопласт-4	20—100	В	54
Фторопласт-3	20—60	В	140
Асбовинил	100	В	124
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20—60	С — Н	102, 140
Феонласты			
стеклопластики	25—95	Н	125
фаолит	20	С — Н ^{1*}	36, 57
Замаски арзамит	20—60	В — Н ^{2*}	121
Смолы			
полиэфирные	20	В ^{3*}	125, 159
	60	Х	159
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—60	В	140
	95	С — О ^{3*}	125, 176
<i>Резины на основе каучуков</i>			
СКС, СКН	20—60	В	159
бутилкаучука	20—65	В	36, 92
силоксанового	20—60	Н	140
хлоропренового	20—80	В	70, 140
ХСПЭ	20	В	108

— Примечания. 1* Стойк в кислых и нейтральных растворах [57].
2* Стойкость зависит от температуры и марки: Арзамит-1 менее стойк, чем Арзамит-2.
3* Стойкость стеклопластиков ниже.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20 — кип.	В ^{1*}	159
Кислотоупорная эмаль	20	О	54, 121
	100	Н	159
Керамика, фарфор	20 — кип.	В	54, 121
Цементы, бетоны, замазки	20—100	О — Н	121, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	121
Антегмит, графит пропитанный	20 — кип.	В	36, 159
Уголь	20—100	В	54, 159
Натрий серноватистокислый (гипосульфит) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{H}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 41,2%)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10	39
	150	0,01 ^{2*}	159
<i>легированные типа</i>			
X13, X17, X25, X28	20 — кип.	< 0,1	39, 119
X21H5T	100	0,000	20
X18H10T	100	0,0023	20
X18H10T, X17H13M2T	20 — кип.	< 0,1	39, 119
Чугуны серые	20—60	От < 0,1 до 1,0	159
Алюминий	20	0,01—0,05	159
	98	0,005—0,01	159
	Кип.	0,000	39
Медь	20	> 10	176
Бронзы	20	1,0—3,0	159
Латунь	20	От 1,0 до > 3,0	159
Никель	20 — кип.	< 0,1 ^{3*}	159
Моель-металл	20 — кип.	< 0,1	39, 159
<i>Сплавы типа</i>			
Н70М27Ф	20—100	0,1—1,0	159
Н55Х15М16В	20	> 0,1	159

Примечания. 1* Кварцевое стекло нестойко.
1* В насыщенном растворе при pH=7,1.
2* В насыщенном растворе при рН=6,5 [159].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценки стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20 150	0,1—1,0 0,016 ^{1*}	159 159
Серебро	20	> 10	159
Титан	20—кип.	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полистирол	20—50	В	173
Поливинилхлорид	20—40	В	102
	60	В—О ^{2*}	102
Фторопласты	20	В	159
Полиформальдегид	60	О	102
Полиамиды	20—60	В—Х ^{3*}	159
Фенопласты	20	В	36
Смоли			
полиэфирные	20	В	140
фурановые	20	В	36
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	65	В	178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН	20	В	36
	65	В—О ^{4*}	129
бутилкаучука	20—65	В	129
полисульфидного	До 65	С	159
хлоропренового	20—90	В—О	36, 129
фторкаучука	150	С	24, 159
ХСПЭ	65	О	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	54
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	54, 159
Керамика	20—кип.	В	54
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	54, 159

Примечания. 1* В насыщенном растворе при pH=6,8 [159].

2* В концентрированных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

3* Стойкость зависит от марки полиамида.

4* Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценки стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	102, 159
Натрий сернокислый (сульфат) Na ₂ SO ₄ (водные растворы; концентрация при 20°C до 19,4%)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20 85	0,04—0,05 0,11	39 39
<i>легированные типа</i>			
X13, X17	20 Кип.	< 0,1 1,0—3,0	119 119
X25, X28	20—кип.	< 0,1	119
X21H5T	100	< 0,1	11, 20, 56
X18H10T	20	0,002	33
X18H10T, OX23H28M3D3T	Кип.	< 0,1	56
X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	56
OX23H28M3D3T	20 100	0,00—0,008 0,00—0,003	20 20
<i>Чугуны</i>			
серые	20 85	0,04 0,16	39 39
кремнистые	100—кип.	< 0,1	39
Алюминий	20 100	0,011 ^{1*} < 0,1	39, 119 159
Медь	20—кип.	< 0,1	159
<i>Бронзы</i>			
алюминиевые	20	0,001 ^{2*}	39
оловянистые	20	0,000	39
Бронзы	Кип.	< 0,1	159
Латунь	20	0,0014 ^{2*}	39
Никель	20 100	< 0,1 0,1—1,0	119 159
Монель-металл	20—100	< 0,1	39
Сплавы типа H70M27Ф	20—100	0,1—1,0	159

Примечания. 1* Данные справедливы только для разбавленных до 10% растворов.

2* В 10%-ном растворе [39].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20 100	<0,01 0,1—1,0	196 159
Серебро	Кип. — расплав	>10	39, 119, 159
Тантал	20—100	0,000	56
Титан	57 130	0,0127 0,177	105 105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—100	В	63
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—100	В	63
Полистирол	20—60	В	63
Полиметилметакрилат	20—60	В—Х	63, 140
Полвинилхлорид	20—40 60	В В—О ^{1*}	63, 102 63, 102
Фторопласт-3	20—60	В	140
Асбондид	20—100	В	124
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	140
<i>Фенопласты</i>			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—кип.	В	36, 63
текстолит	20—100	В	54
Замаски арзамит	20—120	В—Х	121, 176
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—100	В—Х ^{2*}	89, 125, 142
фурановые	20—120	В	36, 91, 125
эпоксидные	20—95	В	125, 176
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	54, 159
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	12
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—70	В	36
СКС, СКН	20—60	В	36
бутилкаучука	20—80	В	159

Примечания. 1* В концентрированных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

2* Стойкость зависит от сорта и марки смолы.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
силоксанового	20 100	С Н	77 77
хлоропренового	20—100	В	159
ХСПЭ	20	В	140
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20 20—100	В В	159 159
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	60—кип.	С—О ^{1*}	85
Керамика	20—кип.	В	159
Фарфор	20—кип.	В—О ^{2*}	121
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—60	В ^{3*}	159, 181
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	63, 159
Натрий сернокислый кислый (бисульфат) NaHSO ₄ (водные растворы; концентрации при 20 °С до 22%)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20—100	От 1,0 до >10 ^{4*}	159, 180
<i>легированные типа</i>			
X13	20—85	От 1,0 до >10 ^{5*}	10, 56, 39
	Кип.	>10	119
X17	20	1,0—10 ^{5*}	10, 39, 56
	85—кип.	>10	56, 119

Примечания. 1* Стойкость зависит от концентрации: выщелачиваемость эмали при кипении в 5—10%-ных растворах <0,2 мг/см², в 50%-ном растворе—0,2—0,5 мг/см².

2* По экспериментальным данным вполне стоек, по другим [121]—относительно стоек.

3* Данные для сухой соды и разбавленных растворов.

4* Стойкость колеблется в зависимости от концентрации и температуры [159]. По данным [180] в 10%-ном растворе при 20 °С скорость коррозии 0,5 мм/год.

5* Стойкость зависит от концентрации и температуры. По данным [39] скорость коррозии сталей, содержащих 14% хрома, при 20—100 °С не превышает 0,1 мм/год.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература	
Стали легированные типа X25, X28	20	< 0,1	159	
	Кип.	0,1—1,0	119	
	X21H5T	20	0,000	20
		100	0,006	20
	X18H10T	20—100	< 0,1	20, 39
		Кип.	От 1,0 до > 10	119, 159
	X17H13M2T	20—85	< 0,1 ^{1*}	39
		Кип.	От < 0,1 до 3,0	56, 119
	0X23H28M3Д3T	20—100	< 0,1	39, 159
		Чугуны серые кремнистые	20	> 10
200	< 0,1		39	
(расплав)				
Алюминий	20	0,109 ^{2*}	39, 119	
	100	> 10	159	
Медь, бронзы	20—100	0,1—1,0 ^{3*}	159	
Латунь	20 — кип.	От 0,1	159	
		до > 10 ^{4*}		
Никель	20	< 0,1	159	
	200	> 10	159	
Моноль-металл	20	< 0,1	159	
	100	От < 0,1 до 1,0	159	
Сплавы типа Н70М27Ф Н55Х15М16В	20—100	< 0,5	159	
	100	< 0,5	159	
	20—100	< 0,1	159	
Свинец	120	1,5	159	
	Кип.	> 10	159	
	10—100	< 0,1 ^{5*}	159	
Серебро	Расплав	> 10	159	
	20 — кип.	< 0,1	159	
Тантал	20	< 0,1	159	
Титан	100	> 3	159	
	Расплав	> 10	119	

Примечания. 1* По данным [56] скорость коррозии больше: при 20 °С — 1,0—3,0 мм/год, при 85 °С — 3,0—10 мм/год.

2* В 10%-ном растворе.

3* В отсутствие кислорода воздуха.

4* Латунь с содержанием меди > 65% стойка и отсутствие кислорода воздуха.

5* В присутствии ионов SO₂ серебро нестойко [159].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература	
Неметаллические материалы				
<i>Пластмассы</i>				
Полэтилен	20—60	В	140	
	Полипропилен	20—60	В	140
	Полиизобутилен	20	В	159
	Полиэтирол	20	В	140
	Полиметилметакрилат	20—60	В	140
	Поливинилхлорид	20—40	В	102
		60	В — O ^{1*}	102
	Фторопласт-4	20—100	В	54
	Пентапласт	20—120	В	
	Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	102	
Фенопласты	20 — кип.	В	40, 159	
Замазки арзамит	20	В	54, 159	
Смоли полиэфирные	20—65	В	125	
	100	Х	142	
	20	В	159	
эпоксидные				
<i>Лакокрасочные материалы</i>				
Бакелитовые лаки	20	В	159	
Битумные материалы	20	В	159	
<i>Резины на основе каучуков</i>				
натурального	20—65	В	86	
	СКС	20	В	72
	СКН, бутилкаучука	20—60	В	159
	полисульфидного	20	О	72, 176
	силоксанового	20	В	159
	хлоропренового	20	В — O ^{2*}	77
	ХСПЭ	20—80	В	140

Примечания. 1*. В концентрированных растворах стойкость выше, чем в разбавленных [102].

2*. Стойкость зависит от марки резины: наибольшая для наирита марки ИТ [77].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	159
Кислотоупорная эмаль	Расплав	Н	159
Керамика	20 — кип.	В	54
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	О	159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	102, 159

Натрий тетраборнокислый (бура) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 2,5%)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	< 0,002	15
	Кип.	> 10	159
<i>легированные типа</i>			
X13	20 — кип.	< 0,1	11, 119
X17, X25, X28	Кип.	< 0,1	11, 119
X21H5T	100	< 0,1	
X18H10T	20	< 0,002	15, 33
	100	< 0,001	15
X17H13M2T	20 — кип.	< 0,1	11, 119
OX23H28M3D3T	Кип.	< 0,1	159
Чугуны серые	20—80	< 0,1	159
Алюминий	20	0,009—0,02	15
	100	< 0,002	15
Медь	20	< 0,1	159
<i>Бронзы</i>			
алюминиевые	20	< 0,15	159
оловянистые	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Свинец	20	0,02—0,044	15
	100	0,088	15
Серебро	20 — кип.	< 0,1	159
	Расплав	> 10	119

Примечание. 1* Гидравлический цемент нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Тантал	20 — кип.	0,000	159, 196
	Расплав	0,000	119
Титан	20	< 0,001	15
	100	0,002	15
	Кип.	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 173
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В	159, 173
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140, 159
Поливинилхлорид	20—50	В	102, 159
	60	О	102, 191
	20—60	В	140
Фторопласты	20—60	В	140
Полиамиды	20	В	140
Поликарбонаты	20	В	140
Фенопласты	20	В	159
<i>Смоли</i>			
полиэфирные	20	В	140
фурановые	20	В	159
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—60	В	159, 170, 181
бутилкаучука	20—60	В	159
полисульфидного	20	Н	176
силоксанового	20	В	159
хлоропренового	20	В	170, 181
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
	Расплав	Н	159
Стекло	20	В	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Цементы	Расплав	Н	159
	20	Х — Н	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	100	В	159
	Расплав	Н	159

Натрий (калий) углекислый (карбонат) Na_2CO_3 ; K_2CO_3 (водные растворы; концентрация при 20 °С Na_2CO_3 до 17%, K_2CO_3 до 52%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159
	85	0,00—0,007 ^{1*}	39
	104—120	0,066—0,08 ^{1*}	39
легированные типа			
X13	20 — кип.	0,002—0,006	82
X17, X25, X28	Кип.	< 0,1	11, 39, 119
X13, X17, X25, X28	Расплав	> 10	56, 119
X21H5T, X18H10T	Кип.	< 0,1	11, 56, 119
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	Расплав	> 10	39, 56, 119
	20 — кип.	< 0,1	39, 119, 165
Чугуны			
серые	20 — кип.	< 0,1	12
	85	0,012 ^{2*}	39
	104	0,13—0,497 ^{3*}	39
	120—135	1,7—1,9	12, 39, 159
кремнистые	20	< 0,1	12, 159
	100 — кип.	0,1—1,0	12, 159
	Расплав	> 10	12, 39
Алюминий	20 — кип.	> 10 ^{3*}	12, 119, 176
	20	< 0,1 ^{4*}	119
Медь	20 — кип.	< 0,1	159
	208	< 0,1 ^{3*}	119

Примечания. 1* Скорость коррозии в K_2CO_3 больше, чем в Na_2CO_3 .

2* Данные для углекислого калия.

3* Данные для углекислого натрия.

4* Во влажной соли и разбавленных растворах K_2CO_3 .

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Бронзы	20—кип.	От < 0,1 до 1,0 ^{1*}	159
Латунь	20—кип.	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	159
Никель, монель-металл	20—кип.	< 0,1	39, 119, 159
	135	0,04 ^{3*}	119, 159
Сплавы типа			
H70M27F	20—кип.	< 0,1	159
	20	0,075—0,75 ^{4*}	165
H55X15M16B	20—кип.	< 0,1 ^{3*}	159
	20	< 0,1	119, 159
Свинец	60—100	> 10	146, 159
	20—100	< 0,1	119, 159
Серебро	20—100	< 0,1	56, 159
Тантал	Расплав	Не применим	39
Титан	20—100	< 0,13	39, 119, 159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	94, 140, 173
Полиизобутилен	20—60	В	72, 170, 173
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В — Х ^{5*}	36, 140, 191
Поливинилхлорид	20—60	В	102
Фторопласты	20—100	В	54, 140, 187
Асбовинил	100	В ^{3*}	124
Пентапласт	20—120	В	
Полиамиды	20	В	159
	60	С	140
Поликарбонаты	20	В ^{3*}	102, 159
Подуретаны	20	В	159
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В ^{3*}	125
фаолит	20—60	В	36, 40
текстолит	20—80	В	12, 40, 57
	100	Н ^{3*}	173

Примечания. 1* Скорость коррозии зависит от концентрации раствора и в Na_2CO_3 больше, чем в K_2CO_3 .

2* Стойкость зависит от содержания меди в латуни, температуры и концентрации раствора; коррозии в Na_2CO_3 больше, чем в K_2CO_3 .

3* Данные для углекислого натрия.

4* Данные для углекислого калия.

5* В концентрированных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Замаски арзамит *	20 100	В Н	135, 159 121, 135, 159
Смолы полиэфирные	20 60—100	В Х — Н ^{1*}	117, 159 142, 146
фурановые	20—120	С	36, 91, 125
эпоксидные	20—100	В	125, 140, 159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	С — Н ^{2*}	86, 159
Битумные материалы	20—65	В	86, 178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—60	В	86, 170
бутилкаучука	20—80	В	72, 170
полисульфидного	20	С — О	159, 176
хлорпренового	20—90	В	36, 193
ХСПЭ	20	В — О	118, 140
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—100	В — О ^{3*}	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В — Н ^{3*}	54, 85, 159
Керамика, фарфор	20—100	В — Н ^{3*}	54, 159
Цементы, бетоны, замаски	20—100	В — Н ^{4*}	122, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—кип.	В — Н ^{2*}	159, 197
Антрацит, уголь	20—кип.	В ^{5*}	69, 102
Графит пропитанный	20—50	В	159

Примечания. 1* Стойкость зависит от марки полиамида и концентрации раствора.

2* Стойкость зависит от концентрации раствора и температуры.

3* При высоких температурах и в расплавах нестойки.

4* Серный и портландцементы стойки при 20 °С, остальные силикатные вяжущие нестойки.

5* Данные для углекислого натрия.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Натрий углекислый кислый (бикарбонат) NaHCO ₃ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 8,5%)			
Металлы и сплавы			
Стали^{1*}			
углеродистые	20—100	0,1—3,0	1, 39, 159
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20—60	< 0,1	11, 56, 119
X21H5T	20—60	< 0,1	11, 56
X18H10T,	20—60	< 0,1	11, 119, 159
X17H13M2T			
0X23H28M3D3T	20—100	< 0,1	119, 159
Чугуны серые ^{1*}	85	0,14	39
Алюминий	20	< 0,001	39, 119
	50	0,008	159
	98	0,00—0,3 ^{2*}	159
Медь	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{3*}	159
Бронзы	20	< 0,1	159
	100	< 0,5	159
Латунь	20	< 0,005	39
	20—кип.	0,1—3,0 ^{3*}	159
Никель, монель-металл	20—100	< 0,1	159
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	< 0,1	159
H70M27Ф, H55X15M16B	100	< 0,5	159
Свинец	20	< 0,1	159
	60—100	> 10	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
	Расплав	Не применимо	39
Титан	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В ^{1*}	140, 193
Полипропилен	20—60	В ^{1*}	140

Примечания. 1* Данные справедливы и для бикарбоната калия.

2* Стойкость зависит от чистоты алюминия [159], по данным [180], в 10%-ном растворе нестойк.

3* В отсутствие воздуха стойкость выше.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиизобутилен ^{1*}	20	В	159, 193
	100	Н	193
Полистирол	20-50	В	173
Полиметилметакрилат	20-60	В ^{1*}	49, 159
Полвинилхлорид	20-60	В ^{1*}	140, 159, 193
Фторопласт-4	20-100	В	159
Фторопласт-3	20-60	В	3, 140
Пентапласт	20-120	В	78
Полиамиды	20-60	В ^{1*}	140, 142, 159
Поликарбонаты	20	В	3, 102
Фенопласты	20-100	В ^{2*}	159
Замазки арзамит	20-100	В ^{1*}	159, 187
Смолы ^{1*}			
	полиэфирные	20-70	В
	100	Н-О	142, 159
фурановые	20-120	В	125
	эпоксидные	20-100	В
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	100	Н ^{1*}	159
Битумные материалы	20-65	В ^{1*}	178
Перхлорвиниловые лаки	20-60	В	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20-60	В ^{1*}	159, 176, 187
бутилкаучука	20	В	159, 176
полисульфидного	20	О ^{1*}	176
сидоксанового	20-100	В	77
хлоропренового	20-100	В ^{1*}	70, 140, 193
ХСПЭ	20	В	22
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20-100	В ^{1*}	159
Стекло, кислотоупорная	20	В	159
эмаль	100-кип.	О	54

Примечания. ^{1*} Данные справедливы и для бикарбоната калия.

^{2*} Данные для фенопластов, наполненных графитом [159].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	Кип.	О	1
	20-100	В-Н	1, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20-кип.	В	187
Натрий уксуснокислый (ацетат) $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 32%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20-кип.	От <0,1 до >10 ^{1*}	1, 73, 159
легированные типа			
X13	Кип.	≤ 0,001	39, 73
X17	Кип.	0,000	39, 73
X25, X28	Кип.	< 0,1	119
X21H5T	20-кип.	< 0,001	20, 119
X18H10T	20-кип.	< 0,1	119
	100	0,002	20
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20-кип.	< 0,1	119
Чугуны кремнистые	20-100	< 0,1	39
Алюминий	20	0,007	1, 39, 196
Медь	20-60	< 0,1	159
	Кип.	0,1-1,0	159
	Расплав	< 0,1	159
Бронзы	20-кип.	< 0,1	159
Латунь	20-кип.	От <0,1 до >10 ^{2*}	159
Монель-металл	20-кип.	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20-кип.	< 0,1	159
Свинец	20-кип.	От 0,1 до >3,0	159
Серебро	20-100	< 0,1	159
Тантал	20-100	< 0,1	159
Титан	20-100	< 0,1	159

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от реакции раствора: в кислых нестойки.

^{2*} При большом содержании цинка латунь ведет себя в растворах уксуснокислого натрия как анод.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20—50	Х	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Полвинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласты	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	36, 140
Фенопласты	20—60	В	36, 159
Звязки арзамит	20	В	54, 159
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—100	В — Х	142
фурановые	50	В	36
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	54, 159
Битумные материалы	20—65	В	178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	В	36, 159
СКН	20—70	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	140
ХСПЭ	20	В	108, 140
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, связки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Натрий фосфорнокислый (фосфат) Na_3PO_4 (водные растворы; концентрация при 20 °С до 10,8%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,0016	
	60—кип.	От < 0,1 до 1,0	159
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1	11, 119
X18N10T, X17N13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 119
0X23N28M3D3T	20—кип.	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20—кип.	< 0,1 ^{1*}	159
кремнистые	20—кип.	< 0,1	39
Алюминий	20—100	> 10 ^{2*}	39, 119
Медь	20	< 0,1	119, 159
	60	≤ 0,016	159
Бронзы			
алюминиевые	20	< 0,15	159
оловянистые	20	< 0,1	159
Медь, бронзы	100	0,1—1,0	159
Латунь	20	< 0,1	159
Никель	20	< 0,02	39, 119
	100—кип.	< 0,1	159
Монель-металл	20—кип.	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—50	< 0,05	159
	100	< 0,1	159
	Кип.	0,05—0,5	159
Свинец	20	< 0,1	159
	100	< 0,1 ^{3*}	159
Серебро	20	< 0,1	159
	Расплав	> 10	119
Титан	20	0,000	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140

Примечания. 1* При pH раствора > 7,2.
2* В растворах двузамещенного фосфорнокислого натрия алюминий стойк.
3* По данным [189] в 10% ных растворах нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиизобутилен	100	В	70
Полистирол	20	В	173
	50	В — X	173
Полиметилметакрилат	20—50	С	140
Полвинилхлорид	20—60	В	102, 140
Фторопласт-4	20—100	В	187
Фторопласт-3	20—60	В	140
Полиамиды	20—80	В	159
Фенопласты	До 100	В ^{1*}	1, 36, 159
Замаски арзамит	20	X	187
	100	Н	187
Смолы			
полиэфирные	20	С	176
	60	О	
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—100	В ^{1*}	176
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—65	В	129
бутилкаучука	20—100	В	70, 127
уретанового	20—60	Н	140
хлоропренового	20—100	В	36, 129
ХСПЭ	20—65	В	108, 129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	139
	60—100	О — Н ^{2*}	139
Кислотоупорная эмаль	20—60	В	139
	100	О ^{2*}	139
Керамика, фарфор	20—кип.	В	1, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{3*}	1
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
	50—100	Н	197
Антемит	60	В	69
Графит пропитанный	20—150	В	62
Уголь	20—кип.	В	62

Примечания. ^{1*} Стойкость стеклопластиков ниже.

^{2*} Стойкость зависит от концентрации раствора и температуры.

^{3*} Гидравлический цемент и бетон вполне стойки, другие сорта вяжущих нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Натрий фтористый (фторид) NaF (водные растворы; концентрация при 20 °С до 4%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,02	159
	85	2,16	39
	Расплав (800 °С)	5,0	159
легированные типа X13	85	0,007 ^{1*}	39, 159
	93	0,000 ^{1*}	39, 159
X13, X17, X25, X28	20	1,0—3,0	11, 119
X21H5T	20—100	< 0,1	
X18H10T	85	0,02 ^{1*}	39, 159
	Расплав (800 °С)	> 10	119
X17H13M2T	20	0,1—3,0	11, 119
	93	0,000 ^{1*}	39, 159
OX23H28M3D3T	20	0,1—1,0	119
Чугуны серые	20	< 0,02	159
	Расплав (800 °С)	~ 6,0	159
Алюминий	20	< 0,05	39, 119
Медь	20	0,000	159
	93	0,0—0,008 ^{2*}	159
	Расплав	> 10	39, 119
Бронзы	20	< 0,1	159
Латунь	93	0,0—0,025 ^{2*}	159
Никель	20—кип.	< 0,005	159
	Расплав	От < 3,0 до 5,0	39
Монель-металл	93	0,0—0,005 ^{2*}	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,5	159
Тантал	20	> 10	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140

Примечания. ^{1*} В насыщенном растворе.

^{2*} В присутствии кислорода воздуха скорость коррозии возрастает.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиэобутилен	20	В	159
Полистирол	20—50	Х	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Полвинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласты	20—60	В	140
Полиамиды	20	В	159
Смоли			
полиэфирные	20	В	159
фурановые	20—60	В	140
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—65	В	129
бутилкаучука	20—65	В	129
хлоропренового	20—65	В	129
ХСПЭ	20—65	В	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159
	Кип.	Х—Н	159

Натрий хлористый (хлорид) NaCl
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 26,4%)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	0,075	39, 59
	100	0,047	59
	Расплав	> 10	159

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13	20	0,034	59
	90	3—10	56
	Кип.	> 10	56
X17	20	0,035	59
	Кип.	1,0—10 ^{1*}	56
X25, X28	20	От < 0,1 до 1,0	119
	Кип.	0,1—3,0	119
X21H5T	20	0,0002	20
	100	0,004	61
X18H10T	20	0,001—0,002	59
	80—100	0,016	61
	Кип.	От < 0,1 до 3,0	119
X17H13M2T	20	0,002	159
	80—100	0,002—0,004	61, 39
	Кип.	От < 0,1 до 1,0	119
0X23H28M3Д3Т	20—кип.	0,1	119
Чугуны			
серые	20—100	1,0—3,0	159
кремнистые	20	0,008	39, 59
	100	0,1	39, 59
	Кип.	0,1—1,0	159
Алюминий	20	0,037—0,2 ^{2*}	59, 159
	100	0,4—1,0 ^{2*}	159
Медь	20	0,021 ^{3*}	119
	40—100	0,16—0,18	59
	Расплав	> 10	39, 119
Бронзы			
алюминиевые	20	0,04	159
	100	< 0,1	159
оловянистые	20	< 0,1	159
Латунь	20	< 0,005	159
	100	0,001	61
	Кип.	0,045—0,081	89

Примечания. 1* В разбавленных растворах хромистые стали подвержены точечной коррозии.

2* При увеличении концентрации раствора и количества примесей в алюминии скорость коррозии возрастает.

3* Коррозия меди и ее сплавов зависит от наличия окислителей, реакции раствора (в щелочных примерно в 10 раз больше, чем в нейтральных) и от концентрации растворов, что связано с образованием ионов одновалентной меди, ускоряющих коррозию более чем в 30 раз [130].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель	20—70	От 0,002 — до < 0,005	39, 159
	100	0,003	159
Монель-металл	Расплав	От ≤ 3,0 до 3,5	39
	20—85	≤ 0,0025	39
	100—кип.	0,006	59, 61
Сплавы типа Н70М27Ф	20	0,000	159
	Кип.	< 0,01	159
Н55Х15М16В	20—70	< 0,001	39
	75	0,003	39
Свинец	20	< 0,05	196
	40	0,4	196
Серебро	20	0,000—0,002	159
	Кип.	0,004—0,08	159
	Расплав	> 10	39
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	20—кип.	< 0,001	59, 105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—100	В	63
Полипропилен	20—60	В	140, 173
Полиизобутилен	20—100	В	43, 63
Полистирол	20—60	В	59, 61
Полиметилметакрилат	20—60	В	59, 61
Поливинилхлорид	20—40	В	61, 102
	60	В — О ^{1*}	63, 102
Фторопласт-4	20—100	В	59, 61
Фторопласт-3	20—60	В	61
Полиформальдегид	20	В	102
	70	В	102
Асбовинил	20	В	59, 135
Пентапласт	20—120	В	177
Полиамиды	20—80	В	159
Поликарбонаты	20	В	159

Примечание. 1* В концентрированных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—120	В	169
текстолит	20—100	В	61
Замзки арзамит	20—120	В	169
Смолы			
кремнийорганические	20—кип.	В	59, 159
полиэфирные	20—65	В	159
	100	Х	159
	20	В	140
полнуретановые	20—120	В	36, 125
фурановые	20—100	В	36
эпоксидные	Кип.	В	35, 125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—60	В	159
	80—100	О	59
Битумные материалы	20—65	В	59, 178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	12, 187
Резины на основе каучуков			
натурального СКС.	20—60	В	36, 129
СКН	20—75	В	129
бутилкаучука	20—100	В	129, 177
полисульфидного	20—70	В	36, 72, 77
уретанового	20	В	177
силоксанового	20—60	С	36, 77
	100	О ^{1*}	77
хлоропренового	20—90	В	35, 36, 77
фторкаучука	20	В	159, 177
ХСПЭ	20—80	В	64
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—100	В	159
Стекло	20—100	В	59, 159
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	59

Примечание. 1* Данные [77] в 20%-ном растворе при наполнении резины титановыми белилами.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика	20—кип.	В	59
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	59
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	131
Антегмит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	59, 63, 102

Натрий хлорноватистоокислый (гинохлорит)
 $\text{NaClO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (водные растворы;
 концентрация при 20 °С до 34,8%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 1,0	64
	100	> 3,0	64
легированные типа			
X13	20—100	> 10 ^{1*}	12, 57, 176
X21H5T	100	≤ 1,0	64
X18H10T	20	≤ 3,0	64
	100	> 3,0	64
	Кип.	1,0—3,0	56
X17H13M2T	40	< 0,001 ^{2*}	64
	Кип.	1,0—3,0	56
0X23H28M3Д3Т	20—кип.	< 0,1	10, 56
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	39
	Кип.	> 10	12
Алюминий			
	20	> 10	12, 176
	40	~ 0,1 ^{3*}	196
	100	≤ 0,27 ^{4*}	196
Медь	20	От 1,0 до > 10	57, 176, 180

Примечания. 1* По данным [64] в присутствии 1% активного хлора скорость коррозии при 40 °С < 0,001 мм/год.

2* При содержании 2% активного хлора.

3* В присутствии 1% активного хлора.

4* В 90%-ном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Бронзы			
алюминиевые	20	0,1—1,0	159
оловянистые	20	< 0,1	64
Латунь			
	20	< 0,1	64
Никель	20	0,1—3,0 ^{1*}	159
Монель-металл	20	0,007 ^{2*}	64
Сплавы типа Н70М27Ф	35—100	< 0,004	159
Свинец	20	0,54 ^{3*}	196
	40	1,4 ^{3*}	196
Тантал	20	< 0,1	159
Титан	20	0,0008—0,13 ^{1*}	105
	100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В—О	64, 173, 191
Полипропилен	20	В	163, 177
	60	В—О	140, 173, 191
Полиизобутилен	20—60	С—О	36, 64, 176
	100	Н	193
Полистирол	20	В	177
	50	Х	177
Полиметилметакрилат	20	С	159
	30	Н ^{4*}	64, 173
Поливинилхлорид	20	В	36, 64
	60	Х	193
Фторопласт-4	20—100	В	54, 64
Фторопласт-3	20—60	В	140
Полиформальдегид	60	С	102
Асбовинил	20	Н	64
Пентапласт	До 120	С ^{5*}	163, 177
Полиамиды	20—60	В—Н	3, 140, 177
Поликарбонаты	20	В	140
Фенопласты	20—100	В—Н	12, 36, 177
Замазки арзамит	20—60	Х	159
	100	Н	159

Примечания. 1* При увеличении концентрации раствора скорость коррозии возрастает.

2* В растворах, содержащих 3% активного хлора.

3* В присутствии 1% активного хлора.

4* В концентрированных растворах.

5* Для растворов с концентрацией не более 25%.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
полиэфирные	20—70	В — X ^{1*}	168
	100	Н	125, 163
фурановые	20	О	36
эпоксидные	20—60	В — Н	12, 36, 177
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20	С	64
	80	О	64
Перхлорвиниловые лаки	50	О	64
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	65	С — O ^{2*}	129
натурального, СКС	20—50	С	36, 64
СКН	20—65	О	92, 129
бутилкаучука	20—65	В — X	129, 163
уретанового	20	X — H ^{1*}	3, 140, 177
хлоропренового	20—65	С — O ^{1*}	128, 129, 177
фторкаучуков	20—65	В — O ^{1*}	24, 129, 177
ХСПЭ	20—65	В	129
этиленпропиленового	30	В	101
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	64, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	64, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — H ^{3*}	64, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20	С — Н	31, 57, 64
	100—кип.	С — О	64, 193

Примечания. 1* Стойкость зависит от концентрации раствора и температуры.

2* Эпоксиды более стойки, чем мягкие резины.

3* Стойкость зависит от сорта вяжущего.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Натрий хлорноватокислый (хлорат) NaClO ₃ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 50%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—100	От <0,1 до >10 ^{1*}	39, 81, 159
дегированные типа X13	20	0,1—1,0	159
X17, X25, X28	20	От <0,1 до 3,0 ^{2*}	159
	Кип.	<0,1	159
X18H10T	20—кип.	<1,0	39
	90—110	0,001—0,002 ^{3*}	81
X17H13M2T	20—кип.	<0,1	159
	110	0,001 ^{3*}	81
0X23H28M3Д3Т	100	<0,1	159
Чугуны серые	100	<0,1	12
Алюминий	20	<0,1	159
	110	0,003—0,009 ^{4*}	81
Медь	20—100	<0,1	81, 159
	110	0,02—0,04	81
	Расплав	>10	159
	20	Не применима	39
Бронзы			
алюминиевые	20—100	<0,1	159
	110	0,023—0,036	81
	Расплав	>10	159
оловянистые	20—100	<0,1	159
	Расплав	>10	159
Латунь	20	<0,1	159
	110	≤0,05	81
Никель	20	<0,1	159
	110	0,001—0,008	81
Никель, монель-металл	Расплав	>10	159
Монель-металл	20—100	<0,1	159

Примечания. 1* По данным [39, 159], не применимы. По другим [81], скорость коррозии в растворах с концентрацией 200—1000 г/л при 20—40 °С—0,001—0,003 мм/год, при 90 °С—0,034 мм/год, но характер коррозии—язвенный.

2* Скорость коррозии зависит от концентрации и присутствия ионов хлора. При кипении данные [159] для 30%-ного раствора.

3* В растворе с концентрацией 700—900 г/л [81].

4* При pH=6,0—6,5 в растворах 50—700 г/л [81]. По данным [39, 119], не применимы.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа Н70М27Ф, Н55Х15М16В	110	0,000	81
Свинец	20 100	0,1 0,1—0,16	119 196
Серебро	20—кип.	< 0,1	159
Тантал	20—кип.	< 0,1	159
Титан	95 Расплав	0,002 < 0,1	119 119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 159
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—100	В	159
Полистирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	159
Поливинилхлорид	20—40 60	В В — О ^{1*}	102, 159 102, 159
Фторопласт-4	20—100	В	54, 159
Фторопласт-3	20—60	В	140
Пентапласт	До 100	В	159
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	140
Фенопласты	20	В	159
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20	В	159
фурановые	60—80	С — О	44, 47
эпоксидные	До 130 20	В В	159 159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	В — О ^{2*}	159
СКС	60	В	159
СКН	20	О	159
бутилкаучука	20—80	В	70, 72
хлоропренового	20	В	140
ХСПЭ	20	В	140

Примечания. ^{1*} В концентрированных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

^{2*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20—100	В	159
Цементы, бетоны	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—60	В — Н ^{1*}	159
Графит пропитанный	20	Х	159
Уголь	20—100	В	159

Натрия гидроксид (едкий натр) NaOH
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 52%)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20 100—110 Кип.	0,000 ^{2*} 0,015—0,05 10,0 ^{2*}	1, 58, 126 39, 159 1
<i>легированные типа</i>			
Х13, Х17	20—100 100	< 0,1 1,0—3,0	10, 56 10, 56
Х25, Х28	20 100	< 0,1 0,1—1,0	119 119
Х13, Х17, Х25, Х28	Расплав	> 10	119
Х21Н5Т	20—кип. 160	< 0,1 3—10 ^{3*}	10, 56 119
Х18Н10Т	Расплав 20 100	3—10 0,002—0,05 < 0,005	119 33 39
	Кип. 280	0,1—1,0 ^{4*} 0,94 ^{5*}	119 39
Х17Н13М2Т	Расплав 20—100 100—кип.	> 10 < 0,1 0,1—1,0	39 10, 58 11
0Х23Н28М3Д3Т	Расплав 20—кип.	< 1,0 < 0,1	39 39

Примечания. ^{1*} В нейтральных горячих растворах дерево вполне стойко.

^{2*} При 20 °С в 20%-ном растворе; при кипении — в 50%-ном растворе. Возможно коррозионное растрескивание.

^{3*} В 60%-ном растворе.

^{4*} При концентрации раствора до 30%.

^{5*} При статических нагрузках наблюдается межкристаллитное растрескивание [39].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны серые	20—80	От < 0,1 до 0,2 ^{1*}	126, 159
	Расплав	2,8	159
кремнистые	20—100	0,1—1,0 ^{2*}	39
	Кип.	> 10	39
	Расплав	> 10	39
Алюминий	20—100	> 10	39
Медь	20	< 0,1	39
	35	0,000	58, 119
	150	1,03	159
	Расплав	> 10	159
Бронзы алюминиевые	20—100	< 0,1	159
	Кип.	0,75	159
оловянистые	20	От < 0,05 до 0,1	57, 159
	100	0,1—1,0	159
	20	0,05—0,14	159
Латунь	20	0,000	39
	50	~ 0,4	159
	20—70	0,0005	39
Никель	150—177	< 0,03	159
	Расплав	0,23	159
	30—110	< 0,0001	39
	80—105	0,001—0,005	159
Сплавы типа Н70М27Ф Н55Х15М16В	20—100	< 0,1	159
	20	0,012	39
Свинец ^{3*}	20—40	0,005—0,01	159
	60—80	< 0,02	159
	100	0,035	159
	> 100	Не применим	39
Серебро	20—100	< 0,1	159
	110	0,004	159
	Расплав	0,07	119, 159
Тантал ^{1*}	20	< 0,013	159
	20—кип.	0,254	159
Титан	20—110	< 0,05	105
	115—130	0,12—0,17	105

Примечания. 1* При концентрации раствора не выше 50%.

2* При концентрации раствора до 30%.

3* Данные (159) для 25%-ного раствора, а [39] для концентрированных растворов.

4* При 20 °С в 5—10%-ных растворах, при кипении в 40%-ном.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	64, 102
	100	В—Н	64, 173
Полипропилен	20—100	В	62, 94
Полиизобутилен	20—100	В	43, 64
Полистирол	20—60	В	64, 102
Полиметилметакрилат	20—60	В	62, 64
Поливинилхлорид	20—50	В	36, 64
	60	В—О ^{1*}	102
Фторопласты	20—100	В	3, 111, 138
Полиформальдегид	20	В	102
Асбовинил	20—100	В—Н ^{1*}	43, 64, 135
Пентапласт	20—120	В ^{2*}	29, 64
Полиамиды	20—60	В	3
Поликарбонаты	20—60	Н	3, 140
Фаолит	20—60	Н	64, 125
Замзки арзамит	20—60	О—Н ^{3*}	64, 122
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—60	С—О ^{1*}	117, 163
	100	Н	47, 163
фурановые	20—60	С—О ^{1*}	67, 91, 108
	100	Н	62, 91, 108
эпоксидные	20—100	В	27, 35, 135
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	Н	43, 135
Битумные материалы	20	В—Н ^{4*}	86, 178, 187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В—О ^{1*}	86, 187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—70	В	34, 36, 62
	20—60	В—О	72, 92, 177
бутилкаучука	20—90	В	30
полисульфидного	20—60	В—О ^{1*}	35, 77, 135

Примечания. 1* При повышении концентрации раствора и увеличении температуры стойкость понижается.

2* При 100 °С в 10%-ном растворе набухание 0,34%, но изменение прочности до 20% [20].

3* Стойкость зависит от марки замзкок арзамит.

4* Стойки только в разбавленных до 3% растворах.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
силоксанового	20	С—Н	52, 77, 177
уретанового	20	С—Н ^{1*}	177
хлоропренового	20—100	В	34, 77, 177
фторкаучуков	20—90	В	36, 177
ХСПЭ	20—116	В	108, 177
этиленпропиленового	20—100	В	101, 177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—100	В	54
Каменное литье	20	С	137
	Кип.	Н	137
Стекло	20—60	О—Н ^{1*}	54, 64, 122
Ситаллы, шлакоситаллы	20	С	83, 88, 137
	125—кип.	Н	63, 83, 137
Кислотоупорная эмаль	20	В ^{1*}	159
	60—кип.	О—Н	85, 159
Керамика	20—60	С—О ^{1*}	54, 121, 137
	100	Н	54, 64
Фарфор	20—60	О—Н ^{1*}	54, 121, 122
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{2*}	121, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	О	197
Антегмит	20	Н	31, 62, 64
Графит пропитанный	20—100	В—Н	31, 62, 64
Уголь	20—кип.	В	159

Натрия гидросульфид NaSH

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали углеродистые	20	От <0,1 до >3,0 ^{3*}	159

Примечания. ^{1*} При повышении концентрации раствора и увеличении температуры стойкость понижается.

^{2*} Портландцемент стоек, силикатные замазки, кислотоупорный бетон и серый цемент нестойки.

^{3*} Аппаратура из углеродистой стали применяется в производстве гидросульфида натрия.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали легированные типа X18H10T, X17H13M2T, 0X23H28M3Д3Т	130	< 0,1	159
Чугуны кремнистые	20	> 10	159
Медь, бронзы, латунь	20	> 10	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	80	< 0,1	159
Серебро	20	> 10	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
Замазки арзамит	20	В	159
Смоли фурановые	20	В	159
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В—Н ^{1*}	159

Примечание. ^{1*} Нестоек серый цемент; остальные являются вполне стойкими.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Никель азотнокислый (нитрат), гидрат
 $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (водные растворы;
 концентрация при 20 °С до 48,5%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа			
X13, X17	20—50	< 0,1	11, 119
X25, X28	20—70	< 0,1	11, 119
X18Ni10T, X17Ni13M2T, OX23Ni28M3D3T	20—70	< 0,1	11, 119, 159
Чугуны серые	20	> 10	159
Алюминий	20	> 10 ^{1*}	159
Мель, латунь	20	> 10	159
Никель, монель-металл	20	От < 0,5 до > 10 ^{2*}	146, 159
	370	< 0,1 ^{2*}	146, 159
Сплавы типа			
N70M27Ф	20	< 0,1	159
N55X15M16B	20—70	< 0,1	159
Свинец	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	20	0,000	58
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—80	В	36
	100	О	36
Полистирол	20—80	В	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Фторопласт-4	20—100	В	3, 187
Фторопласт-3	20—60	В	3, 140
Полиамиды	20	В	3, 140
	60	X — H	3, 140

Примечания. 1* По данным [30, 119] применим.

2* В растворах нестойки, но в сухой 100%-ной соли и ее расплавах при 370 °С коррозии не подвергаются [146, 159].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Стеклопластики, фаялит	20—100	В	36, 125
Замазки арзамит	20—120	В	159, 187
Смолы			
кремнийорганические	20—100	В	159
полиэфирные	20—70	В	36, 125
фурановые	20—100	В	36, 125
эпоксидные	20—100	В	3, 125
Лакокрасочные материалы			
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—60	В	181, 187
СКН, бутилкаучука	20	В	159, 181
силоксанового	20—100	В	159
хлоропренового	20—95	В	70, 146
Неорганические материалы			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В ^{1*}	159
Графит пропитанный	20—150	В	159

Никель сернокислый (сульфат) $NiSO_4$
 (водные растворы; концентрация
 при 20 °С до 28%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—100	> 10	146
легированные типа			
X13	100	> 10	39
X17, X25, X28	Кип.	< 0,1	11, 119
X21H5T	20—100	0,0—0,008	20
X18Ni10T	88	0,0051	159
	100 — кип.	< 0,1	11, 119

Примечание. 1* Для использования в сухой и горячей соли непригодно.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X17H13M2T	88	0,0025	159
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3Т	Кип.	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20	> 10	146
кремнистые	20—кип.	< 0,1	159
Алюминий	20	> 10	159
Медь, латунь	20	> 10	159, 176
Бронзы	20—100	0,1—1,0	159
Никель	20—100	0,1—1,0 ^{1*}	146
Монель-металл	20—100	От 0,025 до < 0,05	39, 146, 185
Сплавы типа			
H70M27Ф	20—70	< 0,05	146
H55X15M16B	20—кип.	< 0,05	146
Свинец	20—100	< 0,1	146
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	20—130	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—80	В	30, 173
	100	Н	159, 173
Полипропилен	20—100	В	140, 159
Полиизобутилен	20—100	В	43, 173
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—65	В	140
Подвинилхлорид	20—65	В	30, 140
Фторопласты	20—120	В	187
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В — Н	102, 140, 159
Фенопласты	20—100	В	125, 159
Замаски арзамит	20—120	В	187
Смоли			
кремнийорганические	20—100	В	159
полиэфирные	20—65	В	125
фурановые	20—120	В	125
эпоксидные	20—95	В	125, 140

Примечание: 1* В отсутствие кислорода воздуха. По другим данным [39] не применим.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	146, 159
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—65	В	30, 72, 159
бутилкаучука	20—100	В	72, 146
силоксанового	20—100	В	159
хлоропренового	20—100	В	70, 146
ХСПЭ	20—95	В	177
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	30, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	30, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20—50	С — О	57, 159
Графит пропитанный	20—кип.	В	159
Никель хлористый (хлорид) NiCl ₂ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 37,5%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа X13, X17	20	> 10	159
X18H10T,	20	< 0,1	11, 119
X17H13M2T	93	0,033 ^{2*}	159
0X23H28M3Д3Т	20—80	< 0,05	119, 159
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20—90	0,1	159
	120	> 10	159

Примечания: 1* Стойкость зависит от марки и сорта цемента и бетона.

2* В насыщенных растворах, но подвержены точечной коррозии с глубиной питтинга 0,13 мм.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20	> 10	159
Медь, латунь	20—100	> 10	159
Бронзы	20	0,1—1,0	159
Никель, монель-металл	До 70 100	< 0,05 > 10	159 159
Сплавы типа Н70М27Ф Н55Х15М16В	20—кип. До 70 100	< 0,05 < 0,05 > 10	159 159 159
Свинец	20	От < 0,1 до > 10	12, 159
Серебро	20—кип.	< 0,1	159
Титан	20—150	< 0,000	56
Титан	35—100	< 0,005	58
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—70	В	36
Полипропилен	20—100	В	159
Полиизобутилен	20—70	В	36
Полиэтирол	20—60	В	159
Полиметилметакрилат	20—60	В	36
Поливинилхлорид	20—60	В	159
Фторопласт-4	20—100	В	187
Фторопласт-3	20—60	В	140
Асбонилл	20	В	12
Полламины	20—60 100	В Х	140 12
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—100	В	40
текстолит	20—80	В	12
Замазки арзамит	20—120	В	176, 187
Смолы			
кремнийорганические	20—кип.	В	159
полиэфирные	20—80	В	125, 187
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—100	В	3, 125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	54, 159
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС,	20—70	В	36, 159
СКН	20—70	В	159
бутилкаучука	20—кип.	В	159
силоксанового	20—95	В	36, 70
хлорпренового	20—95	В	159
ХСПЭ	20—95	В	159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—кип.	В	54, 159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	54, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—кип.	В	54, 199

Олово хлористое (хлорид II) гидрат $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
(водные растворы; концентрация при 20 °С до 73%)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10 ^{2*}	159
легированные типа			
Х13, Х17	20—кип.	> 10	39, 119
Х18Н10Т	50	< 1,0	39, 56
Х18Н10Т,	20	0,1—1,0 ^{3*}	11, 119
Х17Н13М2Т	100—кип.	> 10	11, 119
0Х23Н28М3Д3Т	50	1,0—3,0	10, 56
Чугуны кремнистые			
	50—60	От < 0,1 до 1,0	39
	100	1,0—3,0	39
Алюминий	20	> 10	119
Медь, бронзы	20	1,0—3,0	159
Никель	20	1,0—3,0 ^{2*}	159
	20	Не применим	39, 119

Примечания. 1* Стойкость зависит от сорта и марки бетона и цементов.

2* В твердой сухой соли стойки и при повышенных температурах.

3* В 5%-ном растворе, в насыщенном растворе скорость коррозии больше — до 3 мм/год [119].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Монель-металл	20	> 10	39
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	0,1—1,0	159
Н70М27Ф, Н55Х15М16В	50	< 0,1	10, 56, 119
Свинец	20	> 10	159
Тантал	20	0,000	119
Титан	20	0,045	105
	100	< 0,13	119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20	В	159
	60	Х	159
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	187
Поливинилхлорид	20—40	В	102
	60	В — О ^{1*}	102
Фторопласт-4	20—100	В	54
Фторопласт-3	20—60	В	140
Асбовинил	20	В	12
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	140
<i>Фенопласты</i>			
фаолит	20—100	В	40, 54
текстолит	20—80	В	12
Замаски арзамит	20—120	В	159, 187
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20	В	89, 125
	60	Н	187
эпоксидные	20	В	187
	100	О	187
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20	В	186, 187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	В	181, 187
СКС, СКН	20	В	92, 181

Примечание. ^{1*} В концентрированных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
бутилкаучука	20—60	В	181, 187
хлоропренового	20—60	В ^{1*}	128, 153
фторкаучуков	20	В	159
ХСПЭ	93	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика	20—квп.	В	54, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	187
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—квп.	В	54, 159
Олово хлорное (хлорид IV) SnCl ₄ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 3%)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—квп.	> 10	11, 32, 119
X21H5T	20—100	< 0,1 ^{2*}	
X18H10T	20	0,1—1,0	11
X17H13M2T	100—квп.	> 10	119
OX23H28M3D3T	20	0,1—1,0	39
	100	> 10	39
<i>Чугуны кремнистые</i>			
	20	< 0,1	39
	Квп.	> 10	39
Алюминий	20	> 10	119
Мель	20	> 10	159
Бронзы	20	1,0—3,0	159
Никель, монель-металл	20	> 10	119, 159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0,5	159
Свинец	20	> 10	159
Серебро	20	> 10	159
Тантал	20—150	0,000	39, 56, 119
Титан	35	0,000	105
	90	0,003	39, 119

Примечания. ^{1*} В 50%-ном растворе при 25 °С набухания нет [128], по другим данным [153] стойкость ниже.

^{2*} В растворах до 10%-ной концентрации.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	100	В	54
Полистирол	20—50	Н	173
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласты	20—60	В	140
Асбонит	20	В	12
<i>Фенопласты</i>			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20	В	40
текстолит	20—80	В	12
Замзки арзамит	20—120	В	176
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20	В	176
	60	Н	176
фурановые	25—120	В	125
эпоксидные	20	В	125, 176
	95—100	О — Н ^{1*}	125, 176
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	В	72, 176
СКС, СКН	20	В	72, 176
бутилкаучука	20—60	В	159, 176
хлоропренового	20—60	В — О	140, 153
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20—кип.	В	12, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	12, 159
Цементы, бетоны, замзки	20—100	В	159, 176
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—кип.	В ^{2*}	176

Примечания. ^{1*} Стеклопластики нестойки [125].
^{2*} По данным [12], при температуре выше 100 °С нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Ртуть азотнокислая окисная (нитрат) Hg(NO₃)₂ (водные растворы)			
Металлы и сплавы			
Стали легированные типа X13, X17, X25, X28	20 — кип.	< 0,1	11, 119
X18N10T, X17N13M2T	20 — кип.	< 0,1	11, 119
OX23N28M3Д3Т	20 — кип.	< 0,1	119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиметилметакрилат	20	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласты	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	140
<i>Резины на основе каучуков^{1*}</i>			
натурального, СКН	20	Н	129
	65	С — О ^{2*}	129
бутилкаучука	20	В	129
	65	В	129
хлоропренового	20	Н	129
	65	В	129
ХСПЭ	65	В	129
<i>Прочие материалы</i>			
Антегмит	20	В ^{3*}	31
Графит пропитанный	20	В ^{3*}	31
Ртуть хлорная (хлорид II) HgCl₂ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 6,6%)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	> 10	39

Примечания. ^{1*} При температуре 65 °С данные о стойкости резины в кислой азотнокислой ртути Hg₂(NO₃)₂, при 20 °С — в окисной Hg(NO₃)₂.
^{2*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины.
^{3*} В 10%-ном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали легированные типа X13, X17, X25, X28	20	0,1—3,0 ^{1*}	119
	Кип.	> 10	119
X18H10T	20—60	От < 0,1 до 1,0 ^{2*}	119
	Кип.	От 0,1 до > 10 ^{2*}	119
X17H13M2T	20 — кип.	От < 0,1 до 1,0 ^{2*}	119
0X23H28M3Д3Т	20 — кип.	< 0,1 ^{1*}	119
Чугуны кремнистые	20	< 0,5	39
	100	> 10	159
Алюминий	20	> 10	119
Медь	20	> 10	159
Никель	20	< 0,1	57, 119
	100	0,1—1,0	57, 119
Монель-металл	20	> 10	159
Свинец	20	> 10	159
Серебро	20	> 10	119
Титан	35—100	< 0,005 ^{3*}	58, 105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 191
Полипропилен	20—60	В	191
Полистирол	20—50	Х	173
Поливинилхлорид	20—60	В	36, 159
Фторопласты	20—60	В	3
Асбовинил	20	В	12
Полиамиды	20	О — Н ^{4*}	3, 173
Поликарбонаты	20	В	3
Фенопласты			
фаолит	20—100	В	40
текстолит	60	В	12
Смоли			
полиэфирные	20—100	В	36, 125
эпоксидные	20—60	В	3

Примечания. 1* В очень разбавленных (до 1%) растворах.

2* При увеличении концентрации раствора от < 1% до 5% скорость коррозии возрастает.

3* В 1—5%-ных растворах [58]. При азации скорость коррозии < 0,001 мм/год [10].

4* Стойкость зависит от марки полиамида. В хлористой ртути вполне стойки при 20 и 60 °С.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—50	В	36
СКН	20	В	92
бутилкаучука	20—60	В	72
хлоропренового	20—40	В	36, 72
ХСПЭ	60	В ^{1*}	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль, керамика	20 — кип.	В	54, 159
Цементы, бетоны, замазки	20	В ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—60	В	159
	100	Х ^{3*}	159

Свинец азотнокислый (нитрат) $Pb(NO_3)_2$ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 35%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа X13	20	< 0,1	159
X17, X25, X28	Кип.	< 0,1	119
X21H5T,	20 — кип.	< 0,1	119, 159
0X23H28M3Д3Т			
X18H10T,	20 — кип.	< 0,1	119, 159
X17H13M2T			
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20—60	< 0,1	159
Алюминий	20—100	> 10	39, 119
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	< 0,1	159
H55X15M16B	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159

Примечания. 1* Данные для хлористой ртути.

2* В очень разбавленных (до 1%) растворах.

3* По данным [16], при температурах, превышающих 100 °С, нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—40	В	36
Полиизобутилен	20—40	В	36
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20—40	В	36
Фторопласты	20—60	В	159
Полиамиды	20	В	159
Полиуретаны	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
Смолы			
полиэфирные	20	В	159
фурановые	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—65	В	178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—60	В	36, 159
бутилкаучука	20—60	В	159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20	В	159
Уголь	20	В	159

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые легированные типа X13	20	>10	159
	20—90	<0,1	11, 119
X17, X25, X28	Кип.	0,1—1,0	11, 119
	20 — кип.	<0,1	11, 119
	Расплав (280 °С)	<0,1	11, 119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T, X18H10T, X17H13M2T, OX23H28M3D8T	20 — кип.	<0,1	11, 119
	Расплав	<0,1	11
<i>Чугуны</i>	20 — кип.	<0,1	119, 159
серые	20	>10	159
кремнистые	80—100	0,000	39, 159
Алюминий	20	0,08 ^{1*}	39, 119, 159
	100	>10	159
Медь, бронзы оловянистые, латунь	20	0,5—1,25 ^{2*}	159
Никель	20 — кип.	<0,1	39, 119
Монель-металл	20	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф, Н55Х15М16В	20	<0,1	159
Свинец	20	<0,1	159
	100	>10	159
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	20	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140, 159
Полипропилен	20—60	В	140

Примечания. 1* В холодных, разбавленных до 10% растворах в горячих растворах разрушается [119, 129].
2* В 10%-ных растворах. В присутствии воздуха коррозия ускоряется [159].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиизобутилен	20—60 100	В В — X ^{1*}	54, 159 54, 159
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—40 60	В В — O ^{1*}	102 102
Фторопласт-4	20—100	В	54
Фторопласт-3	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	140
Фенопласты	20—100	В	36, 159
Смолы			
полиэфирные	20—65 100	В X	125 142
фурановые	До 105	В	91
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бякелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—65	В	178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	В	36, 159
СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20—60	В	159
хлоропренового	20—60	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	54, 159
Керамика	20 — кип.	В	54, 159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — H ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Примечания. 1* В насыщенных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

2* Гидравлический и поргладдцементы нестойки; кислотоупорные замазки и бетоны вполне стойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Серебро азотнокислое (нитрат) AgNO ₃ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 69%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа X13, X17	100—кип. Расплав	От <0,1 до <0,5 > 1,27	39, 159 39, 159
X13, X17, X25, X28	20	< 0,1	11, 119
X18H10T, X17H13M2T	20 — кип. Расплав	< 0,1 От <0,1 до <0,5	11, 119 11, 159
OX23H28M3D3T	20	0,1	119, 159
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	До 80	< 0,5	159
Алюминий	20	> 10	159
Медь, бронзы оловянистые, латунь	20	> 10	159
Никель, монель-металл	20	> 10	39, 159
Свинец	20	> 10	159
Тантал	20—100	0,000	39, 56, 196
Титан	20—60	0,1	39, 119
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 191
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—100	В	173
Полиизобутилен	20—60	В	173
	100	О	173
Полистирол	20—70	С	36
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 140
Поливинилхлорид	20—40	В	36, 102
	60	В — O ^{1*}	102, 191
Фторопласт-4	20—100	В	3, 54, 187
Фторопласт-3	20—60	В	3, 140
Пентапласт	20—120	В	78, 159

Примечание. 1* В насыщенных растворах стойкость выше, чем в разбавленных.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Подпямнды	20—60	В	3, 140
Поликарбонаты	20	В	3, 140
Фенопласты	20—80	В ^{1*}	36, 125
Смолы			
полиэфирные	20—100	В	3, 125, 142
фурановые	20—100	В ^{1*}	36, 125
эпоксидные	20—95	В	3, 125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20	В	187
	60	Х	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН	20—70	В — О ^{2*}	36, 129
БКС	20	В	159
Бутилкаучука	20—65	В	129
хлоропренового	20—65	В	36, 129
ХСПЭ	65	В	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика	20	В	159
Фарфор	20—100	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—150	В	187
Уголь	20—100	В	159

Сурьма треххлористая (хлорид III) $SbCl_3$
(водные растворы; концентрация любая)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали углеродистые	20—100	> 10 ^{3*}	180, 185

Примечания. 1* Стеклопластики на фенолоформальдегидных смолах стойки до 95 °С, на фурановых — до 120 °С [125].

2* Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

3* Данные для растворов. По другим данным [159], в безводной $SbCl_3$ стойки до 100 °С, в $SbCl_5$ — скорость коррозии при 100 °С достигает 2—3 мм/год за счет выделения хлора при разложении.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	> 10	119
X21H5T, X18H10T	20	> 10	119
X17H13M2T, 0X23H28M3D3T	20	1,0—10	119
Чугуны серые	20—100	> 10 ^{1*}	180, 185
Алюминий	20—50	> 10	159
Медь, бронзы ^{2*}	20	< 0,5	180
	100	0,1—1,0	159
Никель, монель-металл	20—150	< 0,5	180
Сплавы типа Н70М27Ф	20—60	< 0,1	119, 159
Свинец	20	< 0,1	119
	100	1,0—3,0	159
Серебро	20	< 0,1	39, 159
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	20	Непригоден ^{3*}	
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 173
Полипропилен	20—60	В	140
Полннзобутилен	20	В	173
Полиэтирол	20—70	В	36
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 140
Полвинилхлорид	20—60	В	36, 140
Фторопласт-4	20—100	В	54
Фторопласт-3	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В — Н	102, 140
Фенопласты	20—105	В	159
Полиэфирные смолы	20—95	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159

Примечания. 1* Данные для растворов. По другим данным [159] в безводной $SbCl_3$ стойки до 100 °С, в $SbCl_5$ — скорость коррозии при 100 °С достигает 2—3 мм/год за счет выделения хлора при разложении.

2* Для меди и ее сплавов приведены данные в отсутствие влаги и кислорода воздуха. При 100 °С данные для $SbCl_5$.

3* В $SbCl_5$ вследствие разложения ее с выделением активного хлора (экспериментальные данные).

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального	20—70	В	36
СКН	20	В	72, 159
бутилкаучука, СКС	20—60	В	70, 159
хлоропренового	20—60	В	36
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В ^{1*}	159
Стекло	20—100	В	180
Кислотоупорная эмаль	20—100	В — О ^{2*}	159
Керамика, фарфор	20—100	В ^{1*}	159, 186
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{2*}	159
Прочие материалы			
Графит пропитанный	20—100	В ^{1*}	159, 186
Уголь	20	В	159

Цинк сернокислый (сульфат) $ZnSO_4$
(в водных растворах; концентрация при 20 °С до 35%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—100	> 10	159
легированные типа X13, X17	Кип.	1,0—3,0	11, 119
X13, X17, X25, X28	20	0,1	39, 119
X21H5T	20—100	0,00—0,008	20
X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11
OX23H28M3D3T	20—60	< 0,1	39
	100	От < 0,1 до 0,5 ^{4*}	159
Чугуны кремнистые	20—100	< 0,1	39
Алюминий	20	0,004—0,032 ^{2*}	119, 196
Медь	20—100	< 0,5	159
Бронзы			
алюминиевые	20	0,035	39
	90	0,08—0,34	39
оловянистые	20—100	< 0,5	159

Пр и м е ч а н и я. ^{1*} Данные справедливы как для $SbCl_3$, так и для $SbCl_5$.
^{2*} Применены при полном отсутствии поврежденной эмалированной поверхности.

^{3*} Гидравлический и порцеландцементы нестойки.

^{4*} При увеличении концентрации растворов скорость коррозии возрастает.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель	20	< 0,1	119, 146
	200	< 1,0	119
Монель-металл	20	< 0,1	146, 159
	100	< 0,5	146
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0,5	39, 146
Свинец	20—100	< 0,5	146
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 102
Полиэтилен ВД	100	Н	102
Полипропилен	20—60	В	173
Полиизобутилен	20—100	В	173
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Полвинилхлорид	20—40	В	30, 36, 102
	60	В — О ^{1*}	102
Фторопласт-4	20—100	В	54, 159
Фторопласт-3	20—60	В	140
Полнамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	140
Фенопласты	20—100	В	36, 125, 159
Замазки арзамит	20—120	В	176
Смолы			
полиэфирные	20—100	В	125, 146
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—95	В	3, 125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—60	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального	20—75	В	30, 36
СКС, СКН	20—60	В	36, 146
бутилкаучука	20—100	В	72, 146
хлоропренового	20	В	159

Пр и м е ч а н и е. ^{1*} В насыщенном растворе стойкость выше, чем в разбавленных.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Кислотоупорная эмаль, керамика	20—кип.	В	30, 54, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	146
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	О	159
Антегмит	20—60	В	102
	100	О	102
Графит пропитанный	20—150	В	187

Цинк хлористый (хлорид) $ZnCl_2$ (водные растворы; концентрация при 20 °С до 79%)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10	12, 121
легированные типа X13	90	3,0—10	56
	Кип.	3,52	39
X17	90	1,0—3,0	56
X13, X17	20	< 0,1	56
X21H5T	20	≅ 0,008	20
	100	0,024	20
X18H10T	20—90	< 0,1	11, 56
	Кип.	От 1 до > 10 ^{1*}	10, 39, 56
X17H13M2T	20—кип.	< 0,1 ^{2*}	10, 56
OX23H28M3ДЗТ	20—100	< 0,1 ^{2*}	10, 56
	Кип.	1,0—3,0	56
<i>Чугуны</i>			
серые	20	> 10	121, 159
кремнистые	20	< 0,1	39
	60—100	0,1—1,0	39
	Кип.	1,0—3,0	39
Алюминий	20—кип.	< 0,1—> 10 ^{3*}	39, 121, 196

Примечания. 1* В 30—60%-ных растворах скорость коррозии до 3 мм/год, в насыщенных более 10 мм/год.

2* Данные для концентрации до 60%; в насыщенных растворах скорость коррозии при кипении до 3,0 мм/год.

3* В растворах до 10% и при 20 °С скорость коррозии < 0,1 мм/год, при кипении и по другим данным [121, 176] нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Медь, бронзы	20	> 10 ^{1*}	146
Латунь	20	0,12 ^{2*}	39
Никель	20	< 0,1	39, 119
	100	0,1—1,0	39, 119
Монель-металл	20	Не применим	39
	20—100	< 0,5	180
Сплавы типа Н70М27Ф, Н55Х15М16В	Кип.	< 0,1	39, 119
Свинец	20	0,1—0,5	121
	100	1,0—3,0	148
Серебро	20—кип.	< 0,1	12
Тантал	20—150	0,000	56
Титан	20—кип.	< 0,006	58
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—60	В	140, 173
Полиизобутилен	20—100	В	173
Полистирол	20—50	В	173, 177
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—40	В	102
	60	В—О ^{3*}	36, 102
Фторопласт-4	20—100	В	54
Фторопласт-3	20—60	В	140
Асбовинил	20—100	В	12, 54, 121
Пентапласт	До 120	В	78, 177
Полиамиды	20—60	В—Н	140, 107, 177
Поликарбонаты	20	В	140, 177
<i>Фенопласты</i>			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—100	В	40, 122
текстолит	20—80	В	12, 122
Замазки арзамит	20—120	В	122, 187

Примечания. 1* По данным [39], в смесях с $FeCl_3$ или SO_4^{2-} скорость коррозии значительно меньше: 1,86 мм/год для меди и 0,05—0,11 мм/год для бронзы.

2* В растворе 94% + 0,2% SO_4^{2-} [39].

3* В насыщенном растворе стойкость выше, чем в разбавленных.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
полиэфирные	20—95	В	177
фурановые	20—кип.	В	36, 125
эпоксидные	20—95	В	125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—70	В	36, 135
СКН	20—65	В	72, 175, 177
бутилкаучука	20—100	В	72, 146
полисульфидного	20	В	77
	60	С—О ^{1*}	77
уретанового	20	В	177
хлоропренового	20—60	В ^{1*}	36, 77, 128
фторкаучука	20	В	177
ХСПЭ	95	В	177
Неорганические материалы			
Стекло	20—кип.	В	12, 122, 159
Кислотоупорная эмаль	20—66	В	122, 177
Керамика, фарфор	20—кип.	В	12, 54, 122
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{2*}	122, 146
Прочие материалы			
Дерево	20	В	122
Антегмит	20	В	122
Графит пропитанный	20—кип.	В	177

Оксиды, перекиси, газы и прочие неорганические среды

Азота окислы NO, N₂O, N₂O₃, N₂O₅, N₂O

Металлы и сплавы			
Стали	20	0,1—1,0 ^{3*}	159
углеродистые	100	0,22—0,73	104
	500	0,05—0,06	104

Примечания. ^{1*} Для тиколовых герметиков и напиртовых покрытий стойкость зависит от их рецептуры и марки.^{2*} Портландцемент нестойк [122].^{3*} Данные для сухого газа, во влажном нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13	20	< 0,1	159
	100	0,0025	159
	350—500	< 0,0005 ^{1*}	85
X17 ^{1*}	100	0,007—0,002	85
	350—500	Привес ^{1*}	85
X21H5T	500	Привес ^{1*}	85
X18H10T	100—500	0,0002—0,003	104
X18H10T.	20—100	< 0,1	159
X17H13M2T			
X17H13M2T.	100	0,0012—0,002	85 ^a
0X23H28M3Д3T ^{1*}	350—500	< 0,001	85
Чугуны			
серые	20	< 0,1 ^{2*}	159
	100	1,25	104
кремнистые	20—100	< 0,1	159
Алюминий	20	0,000 ^{2*}	159
	100—150	< 0,0002 ^{1*}	85
	200	< 0,002	104
Медь	20	> 10	39, 119
Никель ^{1*}	100	0,16	85
	350	0,0017	85
	500	Привес	85
Свинец	20	< 0,1	159
	100	> 10	159
Серебро	20	0,000 ^{3*}	39, 119
Тантал	500	> 10	39, 119
Титан	200	< 0,001 ^{1*}	85
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	173, 191
Полипропилен	20—60	В	191
Полиизобутилен	20	О	173
	60—100	Н	177
Поливинилхлорид	20—40	В	102, 140

Примечания. ^{1*} В N₂O₄ под давлением 20 атм.^{2*} Данные для сухого газа, во влажном нестойки.^{3*} Только в окис азота NO; в перекиси N₂O₄ не применимо.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального	20—60	О	129
СКС, СКН	60	Н	129
бутилкаучука	100	О	129
фторкаучука	100	С	129
ХСПЭ	60	С	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	60—100	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика	20—100	В	54, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	54
Прочие материалы			
Дерево	20	Н	54
Графит пропитанный	20	Н	159

Аммиак NH₃ (газ)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	16—20	< 0,001 1*	61
	300	0,1	133
	500—600	0,12—0,28	133
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	16—50	< 0,001	61
	100	< 0,1	1, 119
X21H5T,	16—20	< 0,001	61
X17H13M2T	100	< 0,1	119
X18H10T	16—50	< 0,001	61
	300	0,01	133
	400	1,5	133
	500—600	5,8—8,1	133
OX23H28M3D3T	20—100	< 0,1	119
Чугуны			
серые	16—20	0,004	61
кремнистые	16—20	0,002	61

Примечание. 1* Отмечается точечный характер коррозии [61].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	16—50	От < 0,001 до 0,028 1*	61
	300—500	0,000	133
Медь	16—20	0,002—0,004	61
	50	0,11	61
	400—500	0,01	133
Бронзы			
алюминиевые	16—20	0,008—0,035	61
	50	0,035	61
оловянистые	16—20	0,038—0,098	61
	50	0,274	63
Латунь	16—20	0,011—0,013	61
	50	0,09	63
Никель	16—50	< 0,001	61
	400—500	0,02—0,05	133
Монель-металл	16—50	< 0,001	61
Сплавы типа H70M27Ф, H55X15M16B	500	0,01	133
Свинец	16—20	0,004	61
	300	0,000	1, 119
Титан	16—20	< 0,001	61
	450	0,000	133
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	140, 191
Полипропилен	20—60	В	140, 173
Полиизобутилен	20—60	В ^{2*}	1, 19, 43
Полистирол	20—60	В	140
Полиметилметакрилат	20	Н	191
Поливинилхлорид	20—60	В ^{2*}	66, 102
Фторопласт-4	20—100	В	1, 3, 61
Фторопласт-3	20—60	В	1, 3, 140
Пентапласт	105	В	177
Полиамиды	20—60	В	3, 140
Поликарбонаты	20	Н	3, 19, 43
Фенопласты	20 (пары)	О	1, 66

Примечания. 1* Коррозия чистого алюминия (АВ) минимальна, содержащего примеси (А2)—максимальна.

2* В жидком аммиаке чистоек.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
полиэфирные	20	О	140
фурановые	20—60	В	140
эпоксидные	20	В	3, 140
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	С	170, 176
бутилкаучука	60	О	72, 176
	20	В	170, 176
	60	О	72, 176
полсульфидного	20	С	176
	60	Н	72, 176
силоксанового	24	В	177
хлоропренового	20	В	72, 140
	60	О	72, 176
фторкаучука	20	Н	177
ХСПЭ	20	В	108, 140
Неорганические материалы			
Природные кислотоупорные	20	В	122
Стекло	20—150	В	122, 159
Кислотоупорная эмаль, керамика, фарфор	20	В	122
Цементы, бетоны, замазки	20	В — Н ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	Х — Н	122, 197
Антрацит, графит пропитанный	20	В	122, 159

Бария перекись BaO₂
(труднорастворима; концентрация при 20 °С 0,1%)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
углеродистые	20—кип.	От 0,1 до > 10 ^{2*}	159, 180

Примечания. ^{1*} Серый и силикатные цементы для жидкого аммиака непригодны.

^{2*} Можно использовать в водном растворе при комнатной температуре.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13	20	0,1—1,0	159
	95—100	> 10	39, 119
X18H10T, X17H13M2T	20—100	< 0,1	39, 119
OX23H28M3D3T	20—100	< 0,1	119
Чугуны серые	20—кип.	От 0,1 до > 10 ^{1*}	159
Алюминий	20	> 10	159
Медь, бронзы, латунь	20	> 10	159
Монель-металл	20	< 0,5 ^{1*}	39, 180
Свинец	20	> 10	159
Серебро	20	< 0,1 ^{1*}	39, 185
Тантал	Расплав	> 10	159
Титан	20	> 10	159
	20	< 0,1	119
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиамиды	20	Н	159
Фенопласты	20	Н	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	Н	159
хлоропренового	20	Н	159

Бром Br₂ (сухой)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
углеродистые ^{2*}	20	0,068	39, 59
	50	1,8	59

Примечания. ^{1*} Можно использовать в водном растворе при комнатной температуре.

^{2*} В техническом бром, осушенном серной кислотой.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13, X17	20	> 10	11, 39
X18NiOT	20—45	> 10	11, 39
X17Ni3M2T, 0X23Ni28M3Д3T	20	> 10	11, 39
Чугуны			
серые	45	> 10 ^{1*}	59
кремнистые	45	0,2—0,6 ^{1*}	59
Алюминий	20	От <0,1 до >10	12, 180
Мель, бронзы	20	< 0,5 ^{2*}	180
Никель	20	0,03—0,07	39, 59
	50	0,06—0,09	59
Монель-металл	20	< 0,01	39
	50	От < 0,001 до 0,008 ^{3*}	59
Сплавы типа			
N70M27Ф	20—50	< 0,05	39, 59
N55X15M16B	20	< 0,1	39
Свинец	20	< 0,1—1,0	119
	50	0,009—0,028	59
Серебро	20	0,1—1,0	159
	100	> 10	39, 119
Тантал	20—150	< 0,1	56
Титан	20	> 1,3 ^{4*}	105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	Н	140
Полипропилен	20—60	Н	140, 177
Полиизобутилен	20—60	Н	36, 173
Полистирол	20—50	Н	36, 173
Полиметилметакрилат	20	Н	159
Поливинилхлорид	20—60	Н	102, 140
Фторопласт-4	20—100	В	159
Фторопласт-3	20—60	В — О	36, 140

Примечания. 1* В смесях с воздухом: от 1,5 до 10 г/м³.

2* Данные [18] в отсутствие воздуха, по другим данным [12, 176], медь и бронзы не применимы.

3* В техническом броме, осушенном серной кислотой.

4* По данным [59], констатируется опасность взрыва.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Пентапласт	20	О — Н	163, 177
Поламинды	20	Н	36, 177
Фаолит	20	Н	43
	45	В ^{1*}	59
Замаски арзамит	20	Н	122
Полиэфирные смолы	20	Н	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	Н	129
бутылкаучука	20	Н	129
полисульфидного	20	Х	72, 159
силоксанового	20	Н	129
хлоропренового	20	Н ^{2*}	129
фторкаучука	20—100	С	24, 129, 172
ХСПЭ	20	Н	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—100	В	159
Стекло	20	В	159
Ситаллы, шлакоситаллы	30	В	59
Кислотоупорная эмаль	20—100	В	59
Керамика, фарфор	20—100	В	122, 159
Цементы, бетоны, замаски	20—100	В — Н ^{3*}	59, 159
Прочие материалы			
Дерево	20	Н	122
Антегмит, графит пропитанный	20	Н	31, 69
Бром Br ₂ (влажный и водные растворы; концентрация при 20 °С до 3,1%)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	> 10 ^{4*}	159

Примечания. 1* В смесях с воздухом: от 1,5 до 10 г/м³.

2* По данным [18, 43], в парах стойки.

3* Цементы: нестойки, кислотоупорные бетоны и замаски стойки.

4* По данным [39], в сухом и во влажном броме скорость коррозии 0,56—0,5 мм/год.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	> 10	119
X21H5T	20	> 10	119
X18H10T, X17H13M2T	20	От 1,0 до >10 ^{1*}	119
OX23H28M3Д3Т	20	От 0,1 до >10 ^{1*}	119
Чугуны кремнистые	20	1,31	39
Алюминий	20	> 10	159
Медь, бронзы, латунь	20	> 10	119, 159
Никель	20	0,031—0,082	59
	50	0,08	59
Монель-металл	20	< 0,01	39
	50	0,03	59
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	< 0,1	159
H55X15M16B	20	0,002—0,13	39
Свинец	20	> 10	119
Серебро	20—100	> 10	119, 159
Тантал	20—150	< 0,1	56
Титан ^{2*}	30	> 1,3	105
	20—60	< 0,13	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	H	163, 177
Полипропилен	20	H	163
Полиизобутилен	20	H	36, 122
Полвинилхлорид	20	H	36, 159
	25	B	59
Фторопласт-4	150	C—H ^{3*}	59
Полиамиды	20	H	36
Фенопласты	20	X—H ^{4*}	159
Замазки арзамит	20	C ^{5*}	135

Примечания. 1* В бромной воде скорость коррозии меньше, во влажном бrome нестойки [119].

2* При 30 °С во влажном бrome, при 20—60 °С в насыщенном растворе.

3* Стойкость зависит от марки: набухание Ф-4 ~3%, Ф-4М ~3,87%, Ф-40—53,7%.

4* Во влажном бrome нестойк, в бромной воде стойк.

5* Данные для насыщенного раствора брома в воде.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	H	54
Перхлорвиниловые лаки	20	H	121
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	H	159
бутилкаучука	20	H	159
полисульфидного	20	X	159, 176
хлоропренового	20	H	8, 92
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—100	B	159
Стекло	20	B	122
Ситаллы, шлакоситаллы	30	B	59
Кислотоупорная эмаль	20—100	B	54, 159
Керамика, фарфор	20	B	122
Цементы, бетоны, замазки	20—100	B—H ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	H	159
Антегмит, графит пропитанный	20	H	31, 69

Бромистый водород HBr (сухой газ)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159
легированные типа X13	20	> 10	159
X18H10T, X17H13M2T	20	> 10	159
OX23H28M3Д3Т	20	> 10	159
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	0,1—1,0	159
	100	> 10	159
Алюминий	20	> 10	159

Примечание. 1* Цементы нестойки, кислотоупорные замазки и бетоны вполне стойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Медь	20	< 0,1 ^{1*}	159
Никель	20	0,1—1,0	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Серебро	20	> 10	159
Тантал	20—150	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	Х	159
Фторопласты	20	В	159
Асбовинил	20	В	16
Полиамиды	20—60	Н	159
Фенопласты	20	В	36, 159
Замазки арзамит	20	В	159
<i>Лаккрасочные материалы</i>			
Бэжелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	Х	159
СКС	20—60	С	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	159
Антегмит, графит пропитанный, уголь	20	В	159

Примечания. 1* В отсутствие воздуха.

2* Цементы нестойки, кислотоупорные бетоны и замазки вполне стойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература	
Вода пресная				
Металлы и сплавы				
Стали углеродистые	20	0,05—0,20 ^{1*}	6, 33, 39	
	100	0,1—1,0	159	
	легированные типа			
	X13, X17, X25, X28	20—100	< 0,1	33, 39, 119
	X17, X25, X28	300	< 0,1	119
	(пары)			
	X21H5T	20—кип.	0,000	20
	X18H10T	20	0,000	20
	X17H13M2T	300 (пары)	< 0,1	119
	X18H10T, X17H13M2T	35	0,000	39
OX23H28M3D3T	Кип.	< 0,1	39, 159	
Чугуны	20—кип.	< 0,1	39, 159	
	серые	20	~ 0,005—0,34 ^{1*}	39
	кремнистые	20	~ 0,005	6
		100	< 0,01	6
Алюминий	25	0,0003	6, 33	
	80	0,03	6, 33	
	200 (пары)	~ 0,013	39, 119	
Медь	20	0,006—0,014	6, 39	
	250 (пары)	< 0,1	159, 176	
Бронзы	алюминиевые	20	< 0,1	39
		100	0,012	6
		20	0,004	39
		100	0,008	39
Латунь	20—кип.	< 0,1	159	
		0,000	39	
Никель	20	< 0,1	39	
		< 0,1	39	
Монель-металл	20—кип.	< 0,1	176	
		< 0,1	159	
Свинец	20—кип.	< 0,1	176	
		< 0,1	159	
Серебро	20	< 0,1	159	
		< 0,1	159	
Тантал	20—кип.	< 0,1	39	
		< 0,1	39	
Титан	До 400	< 0,1	39	
		100	0,000	58

Примечание. 1* Присутствие растворенных в воде газов O₂, CO₂ и др. усиливает коррозию.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—100	В	79, 173
Полипропилен	20—100	В	94, 115
Полиизобутилен	20—60	В	173
	100	Н	173
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Полвинилхлорид	20—40	В	62, 104
	60	О	104
Фторопласты	20—кип.	В	3, 176
Полиформальдегид	20—60	В	102
Асбовинил	20	В	122
Пентапласт	20—кип.	В	
Полнамиды	20	В	173
	60	Х—0 ^{1*}	173
<i>Фенопласты</i>			
фэолит	20—80	В	36, 122
текстолит	20	В	122
Замазки арзамит	20—100	В	121, 122
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—70	В	163
	100	Х	163
фурановые	20	В	62
	100	Х	62
	130	Н	62
эпоксидные	20—60	В	3, 27
	Кип.	В ^{2*}	
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	194
	60	О	194
Перхлорвиниловые лаки	20—100	В	54
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—65	С	129
	100	С—Н	36, 129
СКС	20—60	В	72, 129
	100 (пары)	Н	129

Примечания. 1* В зависимости от марки полиамида [173].
2* Эпоксиднополиэфирные смолы по экспериментальным данным.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
СКН	20—100	В	129, 131
	100 (пары)	Н	129
бутилкаучука	20—60	В	129
	100—125	С	129
полисульфидного	20	В	35, 77
	60	В—Н ^{1*}	129
силоксанового	20—70	С	74
	175 (пары)	С	129
уретанового	20	С	131
	65	О	131
	90	Н	131
хлоропренового	20—70	С	77, 128
	100 (пары)	Н	129
фторкаучука	175 (пары)	В	129
ХСПЭ	20—кип.	В	129
	100 (пары)	В	108
этиленпропиленового	20	В	52
	100	Х	52
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	54, 159
Ситаллы	20	В	88
	800	В—Н ^{2*}	88
Керамика	20—кип.	В	54, 159
Фарфор	20—100	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
	100	Н	159
Антегмит	20—100	В	31, 69
Графит пропитанный	20—150	В	159
	170 (пары)	В	62
Вода морская			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20—80	0,1—1,0 ^{3*}	39

Примечания. 1* Эбониты стойки, резины нестойки [129].
2* Стойкость зависит от марки: ситаллы 234-16 и ТС-8 при 800 °С в водяных парах вполне стойки, ситалл Ж-3—нестоек [88].
3* Скорость коррозии в воде различных морей колеблется в зависимости от ее ионного состава.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали легированные типа X13	20—100	От <0,001 до 0,01 ^{1*}	39
X17	20	От <1,0 до 3,0	33, 119
X25 X28	20	<0,5	33
X18N10T	20	<0,001 ^{1*}	39
X17N13M2T	20	От <0,1 до 1,0 ^{2*}	33, 119
X17N13M2T	20	<0,001	39
Чугуны серые	20	0,07	39
кремнистые	20—100	<0,1	39
Алюминий	20	Не применим	119
Медь	20—80	0,02—0,04	119
Бронзы			
алюминиевые	20—50	<0,05	39
оловянистые	20—40	0,04	39
Латунь	20	≤0,02	39
Никель	20	<0,1	119
Монель-металл	20	~0,02	39
Сплавы типа N55X15M16B	98	0,075	39
Свинец	20	<0,1	119
Титан	24—98	0,000—0,001	39, 105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	191
	100	В—О	173
Полипропилен	20—100	В	173
Полиизобутилен	20—100	В	173
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В ^{3*}	140, 191
Фторопласты	20—60	В	3, 140
Асбовинил	20	В	122
Полиамиды	20—60	В—О	3, 173
Стеклопластики кремнийорганические	20	В	191
полиэфирные	20—60	В	140

Примечания. 1* Возможна точечная коррозия со скоростью развития питтинга до 1,78 мм/год (см. главу 1)

2* Отмечается склонность к межкристаллитной коррозии и коррозионному растрескиванию.

3* По данным [102], при 60 °С относительно стойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
фенолоформальдегидные	20	В	191
эпоксидные	20	В	191
<i>Резины на основе каучуков</i>			
полисульфидного	20	С—Н ^{1*}	77
уретанового	20	В	140
хлоропренового	20	В	77, 135
Водород Н₂			
Металлы и сплавы			
Стали ^{2*}			
углеродистые	20	<0,1	176
легированные типа X13	100	<0,1	176
X18N10T	20—100	<0,1	176
Алюминий	20—100	<0,1 ^{3*}	176
Медь	20	<0,1	176
	40	1,32	196
Никель	100	<0,1	176
Монель-металл	20—100	<0,1	176
Свинец	20	<0,1	176
	100	>10	176
Тантал	20—100	>10	176
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—100	В	54
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласты	20—60	В	3, 140
Полиэфирные стеклопластики	20—65	В	125

Примечания. 1* Герметик У-30М стойки, УТ-31—нестоек.

2* При высоких температурах и давлении водорода стали охрупчиваются в той или иной степени, в зависимости от их химического состава.

3* По данным [176], в горячем водороде нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального	20—60	X	176
СКС	20	B	176
	60	X	176
бутилкаучука	20—100	B	176
полисульфидного хлоропренового, СКН	20—60	O	176
ХСПЭ	20	B	140, 176
			140

Водорода перекись H_2O_2 (водные растворы; концентрация любая)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые легированные типа X13	20—кип.	От 0,00 до $>10^{1*}$	39, 159
X17, X25, X28	20	0,000	39
X25, X28	90—100	$>10^{2*}$	119
X18H10T	20	$<0,1$	119
X17H13M2T	20	>10	119
X18H10T, X17H13M2T	20	$\leq 0,001$	114
OX23H28M3Д3Т	20	$<0,1$	119
	100	$<0,1$	159
	100	0,1—1,0	159
Алюминий	20—50	От $<0,001$ до $<0,059^{3*}$	39, 171
Медь, бронзы	20—100	>10	39, 97, 119
Никель	20	$<0,1$	39, 119
Монель-металл	20	0,1—1,0	39, 146, 176
Сплавы типа H70M27Ф	20—60	$<0,1$	146, 159
Свинец	20—100	>10	146
Серебро	20	>10	159
Тантал	20—100	0,000	39, 56
Титан	20	От $<0,13$ до $0,22^{4*}$	105

Примечания. 1* В разбавленных до 10% растворах скорость коррозии $<0,5$ мм/год, в более концентрированных нестойки и в технической перекиси не применимы. В чистой перекиси при 20 °С не корродируют [39].

2* По данным [176], стойки при 100 °С в 10, 25 и 50%-ных растворах.

3* В 90%-ном растворе скорость коррозии больше, чем в менее концентрированных (до 87%).

4* При увеличении концентрации раствора скорость коррозии увеличивается и стойкость ухудшается.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	B	140, 163
	60	B—H ^{1*}	173, 191
Полипропилен	20	B	94, 173
	100	H	173
Полнизобутилен	20	C ^{2*}	173
	60	H	146
Полистирол	20	C ^{2*}	173, 191
	50	X ^{3*}	173
Полиметилметакрилат	20—50	B—H ^{1*}	36, 191
Полвинилхлорид	20—60	B ^{2*}	36, 43
Фторопласт-4	20—60	B	140
Пентапласт	До 65	B	163, 177
Полиамиды	20	B—H ^{4*}	173
Поликарбонаты	20	B	102
Фенопласты	20—кип.	B—H ^{4*}	36
Смолы			
кремнийорганические	25	O	125
полиэфирные	20	B—H ^{4*}	89
	60—80	C—O ^{1*}	163
эпоксидные	20	C—H ^{4*}	173, 191
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	H	159
Битумные материалы	20	H	159
Резины на основе каучуков			
натурального	20	O—H ^{5*}	36, 129
СКС	20	H	129
СКН	20—60	C—H ^{5*}	129
бутилкаучука	20	B	129
полисульфидного	20	O—H	72, 141, 173
силоксанового	20—70	B	52, 74, 77

Примечания. 1* При увеличении концентрации раствора скорость коррозии увеличивается и стойкость ухудшается.

2* При концентрации растворов до 30%.

3* В 3%-ном растворе.

4* В 30%-ном растворе нестойки и разрушаются.

5* Стойкость зависит от концентрации раствора, температуры и марки резины: эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
хлоропренового	20	В	129
	60	Н	129
фторкаучука	20	В	129
ХСПЭ	20	В	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20—60	В	146
Кислотоупорная эмаль	20—150	В	54
Керамика	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—60	В	146, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	131
Графит пропитанный	20	В ^{1*}	69

Иод I₂

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые ^{4*}	20	0,18—0,5	26
	200	< 9,9	26
	55	3,4 ^{2*}	59
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20	От < 0,1 до > 10 ^{4*}	119
X17, X25, X28	50	9—11 ^{3*}	59
X18H10T	20	От < 0,1 до > 10 ^{4*}	119
	50	12 ^{3*}	59
X17H13M2T	20	От < 0,1 до > 10 ^{4*}	119
	200—230	0,14	26
0X23H28M3Д3Т	20	0,11—0,17	26
	50	13,0	59
	200	0,06	26
Чугуны			
серые	20	От < 0,1 до > 10 ^{4*}	159
	55	1,6 ^{2*}	59
кремнистые	20—200	< 0,1	159
	55	0,006 ^{2*}	59

Примечания. 1* В 3%-ном растворе.

2* В водовоздушной смеси: 0,2 мг иода на 1 л воздуха.

3* В техническом иоде и его парах [59].

4* В сухом иоде и его парах стойки; влажный иод и его пары вызывают коррозию.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20	0,00—0,022 ^{2*}	39
	115	15,0 ^{1*}	59
Медь	20	0,2—0,3	26
	50	2,4 ^{1*}	59
Бронзы			
алюминиевые	20	< 0,1	159
оловянистые	20	< 0,1	159
	75	> 10	159
Латунь	50	8,7 ^{1*}	59
Никель	115	0,7 ^{1*}	59
	200	0,18	26
Монель-металл	20	< 0,1	39
	75	1,0—3,0	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0,1	159
	120	0,35 ^{1*}	59
Свинец	20	0,24	26
	115	0,15 ^{1*}	59
Серебро	20	> 10	119
Тантал ^{3*}	20	< 0,001	39, 159
	600	0,000	39
Титан	20	От < 0,1 до > 10 ^{4*}	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	О	36
Полипропилен	20	Н	159
Полиизобутилен	20	Н	36
Полистирол	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	Н	159
Поливинилхлорид	20—60	В—Н ^{5*}	59, 102
Фторопласт-4	20—100	В	59
	150	С	59
Фторопласт-3	20—50	В	59

Примечания. 1* В техническом иоде и его парах [59].

2* В безводном иоде и его 0,1%-ном водном растворе; в спиртовых растворах неприменим [39].

3* В сухом иоде и его парах стоек до 600 °С [39], но влажном только при 20 °С, а по данным [159] до 150 °С.

4* Корродирует в спиртовых растворах иода, но влажном и сухом иоде и его парах при 20 °С вполне стоек.

5* При нагревании от 20 до 60 °С постепенно становится нестойким.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Асбовинил	55	В 1*	59
Полиамиды	20	Н	173
Фволит	20	Н	36
	55	В 1*	59
Смолы			
полиэфирные	20	Х 2*	59
эпоксидные	20	Н	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	Н	159
Битумные материалы	20	Х — Н 3*	178
Резины на основе каучуков 4*			
натурального	20	С — О 5*	129
СКС	20	О	129
бутилкаучука	20	С	129
силоксанового	20	Н	129
хлоропренового	20	С	129
ХСПЭ	20	В	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—100	В — Н 6*	159
Стекло	20—100	В	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н 7*	159
Прочие материалы			
Дерево	20—60	В — Н 8*	59, 159
Антегмит	50	Х	59
Графит пропитанный, уголь	20	Н	31, 43, 159

Примечания. 1* В водовоздушной смеси: 0,2 мг воды на 1 л воздуха
2* Стеклопластики в парах нестойки [125].

3* Для растворов воды в органических растворителях битумные материалы не применимы.

4* Для резин приведены данные [129] в водном воде. По другим данным [36, 159], в сухом и во влажном воде резины не применимы.

5* Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

6* Базальт и гранит вполне стойки. Мрамор при наличии паров воды окисляется, а в присутствии влаги разрушается.

7* Силикатные кислотоупорные бетоны и замазки вполне стойки до 300 °С; гидравлический и поргланцементы медленно разрушаются.

8* Дерево пропитывается водом. Для разных сортов древесины набухание колеблется: в водовоздушной смеси (0,2 мг воды на 1 л воздуха) при 55 °С от +2,0% до -2,7% [59].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Иодистый водород HI (сухой)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159
легированные типа X13	20	< 0,1	159
X18N10T	20	< 0,1	159
X17N13M2T	20	< 0,1	159
OX23N28M3D3T	20	< 0,1	159
	200—230	0,55	26
	370—400	2,1	26
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,1 1*	159
Медь, бронзы	20—100	< 0,1 1*	159
Никель	200—230	0,08	26
	370—400	1,00	26
Монель-металл	20	< 0,1 1*	159
Сплавы типа N70M27Ф	200—230	0,013	26
	370—400	0,080	26
Серебро	20	< 0,1 2*	159
Тантал	20—100	< 0,1 3*	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	В	36
Полиизобутилен	20	О	36
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	Н	159
Фенопласты	20	В	36, 159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159

Примечания. 1* В отсутствие влаги.

2* Только при комнатной температуре.

3* В условиях синтеза HI при 370—400 °С наблюдается охрупчивание [25].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков натурального, СКС, СКН бутилкаучука хлоропренового	20	H ^{1*}	159
	20	H	159
	20	H	159
Неорганические материалы Природные кислотоупоры Стекло, кислотоупорная эмаль	20	B	159
	20—150	B	159
Керамика, фарфор Цементы, бетоны, замазки	20	B	159
	20	H	159
Прочие материалы Дерево Графит пропитанный, уголь	20	H	159
	20	B	159

Калия (натрия) перекись K₂O₄, Na₂O₂

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20—100	От <0,1 до >10 ^{2*}	159
	Расплав	>10	159
легированные типа X13, X17	20	<10	11, 39, 119
	Кип.	>10	39
	100—кип.	1,0—3,0 ^{3*}	11, 119
X21H5T X18H10T, X17H13M2T OX23H28M3D3T	100	<0,1 ^{3*}	10, 11, 119
	20—100	<0,1	10, 39
Алюминий	20—100	<0,1 ^{4*}	159
	20	>10	159
Медь, бронзы, латунь	20	>10 ^{4*}	159
	20—100	<0,1 ^{5*}	159
Монель-металл	20—100	<0,1	39, 159

Примечания. 1* По данным [36], при 20 °С стойки.

2* Стойкость зависит от концентрации и температуры раствора. Твердая K₂O₄ на углеродистые стали не действует.3* Только в растворах до 10%-ой концентрации Na₂O₂.

4* Данные для перекиси калия.

5* Коррозия начинается в расплавах при температуре выше 400 °С и наблюдается коррозионное растрескивание.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа H70M27Ф H55X15M16B Свинец Серебро Тантал Титан	20	От <0,1 до >10 ^{1*}	159
	20—100	<0,1	159
	20	>10 ^{2*}	159
	20—100	>10	39, 119
	20	>10	39, 159
Неметаллические материалы Пластмассы	20	>10	159
	20	>10	159
Поливинилхлорид Фторопласт-4 Полиамиды Замазки арзамит	20—60	B ^{3*}	141
	20—100	B ^{3*}	54
	20	H	159
	20	B	54, 159
Резины на основе каучуков натурального, СКС, СКН бутилкаучука хлоропренового	20	C—H ^{4*}	72, 159, 176
	20	C—H ^{4*}	72, 159, 176
	20	X—H ^{4*}	72, 159, 176
Неорганические материалы Природные кислотоупоры Стекло, кислотоупорная эмаль Керамика, фарфор Цементы, бетоны, замазки	20—100	B—H ^{5*}	159
	20—100	B—H ^{5*}	159
	20—100	B—H ^{5*}	159
	20—100	B—H ^{5*}	159
	20—100	B—H ^{5*}	159
Прочие материалы Дерево Графит пропитанный, уголь Графит пропитанный	20	H	159
	20—60	B—X ^{3*}	159
	Расплав	H ^{5*}	159

Примечания. 1* В перекиси натрия стойки, в перекиси калия корродируют.

2* Данные для растворов; в сухой перекиси натрия не корродирует.

3* Данные для перекиси калия.

4* В перекиси калия все резины нестойки [159], в растворах перекиси натрия стойки в зависимости от их концентрации.

5* Все силикатные материалы не применимы в расплавах и разрушаются под действием едкого кали, образующегося в растворах K₂O₄ соответствующих концентраций, в остальных случаях и в растворах перекиси натрия они стойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Кислород O₂

Металлы и сплавы			
Стали 1*			
углеродистые	100	<0,1	176
легированные типа X13, X17, X25, X28	100	<0,1	159, 176
X18H10T,	100	<0,1	159, 176
X17H13M2T,			
OX23H28M3D3T			
Чугуны серые	20	<0,1	159
Алюминий	20—100	<0,1	176
Медь	20	<0,1 2*	159
Бронзы, латунь	20—100	<0,1	159
Никель	100	<0,1 3*	176
Монель-металл	20—100	<0,1	176
Сплавы типа H70M27Ф	100	<0,1 3*	176
Свинец	20	<0,1	176
Тантал	20—100	<0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	60	В	43, 122
Поливинилхлорид	20—60	В	102, 122
Фторопласт-4	20—100	В	3, 122
Фторопласт-3	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	3, 140
Смоли			
полиэфирные	20	В	3, 140
эпоксидные	20	В	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20	О	122, 176
	100	Н	176
СКН	20	Х	181
	100	Н	176

Примечания. 1* Углеродистые стали стойки до 600—650 °С, легированные хромистые и хромоникелевые до 900 °С.
2* Стойка до 250 °С.
3* Стойки до 900 °С.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
бутилкаучука	20	В	181
	60	О	122, 176
	100	Н	176
полисульфидного	20	О	176
	100	Н	176
уретанового	20	В	140
хлоропренового	20	В	176
	100	Н	176
фторкаучука	60	В	72, 159
ХСПЭ	20	О	118
Неорганические материалы			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	122
Керамика, фарфор	20	В	122

Мышьяковистый ангидрид As₂O₃ (водные растворы; концентрация при 25 °С до 2%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—100	0,1—1,0	159, 180
легированные типа X18H10T,			
X17H13M2T	20	<0,1	159
OX23H28M3D3T			
Чугуны серые	20	<0,1	159
Алюминий	20	<0,1	159
Никель, монель-металл	20	От <0,1 до >1,0	159, 180
Сплавы типа H70M27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20	<0,1	159
Тантал	20	<0,1	159
	Расплав	>10	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	В	159, 186
СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159, 186
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—100	В	180, 186
Уголь	20	В	186

Озон (смеси с воздухом)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	0,1—1,0 ^{1*}	159
легированные типа X25, X28	20	<0,1	159
X18N10T,	20	<0,01	159
X17N13M2T	20	<0,1	159
OX23N28M3D3T	20	0,1—1,0	159
Чугуны серые	20	<0,1	159
Алюминий	20	>10	159
Медь	20	>10	159
Бронзы	20	<0,1	159
Никель, монель-металл	20	<0,1 ^{2*}	159
Свинец	20	От <0,1 до >10 ^{3*}	159
Серебро	20	От 1,0 до >10 ^{4*}	159
Титан	20	<0,1	159
Титан	20	<0,1	159

Примечания. 1* Данные для сухого озона, во влажном нестойки, так как не возникает хорошей защитной пленки.

2* В сухом озоне.

3* В сухом озоне при комнатной температуре стоек, во влажном корродирует.

4* В зависимости от условий корродирует с большей или меньшей скоростью.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В—Н	159
	60	Н	159
Полиизобутилен	20	В ^{1*}	159
Полистирол	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	Н	159
Поликарбонаты	20	В ^{1*}	159
Полнуретаны	20	В	159
Фенопласты	20	В ^{1*}	159
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20	Н	159
фурановые	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков^{2*}</i>			
натурального	20	Н	159
СКС, СКН	20	С ^{1*}	159
бутилкаучука	20	В	159
полисульфидного	20	В	159
силоксанового	20—100	В	159
хлоропренового	20	С	159
фторкаучука	0	В	159
ХСПЭ	20—150	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20	Н	159

Примечания. 1* При небольшом содержании озона в воздухе и при комнатной температуре стоек.

2* Подробную характеристику озоностойкости каучуков и резин на их основе см. гл. 3.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Ртуть Hg (т. пл. 230 °С; т. кип. 357 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 — кип. 400	< 0,1 < 0,1	39, 176 159
легированные типа			
X13	20—50	< 0,1	11, 119
X17, X25, X28	Кип.— 400	< 0,1 ^{1*}	157
X21H5T, X18H10T	20—100	< 0,1	159
X18H10T	20—50	< 0,1	11, 119
X17H13M2T,	Кип.— 400	< 0,1 ^{1*}	157
OX23H28M3D3T	20—60	< 0,1	11, 39, 119
Чугуны			
серые	20—80	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	39, 119
Медь	20—100	> 10	159
Бронзы алюминиевые	20	0,1—1,0	159
Никель	Кип.— 400	< 0,1	39, 119
Монель-металл	20	< 0,1	159
Свинец	20	0,1—1,0 ^{3*}	159
Серебро	20 — кип.	> 10	39, 119
Тантал	20 — кип. 600	0,000	39, 196
Титан	20—350	Применим ^{4*} < 0,1	39, 63, 157 159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	140, 191
Полипропилен	20—60	В	140, 191
Полистирол	20	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Полвинилхлорид	20—60	В	102
Фторопласты	20—60	В	140

Примечания. 1* В парах ртути при 593—703 °С хромистые и хромоникелевые стали подвергаются транскристаллитному растрескиванию [157].

2* В безводной ртути стойки по влажной нестойки.

3* При высокой (800 °С) температуре нестойки.

4* Пары ртути при температурах 593—703 °С на тантал не действуют.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиамиды	20—60	В	140
Фенопласты	25	В	159
Смолы			
полиэфирные	20—120	В	
фурановые	20—60	В	140
эпоксидные	20—60	В	140
Резины на основе каучуков			
натурального	20—80	В	181
СКС, СКН	20	В	181
бутилкаучука	20—80	В	181
хлоропренового	20	В	170
Прочие материалы			
Дерево	20	В	131

Свинец Pb (т. пл. 327,5 °С)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	600	~ 0,000	39, 159
легированные типа			
X13	400	> 10	119
X17	400	3—10	119
X25, X28	400—600	3—10	119
X21H5T	400	0,1—3,0	119
X18H10T	400—600	3—10	39, 119
Чугуны	900	3—10	11
серые	—	0,1—3,0	159
кремнистые	—	0,1—1,0	159
Алюминий	350	0,000	39
Медь, бронзы, латунь	—	> 10	159
Никель	—	> 10	39, 159
Монель-металл	260	> 1,0	39
Тантал	1000	> 10 < 0,1	159 39
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полимерные материалы		Не применимы	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неорганические материалы			
Стекло	—	X	159
Фарфор	—	B	159
Прочие материалы			
Дерево	—	H	159

Свинца окислы PbO; PbO₂; Pb₃O₄

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 700—800	0,1—1,0 He применимы	159 39
легированные типа			
X13	20—100	0,1—1,0	159
	700	> 10	39
X17	800	14,0	39
X18H10T,	20—100	0,1—1,0	159
X17H13M2T	700	> 10	159
OX23H28M3Д3Т	20	< 0,1	159
	100	0,1—1,0	159
	800	> 10	159
Чугуны серые			
	20—100	0,1—1,0	159
	700—800	> 10	159
Алюминий			
	20	> 10	159
Медь, бронзы, латунь			
	20	< 0,1 ^{1*}	159
Никель, монель-металл			
	20	< 0,1 ^{1*}	159
Сплавы типа H70M27Ф			
	20	< 0,1	159
	100	0,1—1,0	159
	700—900	> 10	159
Серебро			
	—	> 10	119, 159
Тантал			
	20—100	< 0,1	159
	500	> 10	159
Неметаллические материалы			
Неорганические материалы			
Стекло	20	B	159
Кислотоупорная эмаль	20—100	B — H ^{2*}	159

Примечания. 1* В двуокиси свинца PbO₂.
2* При высоких температурах разрушаются.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор			
	20—100	B — H ^{1*}	
Цементы, бетоны, замазки			
	20—100	B — H ^{2*}	
Прочие материалы			
Дерево	20	B ^{2*}	
Графит пропитанный, уголь	20	B	

Сера S₂ (расплав) (т. пл. 112,8 °С; т. кип. 444,6 °С)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	115—кип.	0,1—1,0	12
легированные типа			
X13, X17	445	> 10	39, 119
X25, X28	445	3—10	119
X13, X17, X25, X28	130	< 0,1	39, 119
OX18H10T,	130	< 0,1	119
X17H13M2T,	445	< 3,0	5, 39, 109
OX23H28M3Д3Т			
Чугуны			
серые			
	115—кип.	< 0,1	12
кремнистые			
	> 100	< 0,1	159
	Кип.	1,0—3,0	159
Алюминий			
	20	0,000	39
	445	< 0,1	39
Медь			
	130—400	> 35	39
Бронзы			
алюминистые	> 113	0,1—1,0	159
оловянистые	> 113	> 10	159
Латунь			
	> 113	0,1—1,0	159
Никель, монель-металл			
Сплавы типа H70M27Ф	> 113	He применимы	39, 119
	> 113	0,1—1,0	159
Свинец			
	> 113	> 10	159
Серебро			
	130	> 10	109, 119
Тантал			
	He применим		39
Титан			
	240	0,13	159

Примечания. 1* При высоких температурах разрушаются.
2* Стойкость зависит от сорта и марки выжущего.
3* В двуокиси свинца PbO₂.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 191
Полипропилен	20—60	В	191
Полиизобутилен	20	Н	36
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласт-4	20—60	В	140
Полиамиды	20	В	173
Поликарбонаты	20	В	140
Фэолит	130	В	40, 54
Замазки арзамит	130	В	54, 159
Эпоксидные смолы	20—60	В	140
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	Х — Н	36, 181
СКН	20	В — О	36, 92, 181
бутилкаучука	20	В	181
полисульфидного	20	В	176
хлоропренового	20	В	176
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—150	В	159
Стекло	≤ 113	В	54, 159
Кислотоупорная эмаль	20—100	В ^{1*}	159
Керамика	100—150	В	54, 159
Фарфор	113—445	В	54, 159
Цементы	До 430	В	159
Бетоны, замазки	113—130	В	54, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	Х	159
Графит пропитанный	113—170	В ^{2*}	54, 159
Уголь	350—400	В ^{2*}	54, 159

Примечания. 1* В жидкой сере (расплаве) эмаль стойка, но не рекомендуется к применению.

2* В присутствии воздуха допустимая температура применения для графита 200° С, для угля 180° С [159].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сера двухлористая SCl_2 (с водой реагирует) и однохлористая S_2Cl_2			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10 ^{1*}	121
легированные типа X13, X17	20	1,0—3,0	65, 159
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	Кип.	> 3,0	65, 159
X18H10T	Кип.	< 0,1	9, 10, 65
X17H13M2T	20	0,03	
Чугуны серые	20	0,002	65, 159
Алюминий	20	> 10	121
Медь, бронзы	20	> 10	65, 159
Никель	20	> 10	65, 159
	20	От < 0,1 до 0,5	65
	Кип.	0,1—1,0	65
Монель-металл	20	0,1—1,0	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	0,1—1,0	159
Свинец	20	0,1—0,5	121
Серебро	70	< 0,1 ^{2*}	86
	300	1,0—3,0	86
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Фторопласт-4	20	В	176
Фэолит	20—130	В	43, 54
Замазки арзамит	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	Н	159
СКС	20	О — Н	72, 176, 181
СКН	20	Х — О	72, 176, 181
бутилкаучука	20	Н	159
полисульфидного	20	Н	72
хлоропренового	20	Х — О ^{3*}	176

Примечания. 1* По данным [12, 176], стойкость выше, скорость коррозии до 3,0 мм/год.

2* По данным [12], серебро нестойко.

3* Стойкость зависит от марки (состава) резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	54, 159
Керамика	20 — кип.	В	54, 159
Фарфор	20	В	121, 159

Сернистый ангидрид SO₂ (сухой газ)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	70	< 0,05	62
	150	0,25—0,4 ^{1*}	62
	500	7,5	6, 39
	700—800	> 10	6, 39
<i>легированные типа</i>			
X13	20	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	39
X17	38	> 3,8	196
X18Ni10T	38	От < 0,00 до 0,25	196
	150	0,14—0,27 ^{1*}	62
	450	0,05	62
	800	0,5—1,0	159
	900	1,0—1,5	159
	1000	3,0	159
X17Ni3M2T	20—40	< 0,005	62
	200	< 0,1	159
0X23Ni28M3D3T	40	< 0,005	62
	120	< 0,001	196
<i>Чугуны</i>			
серые	20	0,12	39
	700	> 10	62
кремнистые	20	0,1—1,0 ^{1*}	62
	250—900	< 0,1	6, 39
Алюминий	20—400	0,000	6, 39, 159
Медь	20	0,000	6, 39, 119
	60—100	0,1—1,0	159
Бронзы	20—100	0,1—1,0	39, 159
Латунь	20—40	0,1—1,0 ^{3*}	97
	300	> 10	39, 159

Примечания. ^{1*} Во влажном газе.^{2*} В сухом газе стойкость выше, чем во влажном.^{3*} По данным [159], скорость коррозии до 3,0 мм/год.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель	20—400	< 0,1 ^{1*}	159
	400—700	> 10	119
Монпель-металл	20	< 0,1	39, 159
	815	< 0,1 ^{2*}	159
<i>Сплавы типа</i>			
N70M27Ф	20—750	< 0,1 ^{1*}	159
N55X15M16B	20—1100	< 0,1 ^{1*}	159
Свинец	20	0,000	39
	20—600	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1 ^{1*}	159
	100	> 10	6, 39, 119
Тантал	20—400	< 0,1	159
Титан	20—60	< 0,13	39, 105
	300	0,1—1,0	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 163
Полипропилен	20—80	В	163, 191
Полиизобутилен	20—80	В	43, 62
Полистирол	20—50	Х	159
	80—100	Н	159
Полиметилметакрилат	20—100	С	36
Полвинилхлорид	20—60	В	36, 62
Фторопласты	20—100	В	54, 140
Асбовинил	20—50	В	43, 62, 135
Пентапласт	20—80	В — Н ^{3*}	163, 177
Полиамиды	20—50	О	4, 177
Поликарбонаты	20	С	177
Фенопласты	≥ 50	Н	159
<i>Фенопласты</i>			
стеклопластики	25—95	В	125
фаолит	20—100	В	40, 62, 159
текстолит	20	В	122
Замазки арзамит	20—100	В	176

Примечания. ^{1*} В сухом газе стойкость выше, чем во влажном.^{2*} Во влажном газе.^{3*} В жидком нестоек при обычной температуре, во влажном газе вполне стоек до 80 °С [177]. По данным [163], относительно стоек.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
полиэфирные	20	O — H	3, 89, 140
	65	C	125
фурановые	20—110	B	36, 125
эпоксидные	20—100	B	3, 125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	B	159
Битумные материалы	20—65	B	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	B	187
Резины на основе каучуков			
натурального	20	B	159
	50—80	O	179
СКС	20	O	176, 181
СКН	20—60	C — O	92, 159
бутилкаучука	20—60	B	159, 181
диоксаянового	20—100	X — H	140, 159
уретанового	20	B	177
	50	X	177
	80	H	177
хлоропренового	20—60	B	159
фторкаучука	20—100	B	159
Неорганические материалы			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—150	B	159
Керамика, фарфор	20—100	B	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	B — H ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	C — H	131, 159
Антрацит, графит пропитанный	20—150	B	54, 102, 18
Уголь	20—100	B	54, 159

Серный ангидрид SO₂ (сухой)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159
	100	0,1—1,0	159

Примечание. Гидравлический и портландцементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13	20—100	0,1—1,0	159
X18H10T	20	< 0,1	159
	60—100	0,1—1,0	159
0X23H28M3Л3Т	20—100	0,1—1,0	159
Алюминий	20	< 0,1	159
Медь	20	< 0,1	159
Бронзы	20	0,1—1,0	159
Никель	20—100	0,1—1,0	159
Монель-металл	20	< 0,1	159
	60—100	0,1—1,0	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	H	191
Полиизобутилен	20	O	43, 62
Поливинилхлорид	20—60	C — O	36, 62
Фволит	20	B	36, 62
Полиэфирные смолы	25—70	X	142
	100	O	142
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	B	159
Битумные материалы	65	B	178
Резины на основе каучуков			
натурального	20—60	X — H	36, 149, 181
СКС, СКН	20—60	X — O	176, 181
бутилкаучука	20	B	181
полисульфидного	20	B	159
хлоропренового	20—60	O	70, 176

Сероводород H₂S (сухой газ)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	От < 0,1 до 1,0 ^{1*}	39, 63

Примечание. ^{1*} В сжиженном сероводороде скорость коррозии < 0,1 мм/год.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13	20—100	< 0,1	39, 63
X17	20	< 0,1	39, 119
	500	< 0,1	39, 63
X18H10T, X17H13M2T, 0X23H28M3Д3Т	20—100	< 0,1	39, 63, 119
Чугуны			
серые	100	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	121
Алюминий	20—100	< 0,1	39, 63
Медь, бронзы, латунь	20	< 0,1	39, 63, 119
Никель, монель-металл	20	< 0,1	39, 63, 159
	100	10	39, 63, 159
Свинец	20	< 0,1	12, 63
Серебро	20	< 0,1	63
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В	43, 62
Полистирол	20	О	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В	62, 102
Фторопласт-4	20—100	В	3, 54, 140
Фторопласт-3	20—60	В	3, 140
Асбовинил	20	В	43, 135
Пентапласт	105	В	177
Полиамиды	20	Н	177
Фволит	20—130	В	43, 62
Замаски арзамит	20—60	В	176
Смоли		Н	
полиэфирные	20—80	В	3, 89, 176
эпоксидные	20—100	В	3, 176
Лакокрасочные материалы			
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального	80	С	129
натурального, СКК	20	С	39, 129, 170
СКН	20	О	92
бутилкаучука	20—80	В	129
полисульфидного	20	В	176
уретанового	20	О	3
хлоропренового	20—70	В—О ^{1*}	18, 129
фторкаучука	80	В	129, 177
ХСПЭ	20—80	В	129
Неорганические материалы			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	54, 159
Керамика	20—100	В	122, 159
Фарфор	20	В	122
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	121
Прочие материалы			
Дерево	20	С	122
Антемит	20—100	В	34, 62, 122
Графит пропитанный	20—150	В	34, 187

Сероводород H₂S (влажный)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	1,0—3,0	159
	100	> 10	63
легированные типа X13			
	100	0,1—1,0	63
	200	< 10	63
X13, X17, X25, X28	20	< 0,1	119
X18H10T, X17H13M2T	20—100	< 0,1	119, 159
0X23H28M3Д3Т	200	> 10	63, 119
	20	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20	0,5—1,0	159
кремнистые	20—100	< 0,1	159

Примечание. Стойкость зависит от марки резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20 100	0,000 < 0,1	119 63
Медь	20—100	> 10	61, 119
Латунь	20	1,2	63
Никель	20	От < 0,1 до 1,0	119, 159
Монель-металл	100	> 10	159
	20	< 0,1	159
	100	> 10	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	> 1,0	63
Титан	20—70	< 0,13	58
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 173
Полиизобутилен	20—60	В	173
Поливинилхлорид	20—40	В	43, 102
	60	О	102
Фторопласт-4	20—100	В	54
Пентапласт	105	В	177
Полиамиды	20	В	173
Фаолит	20—120	В	43, 159
Замазки арзамит	20—120	В	43, 176
Смоли			
полиэфирные	20—80	В	125, 187
эпоксидные	20—100	В	125, 187
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—65	В	178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—80	С — Н	129, 180
СКС, СКН	20	О	92
	60	Н	180
бутилкаучука	20—80	О	129
хлоропренового	20—70	В	18, 128, 129
<i>Неорганические материалы</i>			
Кислотоупорная эмаль	20—100	В	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	С	131
Антегмит, графит пропитанный, уголь	20—кип	В	63, 159
Углерода двуокись CO₂ (сухой газ)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—100	< 0,1	159
	350—500	< 0,1	159
легированные типа			
X13	20—100	< 0,1	39
X18H10T,	20—100	< 0,1	6, 39
X17H13M2T	700—800	< 0,1	6, 39
0X23H28M3D3T	20—100	< 0,1	159
	700—800	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20—100	< 0,1	159
	300—500	< 0,1	159
кремнистые			
	20—100	< 0,1	39
	700—800	< 0,1	39
Алюминий	20—100	0,000	6, 119
Медь	20—100	< 0,1 ^{1*}	176
Бронзы	20—100	< 0,1	159
Латунь	От 20 до > 100	0,000	39
Никель	20	0,000	159
	600	> 10	119
Монель-металл	20—100	< 0,1	39, 159
Сплав типа H70M27Ф	20—100	< 0,1	159
	800—900	< 0,1	159
Свинец	20—100	< 0,1	159
Серебро	20—600	< 0,1	119, 159
Тантал	20—150	< 0,1	159
Титан	100	> 10	159

Примечание. 1* По данным [39, 119], медь в газообразном CO₂ не применяется.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В ^{1*}	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В—Х ^{1*}	43
Полистирол	20—60	В—Х ^{1*}	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Поливинилхлорид	20—60	В—О ^{1*}	102
Фторопласты	20—60	В	3, 140
Полиамиды	20—60	В ^{1*}	3, 140
Фенопласты			
фаолит	20—60	В	122, 159
текстолит	20	В	122
Замзки арзамит	20	В	122
Смоли			
полиэфирные	20—60	В—Х ^{1*}	159
эпоксидные	65	С	125
эпоксидные	20—60	В—Х ^{1*}	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—60	В—Н ^{2*}	159
<i>Резины на основе каучуков^{3*}</i>			
натурального, СКС, СКН	20—60	С	24, 181
бутилкаучука	20—60	С	24, 181
хлоропренового	20—60	С	24
фторкаучука	30	С	24
ХСПЭ	20	О	118

Примечания. 1* Стойки, но в пленках проницаемы.

2* Возможна диффузия газа в битумные материалы.

3* Эбониты применимы до 90—100 °С. По данным [24] газопроницаемость резины на основе натурального каучука ($v \frac{\text{см}^3 \cdot \text{см}}{\text{сек} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{ат}}$) при 30 °С равна $123 \cdot 10^{-6}$, бутилкаучука — $5,2 \cdot 10^{-6}$, фторкаучука — $5,87 \cdot 10^{-6}$

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупорные	20—100	В—Н ^{1*}	1, 122, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В	122, 159
Керамика, фарфор	20—100	В	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{2*}	1, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	122, 159
Графит пропитанный, уголь	20—150	В	159
Углерода окись СО (газ)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—200	< 0,1	159
легированные типа	> 200	> 1,0 ^{3*}	159
Х13	20—760	< 0,1	39, 119
Х17, Х25, Х28	20—900	< 0,1	39, 119
Х18Н10Т,	100—900	< 0,1	33, 39, 119
Х17Н13М2Т			
ОХ23Н28М3Д3Т	100	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20—100	< 0,1 ^{3*}	159
кремнистые	500—700	Не применимы	39
Алюминий	20	< 0,1	159
Медь	20	0,000	39, 119
Бронзы	550	< 0,1	39, 119
	—	> 10	39, 119
Латунь	20—100	< 0,1 ^{4*}	159
Никель	20	< 0,1 ^{4*}	159
	80—100	> 10 ^{5*}	119, 159

Примечания. 1* Природные силикатные кислотоупорные материалы, такие как базальт, вполне стойки, но карбонаты (доломит, кальцит) подвержены воздействию углекислого газа.

2* Гидравлический и портландцементы нестойки.

3* С повышением температуры и давления коррозия усиливается.

4* В отсутствие кислорода воздуха.

5* При 200 °С и выше никель катализирует разложение окиси углерода и образование СО₂.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Монель-металл	20—100	< 0.1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0.1	159
	800—900	< 0.1	159
Свинец	20—100	< 0.1	159
Серебро	20—100	< 0.1	159
	300	> 10	119, 159
Тантал	20—350	< 0.1	119
Титан	20—100	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласты	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	140
Фаялит	20—100	В	40
Смоли			
полиэфирные	20—65	В	125, 159
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков^{2*}</i>			
натурального, СКС, СКН	20—60	В — О	176, 181
бутилкаучука	20—60	В — О	176, 181
полисульфидного	60	Н	176
хлоропренового	20—60	В — О	176

Примечания. 1* Вследствие высокого газопоглощения при высоких давлениях не применимы.

2* При использовании в качестве прокладок стойкость ниже, чем при гуммировании [176].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика	20—100	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20—100	В	159
Фосфор треххлористый PCl_3 (т. кип. 75,3 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые ^{1*}	20	0,008	123
	76	0,006	123
	300	0,15	123
легированные типа			
X13, X17	20	> 10	121
X25, X28	76	0,000	123
	300	0,0006	123
X21H5T	20	0,000	123
X18H10T	20	0,0001	123
	76	0,0022	123
	300	0,0026	123
X17H13M2T	20—300	0,000	123
OX23H28M3D3T	300	0,009	123
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20	< 0.1	159
Алюминий	20	0,0042	123
Медь, бронзы	20	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	121, 159, 180
Никель ^{3*}	76	0,005	159
	150	0,0075	159
Монель-металл ^{3*}	76	0,0100	159

Примечания. 1* По данным [121], нестойки.

2* В сухом PCl_3 вполне стойки [159], в присутствии влаги или в растворе (при разложении PCl_3) корродируют с большей или меньшей скоростью [121, 180].

3* В пятихлористом фосфоре.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20	0,03	123
Серебро	20—кип.	< 0,1	159
Тантал	20—125	< 0,1	159
Титан	20	0,000	123
	76	0,0034	123
	300	0,003	123
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	36, 191
	60	О	191
Полиизобутилен	20—100	Н	173
Поливинилхлорид	20—60	Н ^{1*}	191
Фторопласт-4	20—120	В	159
Поликарбонаты	20—60	Н	159
Фенопласты	20	В	36
Смолы			
полиэфирные	20—60	Н	159
фурановые	До 100	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	65	В	178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	В — Н	36, 153, 159
СКС	20	С	181
СКН, бутилкаучука	20	О — Н	159, 181
хлоропренового	20	Н	159
ХСПЭ	60	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—300	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В — Б ^{2*}	159

Примечания. ^{1*} По данным [43], при 20 °С стойки.^{2*} Цементы нестойки, кислотоупорные замазки и бетоны вполне стойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Антегмит, уголь	20	В	121
Графит пропитанный	20—кип.	В	62, 159
Фосфор пятиокись Р₂О₅ (фосфорный ангидрид)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
легированные типа X13, X17	20	< 0,1	39
X18N10T, X17N13M2T	20	< 0,1	39
Чугуны			
серые	20	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
кремнистые	20	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
Алюминий	20—100	< 0,1 ^{2*}	39, 159
Медь, бронзы	20	< 0,1	159
Бронзы	250	> 10	159
Никель, монель-металл	20—100	< 0,1 ^{2*}	159
Сплавы типа Н70М27Ф	60	0,000	159
Тантал	100	< 0,1	159
	500	> 10	39, 159
Титан	20—60	< 1,3 ^{2*}	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	173, 191
Полипропилен	20—60	В	173
Полиизобутилен	20	В	173
Полистирол	20—60	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В ^{3*}	62, 191
Фторопласты	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	Н ^{4*}	3
Фенопласты	20	В	159

Примечания. ^{1*} В сухой Р₂О₅ вполне стойки, в присутствии влаги корродируют.^{2*} Только в отсутствие влаги.^{3*} В трехокиси фосфора нестойки [140].^{4*} В трехокиси фосфора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смоли полиэфирные фурановые	20—60	H 1*	3, 140
	20	B	159
Резины на основе каучуков натурального, СКС, СКН бутилкаучука хлоропренового	20—65	B	159
	20—100	B	159
	20—80	B	159
Неорганические материалы Природные кислотоупоры Кислотоупорная эмаль, фарфор	20	B	159
	20	B	159
Прочие материалы			
Графит пропитанный, уголь	20—100	B	159

Фтор F₂ (сухой газ)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	200	<0,1	39, 159
	400	>10	159
легированные типа X13, X17	20	<0,1	119, 159
	200	0,1—1,0	39, 119
	300—400	>10	39, 119
X25, X28 X18N10T X17N13M2T	20	<0,1	119
	20—200	От <0,1 до 1,0	119
X18N10T, X17N13M2T OX23N28M3D3T	20	<0,1	119
	400	>10	39, 119
Чугуны серые кремнистые	20	<0,1	159
	400	>10	159
	20	>10	159
	20	>10	159

Примечание. 1* В трелохис фосфора.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20	0,0001 1*	159
	450	0,000	39, 119, 196
	600	>10	39, 119
Медь, бронзы, латунь	20—60	<0,1	159
	200—400	>10	159
Никель	200	<0,1	159
	400	0,21	119
	500	1,56	119
	700	10,4	119
Монель-металл	20	<0,1	159
	400—500	0,15—0,6	39
	>500	>10	39
Свинец	20	<0,1	119
	60—100	0,1—1,0	159
Серебро	20	<0,1	39, 119
	38	0,762	196
	120	3,1	196
	200	>10	196
Титан	20	>10	39, 119
Титан	20—100	От <0,1 до <10 ^{2*}	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	C	173
	60	H	36, 140
Полиизобутилен	20	H	72
Полистирол	20	H	159
Полиметилметакрилат	20	H	36
Поливинилхлорид	20	O	36, 191
	60	H	140
Фторопласт-4	20—120	B 3*	36, 159
Фторопласт-3	20—90	B 3*	159
Полиамиды	20	H	159
Фаялит	20	H	159
Смоли полиэфирные эпоксидные	20	H	125, 159
	20	H	159

Примечания. 1* В присутствии влаги корродирует, нестойко.
2* Стойкость зависит от чистоты газа. Применено до 150 °С.
3* В жидком фторе не применимы.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	H	159
Битумные материалы	20	H	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	H	36, 129, 159
бутилкаучука	20	O	129
силоксанового	20	H	129
хлоропренового	20	O — H ^{1*}	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—100	B — H ^{2*}	159
Стекло	20—100	B — H ^{2*}	159
Кислотоупорная эмаль	20	H	159
Керамика, фарфор	20	H	159
Цементы, бетоны, замазки	20	H	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	H	159
Антрацит, графит пропитанный	20	H	31, 43, 102
Уголь	20—100	B — H ^{4*}	159

Фтористый водород HF (сухой газ)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20—60	0,1—1,0	159
	500	> 10	159
легированные типа X13			
	100	0,05	59
	300	0,14	59
	500	8,4	59
	600	> 10	59

Примечания. 1* В зависимости от содержания влаги или фтора в газе.

2* В присутствии влаги корродирует, нестойко.

3* Стойкость зависит от вида кислотоупора: полевой шпат вполне стоек при высоких температурах, гранит — при обычной температуре.

4* Уголь вполне стоек, но при 100 °С становится хрупким.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
легированные типа X21H5T			
	100	> 10	119
X18H10T			
	40	0,15	59
	100	3,0—10	119
	300—500	> 10	59
X17H13M2T			
	100	1,0	59
0X23H28M3Д3T			
	20	< 0,1	159
	100	1,0—3,0	119
	500	> 10	159
<i>Чугуны</i>			
серые			
	20	< 0,1	159
	40	0,35	59
	300	3,5	59
	500	6,3	59
кремнистые			
	40—100	0,18	59
	300	0,48	59
	500	11	59
<i>Алюминий</i>			
	40	0,03	59
	500	~ 0,5	196
	600	> 10	196
<i>Медь</i>			
	100	0,44	59
	300	0,98	59
	500	1,52	59
<i>Бронзы</i>			
	20—60	< 0,5	159, 175
	100	1,0—3,0	159, 175
<i>Латунь</i>			
	20	< 0,1	159
	100	< 0,5	159
<i>Никель</i>			
	40 и 300	0,04	59
	500	0,98	59
<i>Монель-металл</i>			
	20—60	< 0,1	63
	500—550	1,22	63
	600	1,83	63
<i>Сплавы типа</i>			
H70M27Ф			
	100	< 0,1	159
H55X15M16B			
	100	< 0,1	119
<i>Свинец</i>			
	20	0,02—0,03	59
	40	~ 6,5 ^{1*}	196
	100	> 10	196
<i>Серебро</i>			
	20	< 0,1	159
<i>Титан</i>			
	20	< 1,3	119

Примечание. 1* В присутствии влаги.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	60	Н	59
Полиизобутилен	20—60	В	159
	100	С ^{1*}	43
Поливинилхлорид	20	В	59
Фаолит	20	В	59
	60	*В — Н ^{2*}	159
Замаски арзамит	20—100	В	159
Эпоксидные смолы	20—100	В ^{3*}	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
хлоропренового	20	С ^{4*}	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—100	В — Н ^{5*}	159
Стекло	20—100	Х — Н ^{6*}	159
Керамика, кислотоупорная эмаль, фарфор	20	Н	159
Цементы, бетоны, замаски	20	Н	159
<i>Прочие материалы</i>			
Антегмит	20	Н	
Графит, уголь (непропитанные)	До 400	В	62

Хлор Cl₂ (сухой и жидкий)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	<0,005	39
легированные типа X13, X17	20	0,1—1,0	39

Примечания. 1* Концентрация HF—следы.

2* Стойкость зависит от марки: наполненный асбестом фаолит нестойк, наполненный графитом—стойк.

3* По экспериментальным данным эпоксиднополиэфирные блоксополимеры нестойки.

4* Стойки, но проницаемы.

5* Стоек только полевой шпат.

6* В сухом газе стойко, во влажном нестойко.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X18N10T ^{1*}	20	<0,1	39, 64
	280	0,1—1,0	119
	315	1,0—3,0	119
	343	3,0—10	64
	> 400	> 10	64
X17N13M2T	20—100	<0,1	11, 39, 159
	До 315	0,1—1,0	159
0X23N28M3Д3T	20	<0,1	159
Чугуны			
серые	20	<0,1	64
	60	0,1—1,0	64
	100	1,0—3,0	64
кремнистые	20	0,1—1,0	39
	100	От 1,0 до > 3,0	39, 154
Алюминий			
	20	0,000	119
	120	0,76	64
	150	1,5—3,0	196
	250	> 10	64
Медь, бронзы, латунь			
	20—100	<0,1	39, 159
	200	1,0—3,0	39, 159
Никель			
	20—100	<0,1	119
	500	~0,1	196
Монель-металл			
	0	0,007	39
	20	<0,1	39
	100	<0,5	64
Сплавы типа			
H70M27Ф	20—100	<0,1	64
	500	<1,0	64
H55X15M16B	60	0,0005	39
	100	<0,1	64
Свинец			
	20	0,000	119
	60—100	0,1—1,0	64
Серебро			
	20	<0,1	119
Тантал			
	20—150	<0,1	64
	300	> 10	64
Титан			
	20—60	> 10 ^{2*}	105, 119, 196

Примечания. 1* Характер коррозии точечный.

2* В сухом хлоре воспламеняется.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20 60	O 1* H	36, 140 36, 140
Полипропилен	20 60	O 1* H	140, 173 173
Полиизобутилен	20 60	O 1* H	173 173
Подистирол	20—60	X—H	44, 47, 159
Полиметилметакрилат	20 60	O 1* H	36 36, 191
Поливинилхлорид	20—60	X 1*	6, 83, 102
Фторопласт-4	20—100	V	36
Фторопласт-3	20 60	O 1* H	3, 140 3, 140
Асбовинил	20—60	V	43, 122, 13
Пентапласт	20—65	V	102, 163
Полиамиды	20	V—H	3, 140, 177
Поликарбонаты	20	V	102
<i>Фенопласты</i>			
стеклопластики	25 95	O H	125 125
фэолит	20—100	V	
текстолит	20	O	122
Замаски арзамит	20—30	H	43, 135
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	29 80	V V—H	125, 140 47, 159
фурановые	25 120	O H	36, 125 125
эпоксидные	25—95	O	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	V	159
Битумные материалы	20—65	V	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	V	135, 187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—60	C—H 2*	36, 129
СКН, бутилкаучука	20—60	X—O 2*	92, 129

Примечания. 1* В жидком хлоре нестойки.
2* Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
полисульфидного уретанового хлоропренового фторкаучука ХСПЭ	20 90 20—60 20—100 20	O H O—H V O—H	159 129 36, 129 129, 177 129, 140, 177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20 60	V V	159 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	V	159
Ситаллы	900—1000	V	88
Шлакоситаллы	400 600	X H	88 88
Керамика	20—100	V	
Фарфор	20	V	
Цементы, бетоны, замазки	20—100	V—H 1*	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	O—H 2*	131, 159
Ангемит, уголь	20	V	159
Графит пропитанный	20—60	V	31, 43, 177
Хлор Cl ₂ (влажный газ)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые легированные типа X13, X17	20—100	> 10 3*	159
X18N10T	20	> 10	11
X17N13M2T	20—100	> 10 3*	11, 64
OX23N28M3Д3T	20 45 ≥ 65	< 0.1 < 1.0 > 10	64 64 64
<i>Чугуны</i>			
серые	20 ≥ 20	1.0—5.0 > 10	64 64
кремнистые	20	< 0.1	89

Примечания. 1* Кислотоупорные замазки и бетоны вполне стойки, цементы нестойки.

2* В сухом хлоре при 20 °С относительно стойки, в жидком нестойки.

3* В хлорной воде при 20 °С скорость коррозии меньше.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20	> 10	39
Медь, бронзы, латунь	20	> 10	64, 159
Никель	20	0,1—1,0	64
	100	> 10	64
Монель-металл	20	1,83	64
	90	2,0	39
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0,1	64, 159
	10	0,002	39
Н55Х15М16В	100	0,025	39
Свинец	20—60	0,1—1,0	64
Серебро	20	< 0,5	64
	60—80	> 10	64
Тантал	20—150	< 0,1	64, 159
	≥ 300	> 10	64
Титан	20—100	< 0,002 ^{1*}	39
Неметаллические материалы			
<i>Пласт массы</i>			
Полиэтилен	20	О	191
	60	Н	191
Полипропилен	20	О	173
	60—100	Н	173
Полиизобутилен	20	О	173
Полистирол	20	О ^{2*}	173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	159
Поливинилхлорид	20	В	102, 191
	60	О	191
Фторопласты	20—100	В	36, 159
Асбовинил	20	В	64
	60—100	Н	64
Пентапласт	25	В	177
Полиамиды	20	Н	3, 173
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	Н	125
фаялит	20	В—Н	125, 159
текстолят	20	В	12, 64
Замаски арзамит	20	О	43
	100	Н	159

Примечания. ^{1*} При содержании влаги не менее 0,013%.
^{2*} В хлорной воде.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
полиэфирные	20	С—Н ^{1*}	125, 176
фурановые	20—60	В ^{1*}	140
эпоксидные	20	О	125
	100	Н	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	Х	178
	100	О	54, 64
Перхлорвиниловые лаки	20	Х	187
	60	О	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	Х—Н ^{2*}	99, 129
СКС	20—60	Н	72, 129
СКН	20—60	Х	72, 129
бутилкаучука	20—60	С	176
полисульфидного	20	Н	159, 176
хлоропренового	20—60	Н ^{3*}	127, 129
фторкаучука	100	В	129
ХСПЭ	25	Н	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—60	В	64, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—60	В	64, 159
Ситаллы	100	О—Н	29
Керамика	20—60	В	64, 159
Фарфор	20	В	64, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{4*}	64, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	О	64, 159
Антрацит, уголь	20	О	64, 159
Графит пропитанный	20	В	64, 159

Примечания. ^{1*} Стеклопластики нестойки [125].

^{2*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины: полуэбонит 1751 стоек до 70 °С, при 90 °С применим эбонит 1213 [99].

^{3*} Резина 1257 относительно стойка [99].

^{4*} Цементы нестойки, кислотоупорные замазки и бетоны вполне стойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Хлора двуокись ClO₂ (водные растворы)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 — кип.	От 0,1 до > 1,0 ^{1*}	159
легированные типа			
X17	80	14	64
X13	20	> 10	159
X18N10T	20	0,078—0,22 ^{2*}	64
X18N10T, X17N13M2T	20 — кип.	От 0,1 до > 10 ^{3*}	159
OX23N28M3Д3Т	20—60 Кип.	0,1—1,0 1,0—3,0	159 159
Чугуны			
серые	20 — кип.	От 0,1 до > 10 ^{1*}	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	0,01 ^{4*}	64
Медь	20	> 10	159
Бронзы алюминиевые	80	3,6—11 ^{2*}	64
Латунь	80	2,1—10 ^{2*}	64
Монель-металл	20 — кип.	0,1—3,0	159
Сплавы типа			
N70M27Ф	20	От 0,1 до > 10 ^{2*}	159
N55X15M16B	45	0,015—0,475	39, 64
Свинец			
	20 — кип.	0,1—3,0	159
	20—60	0,083—0,13 ^{2*}	64
Серебро	20	> 10	159
Тантал	20	< 0,1	159
Титан	45	0,000	39
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	≤ 20	Н	159
Полиметилметакрилат	≤ 65	В	64

Примечания. 1* Только в явках и разбавленных растворах коррозии незначительна.

2* Скорость коррозии зависит от содержания активного хлора.

3* Стойкий в смесях с парами воды, в растворах нестойкий.

4* В газовой смеси в присутствии влаги 0,02%, при увеличении влажности до 1,2% скорость коррозии увеличивается до 6,9 мм/год.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Пентапласт	20—100	В	64
Смоли			
полиэфирные	20—90	В — Н ^{1*}	64, 159
эпоксидные	20—60	Н	64
Замаски арзамит	20	Н	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные лаки	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	159
бутилкаучука	20	Н	159
хлоропренового	20	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	159
Графит пропитанный	20 100	О Н	159 159

Хлористый водород HCl (сухой газ)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	40	0,012	60
	100	0,07	60
	250	0,50	60

Примечания. 1* В присутствии хлора нестойки уже при 70 °С и в зависимости от марки смолы.

2* Серный цемент нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа			
X13	40	0,02	60
	100	0,12	60
	250	1,1	60
X17	40	0,01	60
	100	0,04	60
	250	0,71	60
X25, X28	200	0,000	60
X18N10T	40	0,01—0,06	60
	100	0,04—0,15	60
	250	0,48—1,1	39, 119
	370	0,76—1,52	161
X17N13M2T	40	0,011	60
	100	0,13	60
	250	0,86	39, 119
	480	≤ 3,0	161
0X23N28M3Д3Т	20—100	< 0,1	159
	До 480	< 1,0	159
Чугуны			
серые	20	< 0,1	60
	100	0,10	60
	250	1,1	60
кремнистые	20—100	< 0,1	159
	177	0,76	60
	204	1,5	60
Алюминий	40	0,03 ^{1*}	60
Медь	100	0,006 ^{1*}	60
	40	0,01	60
	93	0,76—0,84	60
	150	1,56	60
	204	3,1	60
	250	8,0	60
Бронзы	20—100	< 0,1	159
Латунь	40	0,53 ^{1*}	60
	100	2,3 ^{1*}	60
	250	3,0	60
Никель	20—540	< 0,1	161
Монель-металл	20—100	< 0,1	159
	250	1,5	60
	370—450	< 0,1	161

Примечание. ^{1*} Только при полном отсутствии влаги.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа			
H70M27Ф	20—100	< 0,1	159
	370—540	Применимы	161
H55X15M16B	370—540	Применимы	161
Свинец	40	0,35	60
	100	2,0	60
	250	2,3	60
Серебро	20—100	< 0,1 ^{1*}	159
	150	> 10	119
Тантал	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полнэтнлен	20—60	В	140, 191
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В	43
Поливинилхлорид	20—60	В	102, 140
Фторопласты	20—100	В ^{2*}	3, 159
Асбовинил	20—60	В ^{2*}	12
Полиамиды	20—60	Н	3, 140
Фенопласты			
фаолит	20—30	В	60, 122
	60—100	Х	159
текстолит	20—100	В	122
Смолы			
полиэфирные	20	О—Н	89, 140
эпоксидные	20—60	Х—Н ^{3*}	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В ^{2*}	159
Перхлорвиниловые лаки	20	В	121
Резины на основе каучуков			
натурального	20	В	159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20—100	В	88, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159

Примечания. ^{1*} Только при полном отсутствии влаги.^{2*} Во влажном газе.^{3*} Стойкость зависит от сорта и марки смолы.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Ситаллы	20	В	88
	800	В — О	28, 88
Керамика	20	В	159
	130	Х	60
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Андемит	20—105	В	62
Графит пропитанный	20—170	В	60, 62
Уголь	20—400	В	62, 159

Органические среды*

Акрилонитрил $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ (т. пл. — 82 °С; т. кип. 78—79 °С)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159
	77	0,042—0,11	63
легированные типа			
X13	77	0,039—0,012	63
X21H5T	20—60	< 0,1	
X18H10T	20	< 0,1	159
	77	0,0009—0,0012	63
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,1	159
Бронзы, латунь	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159

Примечание. ^{1*} Гидравлический и портландцементы нестойки.

* Температуры кипения и плавления приводятся для нормального давления (1 ат) по следующим источникам: Перельман В. И. Краткий справочник химика. М., «Химия», 1961; Справочник химика, Т. 2. М., «Химия», 1971; Краткий справочник по химии. Киев, «Наукова думка», 1965.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Тантал	20 — кип.	< 0,1	159
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—80	В	63
Полипропилен	20	В	191
Полиизобутилен	20	Н	63
Полистирол	20	Н	63
Полиметилметакрилат	20	Н	63
Поливинилхлорид	20	Н	63
Фторопласт-4	80	В	63
Полиамиды	20	В	173
Поликарбонаты	20	Н	102
Фаолит	Кип.	Н	63
Эпоксидные смолы	20	Н	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	60	В	63
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	В	159
СКН, бутилкаучука	20	В	63, 159
хлоропренового	20	В — Н ^{1*}	126, 159
фторкаучука	50	В	24
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, ситаллы	20 — кип.	В	63, 159
Кислотоупорная эмаль	20—190	В	63
Керамика	20	В	159
Фарфор	20 — кип.	В	63
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Андемит, графит пропитанный	20 — кип.	В	63

Примечание. ^{1*} В водном акрилонитриле нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Амлацетат $\text{CH}_3\text{C}_2\text{H}_4\text{COO}$ (т. пл. — 75 °С, т. кип. 148 °С)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 — кип.	От 0,1 до $> 10^{1*}$	159, 180
легированные типа			
X13	25	< 0,5	180
X21H5T	20	0,000	
X18H10T	Кип.	< 0,5	180
X18H10T.	20	< 0,1	119
X17H13M2T			
OX23H28M3D3T	20—60	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20 — кип.	От < 0,1 до $> 10^{1*}$	159, 180
кремнистые			
Алюминий	20	< 0,1	159
	20	0,00	39, 119
Медь, бронзы, латунь	20 — кип.	< 0,1	159
Никель	20 — кип.	< 0,1 ^{2*}	159
	20	< 0,1	159
	100	> 10	159
Моноель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1 ^{3*}	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20 — кип.	0,000	56
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	C — H	140, 191
	60	C — H	140, 191
Полипропилен	20	C — H	1, 140, 173
	60	H	140
Полинзобутилен	20	X	183
	40—100	H	183

Примечания. 1* Стойкость зависит от чистоты среды — амлацетата.

2* В отсутствие кислорода воздуха.

3* Только в нейтральных растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20—50	H	173
Полиметилметакрилат	20—60	H	140, 191
Поливинилхлорид	20—60	H	140, 191
	20—60	B	140
Полиамиды	20	B — O	1, 140, 173
Фенопласты	20	B	3
Замазки арзамит	20—100	B — H	43, 186, 193
Смолы			
полиэфирные	20	B	89, 140
фурановые	20—60	B	3
эпоксидные	20—60	B	140
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—60	B 1*	63
Битумные материалы	20	H	159
Резины на основе каучуков			
натурального	20	B — H ^{2*}	57, 77, 129
СКС, СКН	20	H	129
бутилкаучука	20	C	129
полисульфидного	20	O — H	72, 77, 176
силоксанового	20	O	129
уретанового	20—60	H	140
хлоропренового	20—60	H	128, 129
фторкаучука	20	H	24
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	B	159
Керамика, фарфор	20—100	B	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	B — H ^{3*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	B	159
Графит пропитанный	20—100	B	69, 159
Уголь	20	B	69, 159

Примечания. 1* По данным [186], нестойк.

2* В 100% ном растворе и сухом амлацетате нестойки [57, 72], в водных 10—30% ных растворах при 25 °С вполне стойки [186].

3* Гидралический, серый и портландцементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Амины и диамины (диметил-, дипропил-, нафтиламины)*

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159
	50	0,0002	60
	100	0,002	22, 66, 114
	300	0,02	66, 114
легированные типа			
X13	50	0,002	66
	20	< 0,1	159
X17	300	0,005	66, 114
X13, X17	100	0,002—0,003	66, 114
X21H5T	50	0,0004	60
X18H10T	50	0,002	66
	100	0,002	114
X18H10T, X17H13M2T	50	≤ 0,0001	60
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	50	0,0012	60
	20—70	< 0,1 ^{1*}	159
Медь	50	0,042	60
	100	0,008 ^{2*}	114
	300	0,01	114
Бронзы			
алюминиевые	20	0,003 ^{3*}	60
	100	0,001—0,05	114
ОЦС 6-6-3	100	0,05	66
Латунь	20	0,004 ^{3*}	60
	100	0,15	66
Монель-металл	20	0,001 ^{3*}	60
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159

Примечания. ^{1*} В растворах и в расплавленном дифениламине.
^{2*} В жидкой фазе нафтиламина, в газовой фазе скорости коррозии больше — до 1 мм/год.
^{3*} В этилдиамине.

* Ссылки [66] — для высших аминов (C₇—C₉), [159] — для дифениламина.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	H	159
	20	C	191
	60	O—H ^{1*}	36, 60, 191
	20	B ^{2*}	191
Полипропилен	20	H	159, 191
Полиизобутилен	20	H	173
Полистирол	20—50	H	159
Полиметилметакрилат	20	H	102
Поливинилхлорид	20	O ^{2*}	159
	20	H	89
Полиэфирные смолы	20	H	
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Вакелитовые лаки	60	C ^{3*}	63
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	H	159
	65	C—O ^{2*}	129
СКН, бутилкаучука	65	C	129
силоксанового	65	O	129
хлоропренового	65	C	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло	20	B	159
Кислотоупорная эмаль	20—230	B	159
Керамика, фарфор	20	B	159
Цементы, бетоны, замазки	20	B	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	B	159
Графит пропитанный, уголь	20	B	159

Примечания. ^{1*} В диметиламине относительно стойки, в дипропиламине нестойки.
^{2*} В диметиламине.
^{3*} В дибутил- и диэтиламинах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Анилин $C_6H_5NH_2$ (т. пл. $-6,15^\circ C$; т. кип. $184,4^\circ C$)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,0003	22
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	< 0,1	11, 119
X18N10T, X17N13M2T	20	< 0,1	11, 39, 119
0X23N28M3Д3Т	20	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	39, 159
Алюминий	20	< 0,1	39, 159
	180	> 10	39
Медь, бронзы, латунь	20	> 10^{1*}	39, 57, 180
Никель	20	0,1—1,0	119
Монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	119, 159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20—кип.	0,000	39, 56, 196
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	C—H	36, 140, 191
Полипропилен	20—60	B ^{2*}	173, 191
Полиизобутилен	20—100	H	72, 173
Полистирол	20—50	H ^{2*}	173, 191
Полиметилметакрилат	20—60	H	36, 140
Поливинилхлорид	20—60	H	102, 127
Фторопласт-4	20—100	B	127, 159
Фторопласт-3	20—60	B	127, 159
Полиформальдегид	60	O	102
Пентапласт	20—65	B	127, 185
Полиамиды	20—60	H	3, 140

Примечания. 1* По данным [159], в чистом анилине медь и ее сплавы подвергаются небольшой коррозии (<1,0 мм/год), но примеси фенола и повышенные температуры усиливают коррозию.

2* По данным [127], стойки при $27^\circ C$.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фенопласты			
стеклопластики	25	O	125
	95	H	125
фволит	20	C	3, 122
текстолит	20	H	122
Замазки арзамит	20	X—H ^{1*}	121, 122
Смоли			
полиэфирные	20	H	44, 125, 193
фурановые	20—120	H ^{2*}	36, 125, 127
эпоксидные	20—60	B—H	3, 98, 125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—60	B—H	63, 127, 140
Битумные материалы	20—100	H	159
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20—60	H	121, 146
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20—60	C—H ^{3*}	129
СКН	20	H	92, 129
бутилкаучука	20	B	159
	70	C—O ^{3*}	72, 129
полисульфидного	20	H	77
силоксанового	20	C—O ^{3*}	77, 129
	120	H	52
	20	H	129
уретанового	20—60	O—H	36, 128, 129
хлоропренового	20—140	C	52, 129
фторкаучука	20	O—H ^{3*}	72, 129
ХСПЭ	20	X	52
этиленпропиленового	20		
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	B	122, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	B	122, 159
Керамика, фарфор	20—100	B	121
Цементы, бетоны, замазки	20—100	B	122

Примечания. 1* Стойкость зависит от марки замазок арзамит.

2* По данным [140], вполне стойки при 20 и $60^\circ C$.

3* Стойкость зависит от марки резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В — О	122, 159
Графит пропитанный	20—кип.	В	69
Уголь	20—170	В	159
Анилин солянокислый $C_6H_5NH_2 \cdot HCl$ (т. пл. 198 °С; т. кип. 245 °С)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа X13, X17, X25, X28, X21H5T, 0X23H28M3D3T, X18H10T, X17H13M2T	20, 20, 20, 100, 20, 20, 20	> 10, < 0,1 ^{1*} , 0,1—1,0, От < 0,1 до 0,5, От 1,0 до > 10	11, 119, 119, 180, 9, 121, 180, 11, 119, 119
<i>Чугуны</i>			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20—100	0,1—1,0	159
Алюминий	20	> 10	159
Медь, бронзы, латунь	20	> 10	159
Никель	20—кип.	От 1 до > 10 ^{2*}	159, 180
Монель-металл	20	> 10	159
Сплавы типа H70M27Ф	20—100	< 0,1	159
Свинец	20	0,1—1,0	159
Серебро	20	< 0,1	159
Титан	20—100	0,000 ^{3*}	105, 159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20, 60	С ^{4*} , О ^{4*}	159, 159

Примечания. ^{1*} По данным [119], стали 0X23H28M3D3T нестойки.
^{2*} По данным [180], скорость коррозии 1—3 мм/год, по другим [159] — нестойк.
^{3*} В условиях аэрации.
^{4*} В водном насыщенном растворе; по данным [140, 141], в чистом анилине нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиизобутилен	20, 60, 100	С ^{1*} , О ^{1*} , Н	159, 159, 159
Полиметилметакрилат	20—60	Н	140
Поливинилхлорид	20, 60, 20	Х ^{1*} , Н, В	159, 140, 159
Фторопласты	20	В	159
Фенопласты	20—90, 20	В, Х — Н	159, 122
фаолит	20—90	В	159
текстолит	20	Х — Н	122
Замаски арзамит	20—60	В — Н ^{2*}	122
Смоли	20—60, 20—60	В, В	140, 140
фурановые	20—60	В	140
эпоксидные	20—60	В	140
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В ^{1*}	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20—60	В — Н ^{3*}	159
СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	О	159
хлоропренового	20	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20—100	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	159
Керамика, фарфор	20	В	122, 159
Цементы, бетоны, замаски	20, 100	В, О	159, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—100	В	159

Примечания. ^{1*} В водном насыщенном растворе; по данным [140, 141], в чистом анилине нестойк.
^{2*} Стойкость зависит от марки: Арзамит-2 более стойк, чем Арзамит-1.
^{3*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Ацетальдегид CH_3CHO (т. пл. $-123,5^\circ\text{C}$; т. кип. 21°C)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые ^{1*}	20	< 0,0001	63
	20	0,38	63
	50—60	0,095	63
легированные типа			
X13	20	1,0—3,0	159
X17, X25	20	< 0,1	159
X21H5T, X18H10T	Кип.	< 0,1	6, 39, 63
X18H10T	20	0,0005	63
X17H13M2T, OX23H28M3Д3Т	20	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20	1,0—3,0	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	15	0,006	39, 63, 119
	Кип.	0,013—0,02	6, 39, 63
Медь, бронзы			
	20	< 0,1	159
	50	< 0,5	180
Латунь			
	20	< 0,1	159
	Кип.	0,08	
Никель			
Монель-металл	20—кип.	< 0,1	159
	20	< 0,1	159
	50	< 0,5	180
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	< 0,1	159
	50	< 0,5	180
H55X15M16B	20—50	< 0,5	159, 180
Свинец			
	20	< 0,1	159
Серебро			
	20	< 0,1	159
	200—400	< 0,1	159
Тантал			
	20—100	< 0,1	159
Титан			
	20	< 0,1	159

Примечание. ^{1*} В безводном 10%-ном ацетальдегиде стойки, в водных растворах корродируют.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Неметаллические материалы
Пластмассы

Полиэтилен	20	C ^{1*}	63, 191
	60	O	173, 191
Полипропилен	10	B	63
Полиизобутилен	20—40	C—O ^{2*}	63
	80	O	36, 63
Полистирол	20	H	159
Полиметилметакрилат	20	H	63, 140
Поливинилхлорид	20—60	B—H ^{3*}	36, 63, 102
Фторопласты	20—60	B	63, 140
Пентапласт	Кип.	B	163
Полиамиды	20—60	C—O ^{4*}	1, 86, 140
Поликарбонаты	20—60	H	102, 140
Фенопласты	20—40	C ^{5*}	36, 159
Замазки арзамит	20	C—H ^{6*}	122
Смоли			
полиэфирные	20—кип.	B	159
фурановые	20	B	140
эпоксидные	20	B	36, 140, 159
	70	H	36
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	B	159
	До 40	C ^{5*}	159
Битумные материалы	20	H	159
Перхлорвиниловые лаки и эмали	50—60	B—H ^{2*}	63
Резины на основе каучуков			
натурального	20	C—H ^{7*}	36, 63, 129
СКС, СКН	20	H	129
бутилкаучука	20	O	129
силоксанового	20	B	129
хлоропренового	20—30	O—H ^{1*}	129

Примечания. ^{1*} В чистом 100%-ном ацетальдегиде нестойки.
^{2*} Стойкость зависит от концентрации водного раствора: полиизобутилен меньше набухает в 5—60%-ных растворах, чем в 99%-ном; перхлорвиниловые лаки наоборот: в 5—7%-ных растворах более стойки, чем в 99%-ном.
^{3*} В 40%-ных водных растворах данные о стойкости различны, в 100%-ном нестойки.
^{4*} Стойкость зависит от сорта и марки смолы.
^{5*} Данные для 40—60%-ных растворов; в 5—7%-ных по сведениям [63] разрушаются.
^{6*} Арзамит-5 стойки, Арзамит-4 — нестойки.
^{7*} Стойкость зависит от рецептуры резины и эбонитов и от концентрации водных растворов.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
фторкаучука	20	Н	129
ХСПЭ	20	О	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В ^{1*}	159
Антегмит	20	В	159
	65—75	В	63
Графит пропитанный, уголь	20	В	159
↓			
Ацетанилид $C_6H_5NHCOCH_3$ (т. пл. 114 °С; т. кип. 305 °С)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	< 0,1 ^{2*}	159
легированные типа			
X13, X21H5T,	20	< 0,1	159
X18H10T			
X17H13M2T,	20	< 0,1	159
OX23H28M3D3T			
<i>Чугуны</i>			
серые	20	< 0,1 ^{2*}	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20—100	< 0,1	159
Бронзы, латунь	20	< 0,1	159
Никель	20	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Таитал	20—кип.	< 0,1	159
Титан	20	< 0,1	159

Примечания. ^{1*} Только в разбавленных растворах.
^{2*} В чистом ацетанилиде, без примесей.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—40	В	36
Полиизобутилен	20—40	В	36
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20—40	В	36
Фторопласт-4	20—60	В	159
Полнамиды	20—40	В	36
Фенопласты	20—40	В	36
Смолы			
полиэфирные	20	В	159
фурановые	20—40	В	36
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
	60	С	63
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	В	36, 159
бутилкаучука	20	В	159
силоксанового	20	В	36
хлоропренового	20	В	159
фторкаучука	100—150	Х	
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Примечание. ^{1*} Гидравлический и портландцементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Ацетилацетон $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$ (т. пл. -23°C ; т. кип. 139°C)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
легированные типа X17, X25, X18N10T	20	< 0.1	159
X17N13M2T, OX23N28M3D3T	20	< 0.1	159
Чугуны кремнистые	20	< 0.1	159
Алюминий	20	< 0.1	159
Никель	20	< 0.1	159
Монель-металл	20	< 0.1	159
Сплавы типа N70M27Ф	20	< 0.1	159
Свинец	20	< 0.1	159
Тантал	20—кип.	< 0.1	159
Титан	20	< 0.1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	H	159
Полиизобутилен	20	H	159
Поливинилхлорид	20	H	159
Полнамиды	20	H	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	B	159
Битумные материалы	20	H	159
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20	H	159
Резины на основе каучуков			
натурального	20	H	159
бутилкаучука	20	H	159
хлоропренового	20	H	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	B	159
Керамика, фарфор	20	B	159
Цементы, бетоны, замазки	20	B—H ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	B	159
Ацетилен $\text{CH}\equiv\text{CH}$ (т. пл. -80.8°C ; возг. -84.1°C)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,001	39, 63
	100	$> 10^{2*}$	159
легированные типа X17, X25, X28, X18N10T, X17N13M2T, OX23N28M3D3T	20	< 0.1	63, 119
	20	< 0.1	63, 119
Чугуны	20	$< 0.1^{3*}$	119
	20—80	$< 0.1^{2*}$	159
Алюминий	20	0,001—1,0 ^{4*}	63, 159
Медь	20	> 10	39, 63
Бронзы			
алюминиевые	20—100	< 0.1	159
оловянистые	20	$< 0.1^{5*}$	39, 63
Латунь	20	< 0.1	39, 63
Никель	20—60	< 0.1	119
	> 200	0,1—1,0 ^{6*}	63
Монель-металл	20	< 0.1	39, 63
Сплавы типа N70M27Ф	20—100	< 0.1	159
Свинец	20—100	< 0.1	39, 63, 159
Серебро	—	> 10	39, 63, 119
Тантал	20—100	< 0.01	63, 196
Титан	20—100	< 0.1	39, 63

Примечания. 1* Гидравлический и портландцементы нестойки.

2* При высоких температурах не применимы.

3* При нагреве медистые стали применять не рекомендуется, т. к. образующаяся ацетиленовая медь взрывается.

4* В безводном ацетилене не корродирует.

5* Не применимы, т. к. разрушаются со временем [39].

6* При температуре выше 200°C никель охрупчивается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Поливинилбутилен	20—60	В—О	63, 159
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	Х	159
Фторопласты	20—100	В	63
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
Полиэфирные смолы	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	О	63
СКС, СКН	20—30	В	63
бутилкаучука	20—100	В	63
полисульфидного	20	О	170
хлоропренового	20—40	В	63
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—100	В	63, 159
Стекло, ситаллы	20—100	В	63, 159
Кислотоупорная эмаль	20—450	В	63
Керамика	20—400	В	63, 159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	122
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Ацетон (CH ₃) ₂ CO (т. пл. — 95 °С, т. кип. 56 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,000	192
	Кип.	0,003	192
легированные типа			
X13	20—кип.	0,1—1,0 ^{1*}	11, 119
X17, X25, X28	20	<0,1	11, 119
	Кип.	0,1—1,0 ^{1*}	11, 119
X21H5T	20	0,000	20
	Кип.	<0,1	11, 119
X18H10T, X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20—кип.	<0,1 ^{1*}	6, 11, 39
Чугуны			
серые	20	>3,0	159
кремнистые	20	<0,1	39, 159
Алюминий	20	0,0007	5, 39, 119
	Кип.	<0,1	159
Медь, бронзы, латунь	20—кип.	<0,1	119, 159
Никель	20	0,000	39
	Кип.	<0,1	159
Моель-металл	20—кип.	<0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20—кип.	<0,1	159
Свинец	20—кип.	<0,1	159
Серебро	20	<0,1	119, 159
Тантал	20	0,000	39, 56, 196
	Кип.	<0,1	159
Титан	20	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	О—Н	102, 127, 177
Полипропилен	20	В—О	94, 140, 173
	Кип.	Н	191
Полистирол	20	С—Н	36, 127, 140
	50	Н	173

Примечание. ^{1*} В паровой фазе коррозия не наблюдается.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиметилметакрилат	20—60	H	55, 140
Поливинилхлорид	20—60	H	43, 102
Фторопласт-4	20—кип.	B	140, 177
Фторопласт-3	20	B	140, 177
	Кип.	O	140
Полиформальдегид	20—50	C	102
Асбовинил	20	B	43, 135
Пентапласт	20—кип.	C—O ^{1*}	127, 163, 177
Полиамиды	20—кип.	B ^{2*}	140
Поликарбонаты	20—кип.	H	102, 140
Полиарилаты	20	H	102
Фенопласты			
стеклопластики	20	O—H	36, 125, 191
фаолит	20	O—H	36, 43, 127
текстолит	20	H	121
Замески арзамит	20	O—H ^{3*}	122
Смолы			
полиэфирные	20—кип.	C—H ^{1*}	36, 125, 127
фурановые	20—кип.	B	91
эпоксидные	20	B—H ^{5*}	36, 127, 135
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	II	63, 127
Битумные материалы	20—кип.	H	142
Перхлорвиниловые лаки	20—кип.	H	142
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—кип.	C—O ^{6*}	36, 129, 163
СКС, СКН	20	C—H ^{6*}	72, 129, 163
бугилкаучука	20	B	129
	Кип.	O	129
полисульфидного	20	C—H	72, 77, 98
силоксанового	20	C—H	52, 77, 129
уретанового	20	C—H	129, 140, 177

Примечания. ^{1*} По данным [102], при 20 °С набухание 5%, изменение прочности 25%.

^{2*} По данным [36], относительно стойки.

^{3*} Стойкость зависит от марки замесок арзамит.

^{4*} В водных растворах стойки, в чистом 100%-ном ацетоне нестойки; стеклопластики нестойки.

^{5*} Стойкость зависит от вида смолы и ее модификации. В водных растворах ацетона стойкость ниже, чем в чистом 100%-ном.

^{6*} Стойкость зависит от рецептуры (марки) резины и эбонита, температуры и чистоты ацетона.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
хлоропренового	20	O—H ^{1*}	36, 72, 129
фторкаучука	20	H	52, 129
ХСПЭ	20	O—H ^{1*}	36, 72, 129
этиленпропиленового	20—30	X	52
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	B	159, 177
Керамика, фарфор	20—кип.	B	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	B ^{2*}	122, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	B	131
Аптегмит	20	B	31, 69
Графит пропитанный	20—кип.	B	31, 69
Бензальдегид C ₆ H ₅ CHO (т. пл. — 26 °С; т. кип. 179,5 °С)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20—кип.	От 0,1—до 3,0 ^{3*}	159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	< 0,1	119
X18N10T, X17N13M2T	20—кип.	< 0,1	119
OX23N28M3D3T	20—кип.	< 0,1	119
<i>Чугуны</i>			
серые	20—кип.	От 0,1 до 3,0 ^{2*}	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	100	> 10	119
	179	0,000 ^{4*}	39, 119
Медь, бронзы	20	0,5 ^{5*}	159
Никель, монель-металл	20	0,1 ^{6*}	159

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от рецептуры (марки) резины и эбонита, температуры и чистоты ацетона.

^{2*} Серый цемент нестойк.

^{3*} В водных кислых растворах стойкость ниже.

^{4*} При 179 °С в эфирном растворе, в водных горячих растворах нестойк.

^{5*} В чистом 100%-ном бензальдегиде, в растворах нестойки.

^{6*} По данным [119], никель в растворах нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20—кип.	> 10	159
Серебро	20—кип.	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	119, 159
Тантал	20—кип.	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	С	173, 191
	60	О—Н	173
Полиизобутилен	20—60	О—Н	36, 57, 173
Полистирол	20—50	Н	36, 173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	140
Поливинилхлорид	20—60	Н	36, 191
Фторопласт-4	20—60	В	140
Пентапласт	27	В	78, 163
Полиамиды	20—60	О	36, 173
	100	Н	173
Фенопласты	20—100	В	3
Замаски арзамит	20—60	В—Н ^{2*}	121, 159
Смолы полиэфирные	20	Н	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС,	20	Н	129, 159
СКН			
бутилкаучука	20	О—Н	129
силоксанового	20	О ^{3*}	77
хлоропренового	20	Н	129
ХСПЭ	20	Н	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20—100	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	159

Примечания. ^{1*} В водных растворах и 100%-ном чистом бензилалдегиде серебро стойко, в эфирных растворах корродирует.

^{2*} Стойкость зависит от марки: Арзамит-2 более стойк, чем Арзамит-1.

^{3*} Набухание 5,8% [77].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—100	В	159
Уголь	20	В	159
Бензилацетат $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ (т. пл. — 51,5 °С; т. кип. 214,9 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые легированные типа	20—кип.	От 0,1 до > 10 ^{1*}	159
X13	20	< 0,1	159
X18N10T,	20	0,1	159
X17N13M2T	20	< 0,1	159
OX23N28M3D3T	20	< 0,1 ^{2*}	159
Алюминий	20	< 0,1	159
Медь, бронзы	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—180	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159
Бензин			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые легированные типа	20—кип.	< 0,1 ^{3*}	159
X13, X17	20—кип.	< 0,1	11, 56
X25, X28	20	< 0,1	119
X21N5T	20	0,000	20
	Кип.	< 0,1	10, 11, 56
X18N10T,	20—кип.	< 0,1	6, 11, 39
X17N13M2T			
OX23N28M3D3T	20—кип.	< 0,1	119

Примечания. ^{1*} В чистом безводном бензилацетате вполне стойки, во влажном нестойки.

^{2*} Только при 20 °С.

^{3*} Вполне стойки только в чистом бензине; примеси спирта, сернистых соединений и других минеральных веществ вызывают коррозию.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны серые	20—кип.	<0,1 ^{1*}	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20	0,000	6, 39, 119
	Кип.	<0,1	159
Медь	20	0,000	6, 39, 119
	Кип.	<0,1 ^{2*}	159
Латунь, бронзы	20—кип.	<0,1 ^{2*}	159
Никель, монель-металл	20—кип.	<0,1	119
	20—кип.	<0,001	39, 159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—кип.	<0,1	159
Свинец	20—кип.	От <0,1 до >10 ^{2*}	159
Серебро	20—кип.	От <0,1 до 3,0 ^{2*}	119, 159
Тантал	20—кип.	<0,1	159
Титан	20—кип.	0,00—0,009	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	С—О	102, 191
	60	О—Н	102, 191
Полипропилен	20	О—Н ^{3*}	94, 173
	60	Н	72, 140, 173
Полистирол	20—50	О—Н ^{3*}	173
Полиметилметакрилат	20—40	С	36, 140, 191
	60	Н	140
Поливинилхлорид	20—60	В	83, 102
Фторопласт-4	20—95	В	36, 177
Фторопласт-3	20—80	В	36, 177
Полиформальдегид	20	С	102
Асбовинил	20	С	124
Пентапласт	20—105	В	163, 177
Полиамиды	20	В	3, 61
Поликарбонаты	20	С ^{4*}	102
Фенопласты			
стеклопластики	25	В	125
фаолит	20—кип.	В	36
текстолит	20—100	В	121

Примечания. 1* Вполне стойки только в чистом бензине; примеси спирта, сернистых соединений и других минеральных веществ вызывают коррозию.

2* В присутствии серы и сернистых соединений корродируют.

3* В легком бензине (петролейный эфир) стойкость выше, чем в обычном.

4* В петролейном эфире нестойки, в обычном бензине стойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Замаски арзамит	20—60	В ^{1*}	43, 135
Смолы			
кремнийорганические	20	Н ^{2*}	125
полиэфирные	20	С—О ^{3*}	3, 36, 117
	25—70	С ^{2*}	125
фурановые	20—80	В	67, 85, 91
эпоксидные	20—60	В ^{1*}	43, 125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63
Витумные материалы	20—60	Н	159, 178
Перхлорвиниловые лаки	20	В	146
	60	О	146
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	О—Н ^{5*}	129, 135
СКС	20—60	Н	72, 129
СКН	20	В	92, 129
	>1	С	72
бутилкаучука	20	Н	129
полисульфидного	20	В	35, 77
силоксанового	20	Н ^{6*}	52, 77
уретанового	20—40	В	36, 129
хлоропренового	20	С—О ^{3*}	43, 47, 129
фторкаучука	20—145	В	52, 129
ХСПЭ	20	О—Н ^{3*}	108, 118, 173
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	159
Керамика, фарфор	20—60	В	159
Цементы, бетоны, замаски	20—кип.	В ^{7*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Антегмит, графит пропитанный	20—кип.	В	43, 69

При меч а н и я. 1* Замаски «феррант» вполне стойки при 130—150 °С; набухание 0,01%, изменения прочности нет [91].

2* Стеклопластики.

3* Для разных марок стойкость различна.

4* По экспериментальным данным эпоксиднополиэфирные блоксополимеры вполне стойки до температур кипения.

5* Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

6* По данным [129] — стойки.

7* Серый цемент нестойк, гидравлический стойк, но при температуре кипения проникает.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Бензол C ₆ H ₆ (т. пл. 5,5 °С, т. кип. 80,1 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 Кип.	< 0,1 ^{1*} 0,1—1,0 ^{1*}	159 159
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1	1, 56, 119
X21H5T	20	0,000	20
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 39, 93
OX23H28M3D3T	20—кип.	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	159
кремнистые	20—кип.	< 0,1	159
Алюминий	20 60—кип.	0,000 0,5	159 159
Медь	20 Кип.	0,000 < 0,1—1,0 ^{2*}	39, 119 159
Бронзы, латунь	20 Кип.	0,000 < 0,5	39 146
Никель	20 60—кип.	< 0,1 < 0,5	159 146, 176
Монель-металл	20 Кип.	0,000 < 0,5	159 159
Сплавы типа N70M27Ф, H55X15M16B	20 60—кип.	< 0,1 < 0,5	159 180
Свинец	20—кип.	< 0,1 ^{2*}	119, 159
Серебро	20—кип.	< 0,1 ^{2*}	119, 159
Тантал	20—кип.	< 0,10	159
Титан	20—кип.	< 0,13	105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	O—H	102, 191
Полипропилен	20 60	O—H H	59, 94, 140 140, 191
Полиизобутилен	20—60	H	72, 173

Примечания. 1* В чистом безводном бензоле.
2* В присутствии серы и сернистых соединений корродирует.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20	H	127
Полиметилметакрилат	20—60	H	55, 140
Поливинилхлорид	20—60	H	43, 102
Фторопласт-4	20—кип.	B	36
Фторопласт-3	20—60	B—O	36, 127, 140
Полиформальдегид	60	X	102
Асбовинил	20	B	12
Пентапласт	20—65	C	127, 163
Полиамиды	20	B	36, 140
Поликарбонаты	20—60	H ^{1*}	102
Полиарилаты	20	H	102
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	B	125
фаолит	20—кип.	B ^{2*}	43, 159
текстолит	20—кип.	B	43
Замаски арзамит	20—кип.	B	122, 152
Смолы			
кремнийорганические	20	H	191
полиэфирные	20	C	3, 127
	65—70	H	125, 163
фурановые	20—80	B ^{3*}	91, 102
эпоксидные	20—60 Кип.	B H	36, 135 135
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—кип.	B	43, 63
Битумные материалы	20—60	H	159
Перхлоранилиновые лаки и эмали	20—60	H	146
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	H	72, 129
бутилкаучука	20	H	72, 177
полисульфидного	20	H	35, 77
силоксанового	20	H	77, 129
уретанового	20—60	H ^{1*}	7, 129, 177
хлоропренового	20	H	77, 128
фторкаучука	20 60—70	C—O ^{4*} O	24, 52 24, 177

Примечания. 1* По данным [127], стойки.

2* По данным [102], при 80 °С фенопласты относительно стойки.

3* Стеклопластики стойки до 120 °С [125].

4* По данным [36], при 20 °С стойки.

5* Набухание резины на основе каучука СКФ-20 меньше, чем на основе СКФ-32.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
ХСПЭ	20	Н	129
этиленпропиленового	20	Н	52
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—60	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	122, 177
Керамика, фарфор	20—кип.	В	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В ^{1*}	122, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	122, 131
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	31, 43, 69

Бензотрихлорид $C_6H_5CCl_3$ (т. пл. $-5^\circ C$; т. кип. $214^\circ C$)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—кип.	От $<0,1$ до $>10^{2*}$	159
легированные типа			
X17, X25	20	$<0,1^{3*}$	159
X18H10T	20	0,008	22
Чугуны серые	20—кип.	От $<0,1$ до $>10^{2*}$	159
Алюминий	20	0,0015	22
	100—кип.	>10	159
Медь	20—кип.	От $<0,1$ до $>10^{4*}$	159
Бронзы оловянистые	20	$<0,1$	159
Никель, монель-металл	20	$<0,1^{5*}$	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	$<0,1$	159
Свинец	20—100	$<0,1$	159
Серебро	20	$<0,1$	159

Примечания. 1* Серый цемент нестойк; все виды замазок и бетоны стойки, но прогниваемы.

2* В сухом бензотрихлориде стойки до температуры кипения, во влажном нестойки.

3* Данные для бензотрифторида.

4* Стойкость зависит от наличия воздуха и от температуры.

5* В отсутствие влаги, следы которой вызывают сильную коррозию.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	Н	191
Полиизобутилен	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	Н	159
Поливинилхлорид	20	Н	159
Фторопласт-4	20	С	159
Фторопласт-3	20	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль, фарфор	20—80 (90)	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	Н	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Бромистый метил CH_3Br (т. пл. $-93,7^\circ C$; т. кип. $3,6^\circ C$)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—100	От <0 до $>10^{1*}$	159
легированные типа			
X13	20—100	От $<0,1$ до $3,0^{1*}$	159
X18H10T, X17H13M2T, 0X23H28M3D3T	20—100	От $<0,1$ до $3,0^{1*}$	159
	20	$<0,1$	159
Чугуны			
серые	20—100	От $<0,1$ до $>10^{1*}$	159
кремнистые	20	$<0,1$	159
Алюминий	20—100	От $<0,1$ до $>3^{2*}$	159
Медь, бронзы, латунь	20—100	$<0,1$	159
Никель	20	$<0,1$	159
Монель-металл	20—100	$<0,1$	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	$<0,1$	159

Примечания. 1* Стойкость зависит от наличия влаги; при ограниченном количестве или отсутствии влаги стойки.

2* Применять не рекомендуется, т. к. возможно образование триметилалюминия.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20—100	<0,1	159
Серебро	20—100	<0,1	159
Тантал	20—100	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	О	140
	60	Н	140
Полиизобутилен	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	О—Н	140, 159
	60	Н	140
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фаолит	20	В	159
Замаски арзамит	20	В	159
<i>Смолы</i>			
эпоксидные	20	Н	159
фурановые	20	О	140
	60	Н	140
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	159
бутилкаучука	20	Н	159
хлоропренового	20	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замаски	20—100	В—Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Примечание. ^{1*} Гидравлический, серный и портландцементы нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Бромистый этилен $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ (т. пл. 10 °С; т. кип. 131,7 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,1—1,0 ^{1*}	159
легированные типа X13	20	<0,1	159
X18Ni10T,	20	<0,1	159
X17Ni13M2T			
0X23Ni28M3Д3T	20	<0,1	159
Чугуны			
серые	20	0,1—1,0 ^{1*}	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20—кип.	От 1 до 10 ^{2*}	159
Медь, бронзы, латунь	20	0,1 ^{2*}	159
Никель, монель-металл	20	0,1	159
Сплавы типа N70M27Ф	20	0,1	159
Свинец	20—100	0,1	159
Серебро	20	0,1	159
Тантал	20—кип.	0,1	159
Титан	20	0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	Н	159
Полиизобутилен	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	Н	159
Поливинилхлорид	20	Н	159
Фторопласты	20—кип.	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фаолит	20	В	159
Полиэфирные смолы	20	Х	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	Н	159

Примечания. ^{1*} Данные для нейтрального и безводного бромистого этилена.

^{2*} Скорость коррозии зависит от влажности.

^{3*} В отсутствие влаги.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	159
бутилкаучука	20	Н	159
хлоропренового	20	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159
Бромформ CHBr_3 , (т. пл. 8 °С; т. кип. 149,5 °С)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20 — кип.	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	159
<i>легированные типа</i>			
X13	20	< 0,1	159
	20	0,003 ^{3*}	22
X18N10T	20	< 0,1	159
	20	0,0014 ^{3*}	22
X17N13M2T, 0X23N28M3Д3T	20	< 0,1	159
<i>Чугуны</i>			
серые	20 — кип.	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	159
			159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,1 ^{4*}	159
	100 — кип.	> 10	159
Медь, бронзы	20	< 0,1	159

Примечания. ^{1*} Гидравлический, серый и портландцементы не стойки, кислотоупорные вяжущие вполне стойки.

^{2*} Корродируют в присутствии влаги и света.

^{3*} Данные для бромистых экилов, содержащих C_7 — C_9 .

^{4*} Данные для очень чистого электролитного алюминия.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20 — кип.	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	Н	159
Полиизобутилен	20	Н	159
Полистирол	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	Н	159
Поливинилхлорид	20	Н	159
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты	20	Н	159
Полиэфирные смолы	20	Н	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	Н	159
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
<i>натурального, СКС, СКН</i>			
бутилкаучука	20	Н	159
хлоропренового	20	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20—100	В	159

Примечание. ^{1*} Гидравлический, серый и портландцементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Бутадиен-1,3 (дивинил) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ (т. пл. $-108,9^\circ\text{C}$; т. кип. $-4,54^\circ\text{C}$)Этилен $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (т. пл. $-169,4^\circ\text{C}$; т. кип. -104°C)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	0—60	$< 0,1^{1*}$	63
легированные типа X13, X17, X25, X28	От -7 до $+60$	$0,000^{2*}$	63
X18H10T	От -7 до $+60$	$0,000^{2*}$	63
X17H13M2T	От -95 до $+20$	$< 0,1$	159
OX23H28M3D3T	От -95 до $+20$	$< 0,1^{3*}$	159
Чугуны			
серые	20	$< 0,1^{4*}$	159
кремнистые	20	$0,1^{4*}$	159
Алюминий	20	$< 0,1$	159
Медь, бронзы, латуны	20	$< 0,1^{4*}$	159
Никель	20	$< 0,1$	63
Монель-металл	20—100	$< 0,1$	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	$< 0,1$	159
Свинец	20	$< 0,1$	159
Серебро	20	$< 0,1^{4*}$	159
Тантал	20	$< 0,1$	159
Титан	20	$< 0,4^{4*}$	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	-15	В	63
Полиэтилен ВД	60	Н	173
Полиизобутилен	От -15 до $+60$	Н	63, 173
Полистирол	-15	Н	63

Примечания. 1^* Стойки, но способствуют процессу полимеризации. 2^* За 10 лет эксплуатации коррозии аппаратуры не обнаружено [63]. 3^* Стойки к окислению до 1100°C ; применяются для особо ответственной аппаратуры. 4^* В бутиле.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиметилметакрилат	-15 20—60	Н Н 1*	63 159
Поливинилхлорид	От -15 до $+60$	В	63, 102
Фторопласты	20—60	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фволит	От -15 до $+20$	В	63, 159
Эпоксидные смолы	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	Н	129
СКН	20	С	129
бутилкаучука	20	Н	129
хлоропренового	20	С—Н 2*	129
фторкаучука	20	В 3*	159
ХСПЭ	20	О—Н 2*	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В 1*	159
Стекло	20—150	В	63
Кислотоупорная эмаль	20	В 1*	159
Керамика, фарфор	20	В 1*	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В 1*	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В 1*	159
Антемит, графит пропитанный	От -15 до $+20$	В	63, 159
Уголь	20	В 1*	69

Примечания. 1^* В бутиле. 2^* В зависимости от рецептуры и марки резины. 3^* По данным [24] набухание 15%, изменение прочности $\sim 50\%$.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Бутан $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (т. пл. $-138,3^\circ\text{C}$; т. кип. $-0,6^\circ\text{C}$)

Этан CH_3CH_3 (т. пл. $-182,8^\circ\text{C}$; т. кип. $-88,7^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	<0,1	159
легированные типа			
X13	20-100	<0,1	159
X18H10T	20-100	<0,1	159
X17H13M2T,	20	<0,1	159
OX23H28M3D3T			
Чугуны серые			
Алюминий	20-100	<0,1 ^{1*}	159
Медь, латунь	20-100	<0,1 ^{1*}	159
	950-1050	Применима	39
Бронзы			
Никель, монель-металл	20-100	<0,1	159
Сплавы типа П70М27Ф	20-100	<0,1	159
Свинец	20	<0,1	159
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	20-100	<0,1	159
Титан	20	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен ^{2*}	20	В-Н	36, 127, 191
	60	О-Н	127, 159, 173
Полипропилен	20	В ^{3*}	127
Полиизобутилен	20	Н	173
Полистирол	20	В-Н ^{4*}	36, 127, 173
	50	О	173
Полиметилметакрилат	20	В-Н ^{5*}	127, 140
Поливинилхлорид	20-60	В	159
	40	О	102

Примечания. 1* В газообразном бутане стойки, но для процессов каталитической полимеризации непригодны.

2* В этане, гексане и пропане при 20 °С стоек, при 60 °С относительно стоек [129, 159, 191]; в бутане, жидком пропане и в гептане нестойк [36, 173].

3* В гексане.

4* В этане вполне стоек, в пропане относительно стоек [173], в гексане и гептане нестойк [36, 127].

5* В этане и гексане стоек, в пропане нестойк [140].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласты	80	С ^{1*}	36, 127
Полиформальдегид	60	В ^{2*}	102
Пентапласт	20	В ^{1*}	102
Полиамиды	20-60	В ^{3*}	140
Поликарбонаты	До 60	Х ^{2*}	127
Фенопласты (стеклопластики)	20	С	191
Фаялит	20	В	159
Замаски арзамит	20	В	159
Смолы			
кремнийорганические	20	О	191
полэфирные	20	В	125
фурановые	До 27	Х ^{2*}	127
эпоксидные	20	В	191
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Резины на основе каучуков			
натурального	20	О-Н ^{4*}	129
СКС	20	Н	129
СКН	20	В	129
бутилкаучука	20	Н	129
полисульфидного	20	О	159
силоксанового	20	Н	129
уретанового	20	В	129, 7
хлоропренового	20	В-О ^{5*}	36, 128, 129
фторкаучука	20-80	В	24, 129
ХСПЭ	20	В	129
этиленпропиленового	20	Н ^{2*}	52
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20-150	В	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замаски	20	В	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Примечания. 1* В гептане и гексане.

2* В гексане.

3* Данные для пропана.

4* Эбониты относительно стойки, резины нестойки.

5* Для разных алифатических углеводородов данные различны.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Бутилацетат $\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$ (т. пл. $-76,8^\circ\text{C}$; т. кип. 126°C)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 — кип.	От 0,1 до $> 10^{1*}$	159
легированные типа			
X13	20	0,1—1,0	159
X17, X25, X28	20	$< 0,1$	119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20	$< 0,1$	119
OX23H28M3D3T	20	$< 0,1$	119
Чугуны			
серые	20 — кип.	От $< 0,1$ до 10^{1*}	159
кремнистые	20	$< 0,1$	159
Алюминий	20	$< 0,1$	159
Медь, латунь	20—60	$< 0,1$	159
Бронзы			
алюминиевые	20	$< 0,1$	159
оловянистые	20—60	$< 0,1$	159
Никель, монель-металл	20	$< 0,1$	159
Сплавы типа H70M27F	20	$< 0,1$	159
Свинец	20	0,1—1,0	159
Серебро	20	$< 0,1$	159
Тантал	20 — кип.	$< 0,1$	159
Титан	20	$< 0,1$	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	V — H	173, 191, 196
	60	O — H	173, 191, 196
Полипропилен	20	O — H	94, 140, 173
	60	H	140, 173
Полиизобутилен	20	H	173
Полистирол	20—50	H	173
Полиметилметакрилат	20—60	H	140
Поливинилхлорид	20—60	H	102
Фторопласты	20—60	V	140, 159
Полиамиды	20—60	V	140

Примечание. 1* В нейтральном и безводном бутилацетате могут применяться; в присутствии влаги нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фенопласты	20—120	V	159
Замазки арзамит	20	V	159
Смолы			
полиэфирные	20	X — H	142, 159
	60	O	142
	100	H	142
эпоксидные	20	H	169
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—120	V	63
Битумные материалы	20	H	159
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20	H	146
Резины на основе каучуков			
натурального	20	O — H ^{1*}	129
СКС, СКН	20	H	129
бутилкаучука	20	V — O ^{2*}	170, 176, 181
полисульфидного	20	C — H ^{3*}	72, 77, 162
силоксанового	20	H	129
уретанового	20	H	129
хлоропренового	20—60	H	129
фторкаучука	20	C — H	129, 172
ХСПЭ	20	H	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупорные	20	V	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	V	159
Керамика, фарфор	20	V	159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	V — H ^{4*}	159
Прочие материалы			
Графит пропитанный, уголь	20—100	V	159

Примечания. 1* Эбониты относительно стойки; резины нестойки.

2* По экспериментальным данным вполне стойки.

3* По данным [72] гликоловые герметики стойки, но по более поздним сведениям этих же авторов [77] набухают до 30%, по данным [162] нестойки.

4* Цементы нестойки, кислотоупорные бетоны и замазки вполне стойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Глицерин $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ (т. пл. 18,6 °С; т. кип. 290 °С, разл.)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—кип.	От <0,1 до >10 ^{1*}	159
легированные типа X13, X17	20—кип.	<0,1	11
X25, X28	20—100	<0,1	119
X21НБТ	20	0,0001	20
X18Н10Т, X17Н13М2Т	20—кип.	<0,1	11, 119
0Х23Н28М3Д3Т	20—100	<0,1	119
Чугуны			
серые	20—кип.	От <0,1 до >10 ^{1*}	159
кремнистые	20—100	0,1	159
Алюминий	Кип.	0,000	6, 39, 119
Медь, бронзы			
	20—60	<0,1	159
	100	<0,5	180
Латуны			
	20—кип.	От <0,1 до >10 ^{2*}	159
Никель, монель-металл			
	20—100	<0,1	39, 119, 159
Сплавы типа Н70М27Ф			
	20—100	<0,1	159
Свинец	20	<0,1	159
	100	<0,5	180
Серебро	20—кип.	<0,1	119, 159
Тантал	20—кип.	<0,1	159
Титан	20—100	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—60	В	94, 191
	80—100	В — О ^{3*}	94, 173
Полиизобутилен	20—100	В	173
Полистирол	20—60	В	102, 173
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 163

Примечания. 1* Стойкость зависит от присутствия в глицерине примесей и от условий применения.

2* Коррозия начинается при температурах выше 100 °С.

3* По сведениям [94] при 80 °С набухание 0,1%, но изменение твердости 20%.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Поливинилхлорид	20—60	В	36, 191
Фторопласт-4	20—230	В	159
Фторопласт-3	20—100	В	159
Пентапласт	20—105	В	163
Полиамиды	20—60	В	3
	Кип.	Н	36
Поликарбонаты	20	В	3, 102
Фенопласты	20—100	В	36, 159
Замзки арзамит	20—100	В	159
Смолы			
полиэфирные	20—70	В	159
	100	В	125
фурановые	20—60	В	140
эпоксидные	20—100	В	36, 125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Витумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20	О	64
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—60	В	159, 163, 170
бутилкаучука	20—60	В	163, 170
полисульфидного	20	В	77
	60	В — О ^{1*}	77
силоксанового	20	В — О	36, 77
уретанового	20	В	140
хлоропренового	20—70	В	36, 43, 128
фторкаучука	120	В	24, 173
ХСПЭ	20—93	В	163
этиленпропиленового	20	В	52
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54, 159
Керамика	20—кип.	В	54, 159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замзки	20—100	В ^{2*}	159

Примечания. 1* Стойкость зависит от рецептуры и марки резины.

2* Гидравлический и португальские цементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	В — О ^{1*}	159
Графит пропитанный	20—170	В	43, 69
Уголь	20—100	В	59

Глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (т. пл. 146 °С)

<i>Металлы и сплавы</i>			
Алюминий	20	<0,1	159
Медь	20	<0,1	159
Монель-металл	20	<0,1	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	159
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—100	В	159
Полиметилметакрилат	20	Н	140
Поливинилхлорид	20—40	В	102
	60	О ^{2*}	102
Фторопласты	20—60	В	140
Полиамиды	20—60	В	3
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Перхлорвиниловые лаки	20	С	186
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
полисульфидного	20	Н	159
хлоропренового	20	С	186
<i>Неорганические материалы</i>			
Кислотоупорная эмаль, керамика	20—кип.	В	159

Примечания. ^{1*} Древесина стойка, но прогниваема.^{2*} В водном насыщенном растворе. По данным [140] вполне стойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—170	В	159

Декалин (декагидронафталин) $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$, смесь изомеров (т. пл. —43 °С; т. кип. 185—195 °С)

<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—100	Н	159
Полиизобутилен	20—100	Н	159
Полистирол	20—50	Н	173
Поливинилхлорид	20—60	Н	159
Полиамиды	20—60	В	173
Поликарбонаты	20	В	102
Фенопласты	20—100	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20—100	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
хлоропренового	20—60	Н	159

Дибутилфталат $\text{C}_8\text{H}_{16}(\text{CO}_2\text{C}_4\text{H}_9)_2$ (т. пл. —35 °С; т. кип. 340 °С)

<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	<0,1	159
легированные типа			
X13	20	<0,1	159
X18N10T,	20	<0,1	159
X17N13M2T			
0X23N28M3Д3Т	20	<0,1	159
<i>Чугуны</i>			
серые	20	<0,1	159
кремнистые	20	<0,1	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20—100	0,1 ^{1*}	159
Мель, латунь	20—100	0,1	159
Бронзы			
алюминиевые	20—100	<0,1	159
оловянистые	20	<0,1	159
Никель	20	<0,1	159
Монель-металл	20—100	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20—100	<0,1	159
Серебро	20—100	<0,1	159
Тантал	20—100	<0,1	159
Титан	20—100	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	С	140, 159
	60	О—Н	48, 140, 141
Полипропилен	20	В	159
	60—100	О	159
Полиизобутилен	20	Н	159
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20—60	О—Н	140, 191
Полвинилхлорид	20—60	О—Н	140, 191
Фторопласт-4	20—150	В	159
Фторопласт-3	20—60	В	140
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты	20—120	В	159
Полиэфирные смолы	20	В ^{2*}	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—120	В	159
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС,	20	Н	159
СКН			
бутадиенового	20	Х	159
полисульфидного	20	Х	159
хлоропренового	20	Н	159
фторкаучука	20	Н	52

Примечания. 1* В нейтральном дибутилфталате.
2* Данные для диоктилфталата.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159
Диоксан $\text{OCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$ (т. пл. 11,8 °С; т. кип. 101,32 °С)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20—100	<0,1	159
легированные типа X13	20	<0,1	159
X18N10T,	20	<0,1	159
X17N13M2T			
OX23N28M3D3T	20	<0,1	159
<i>Чугуны</i>			
серые	20	<0,1	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20—кип.	От <0,1 до >10 ^{1*}	159
Медь, бронзы, латунь	20—100	<0,1	
Никель	20	<0,1	159
Монель-металл	20—100	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20—100	<0,1	159
Серебро	20—100	<0,1	159
Тантал	20—100	<0,1	159
Титан	20—100	<0,1	159

Примечание. 1* В чистом, не кислотном диоксане, вполне стойк, но в очень сухом (при содержании воды ~0,05%) применять алюминий не рекомендуется.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	173
	60	В — О	173
Полипропилен	20	В — О	94, 173
	60	О	173
Полиизобутилен	20	В	35
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20	Н	55
Поливинилхлорид	20—60	Н	102
Фторопласт-4	20—100	В	159
Фторопласт-3	20	В	36
Полиформальдегид	60	Х	102
Пентапласт	25	В	78, 163
Полиамиды	20	В	173
Поликарбонаты	20	Н	102
Полярилаты	20	Н	173
Смолы (стеклопластики)			
полиэфирные	20	В	191
фенолоформальдегидные	20	В	191
эпоксидные	20	Н	191
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	О — Н	170, 181
бутилкаучука	20—60	В — О	170, 181
силоксанового	20	Н	77
уретанового	20	Н	7
хлоропренового	20	О	170
этиленпропиленового	20	Н	52
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	159
Фарфор, стекло	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	Н ^{1*}	159

Примечание. ^{1*} Нестойки, потому что проницаемы.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н ^{1*}	159
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	159
Дихлорбензол $C_6H_4Cl_2$, смесь изомеров (т. пл. 53 °С (n), -17,5 °С (o); т. кип. 174—180,5 °С)			
<i>Металлы и сплавы^{2*}</i>			
Монель-металл	355	0,019	39
Сплавы типа Н70М27Ф	355	0,01	39
Н55Х15М16В	355	0,02	39
Титан	355	0,1	39
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	О	191
Полиизобутилен	20	Н	170
Полистирол	20—50	Н	173
Поливинилхлорид	20—60	Н	191
Фторопласт-4	20	В	170
Пентапласт	65	В	78, 15 ⁴
Поликарбонаты	20—60	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	Н	
СКН	20	Х — Н	170, 181
хлоропренового	20	Н ^{3*}	128
фторкаучука	150	В	177
этиленпропиленового	20	Н	177
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20—150	В	147
Керамика	20—100	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—кип.	В	31

Примечания. ^{1*} Нестойки, потому что проницаемы.

^{2*} В хлорбензоле + соляная кислота (4—5%).

^{3*} В о-дихлорбензоле разрушаются, в п-дихлорбензоле относительно стойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Дихлорметан CH_2Cl_2 (т. пл. $-96,8^\circ\text{C}$; т. кип. $40,0^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
углеродистые	25—40	< 0,01	85
	60	0,05	85
	25	< 0,1 ^{1*}	85
	40—60	0,1—3,0 ^{1*}	85
легированные типа X13	100—120	4—11 ^{1*}	85
	20—40	< 0,001	85
X18H10T	60	0,1—0,5 ^{1*}	85
	100—120	1,5 ^{1*}	85
X17H13M2T, OX23H28M3Д3Т	20—кип.	< 0,001	159
	До 120	< 0,001	85
Чугуны серые	20—кип.	< 0,1	159
	20—кип.	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	159
кремнистые	20—кип.	< 0,1	159
	20—кип.	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	159
Алюминий	60	0,8 ^{2*}	85
	120	> 14 ^{3*}	85
	20	< 0,1	159
Медь, бронзы	Кип.	0,1—1,0	159
	20—40	0,000	85
Латунь	Кип.	0,2—0,5	85
	20—кип.	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20—кип.	< 0,1	159
	20—кип.	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—кип.	От < 0,1 до > 10	159, 180
	20—кип.	< 0,1	159
Свинец	20—кип.	< 0,1	159
Серебро	20—кип.	< 0,1	159
Тантал	20—кип.	< 0,1	159
Титан	20—кип.	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиамиды	20	X—O ^{4*}	132

Примечания. 1* Для системы дихлорметан—вода.
2* В присутствии влаги неточки.
3* В присутствии влаги наблюдается точечная коррозия.
4* Стойкость зависит от сорта и марки полиамидов и смол.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фенопласты	20—кип.	В	159
Замазки арзамит	20	В	159
Смолы полиэфирные	20	O—H ^{1*}	159
	20	O—H ^{1*}	159
Резины на основе каучуков натурального, СКС, СКН	20	Н	159
	20	Н	159
Бутилкаучука хлоропренового	20	Н	159
	20	Н	159
Неорганические материалы			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	147, 159
Керамика	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В—O ^{2*}	159
Прочие материалы			
Графит пропитанный	20	В	159

Дихлорэтан $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ (т. пл. -36°C ; т. кип. $83,7^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	30	0,025	164
	Кип.	0,356	164
	70	3,06	63
легированные типа X13	20—70	< 0,0001	63
	Кип.	> 10	119
X17	Кип.	1,0—10	119
X21H5T	20	0,000	50
X18H10T	70	< 0,0001	63
X17H13M2T	20—80	От < 0,003 до 0,01 ^{3*}	65
OX23H28M3Д3Т	Кип.	< 0,1	65
Чугуны серые	20	< 0,1 ^{3*}	65
	20	< 0,1	65
кремнистые	20	< 0,1	65

Примечания. 1* Стойкость зависит от сорта и марки смол.
2* Серый цемент менее стойк, чем порландцемент и силикатные замазки.
3* В отсутствие влаги.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20—кип.	< 0,1	12, 65, 159
	20	От < 0,001 до 0,27	65
Медь	20	0,005—0,07 ^{1*}	65, 159
	20—кип.	0,1—0,5 ^{2*}	65, 159
Бронзы, латунь	20—кип.	< 0,1	65, 159
Никель	20	< 0,001 ^{1*}	65
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Свинец	20	0,057 ^{3*}	65
	20—кип.	< 0,1 ^{3*}	159
Серебро	20	< 0,1	65, 159
Тантал	Кип.	< 0,1	65
Титан	20—кип.	< 0,1	63, 119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В—Н	35, 65, 127
Полипропилен	20—60	Н	65, 127
Полиизобутилен	20	Н	12, 65
Полистирол	20—50	Н	65, 173
Полиметилметакрилат	20	Н	65, 127
Поливинилхлорид	20—60	Н ^{4*}	102
Фторопласты	20—60	В	35, 127
Пентапласт	20—60	Х	102, 135
Поликарбонаты	20	Н	127
Фенопласты			125
стеклопластики	25—95	В	125
фаолит	20	В	35, 65, 176
Замзки арзамит	20—кип.	В	65, 176
Смоли			
полиэфирные	20—60	Н	125, 127
фурановые	Кип.	Х ^{5*}	65, 102
эпоксидные	20	В	127
	Кип.	О	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63, 65
Битумные материалы	20—60	Н	44
Перхлорвиниловые лаки	20	Н	65

Примечания. 1* В отсутствие влаги.

2* Во влажном дихлорэтано.

3* Стоек в безводном или во влажном дихлорэтано, только в атмосфере

азота.

4* Винилиденхлорид (с-ран) стоек до 27 °С [127].

5* Стеклопластики по данным [125] стойки и при 120 °С.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКП	20—60	Н	44, 65, 159
бутилкаучука	20	Н	65, 159
силоксанового	20	Н	52, 47
хлоропренового	20—60	Н	72
фторкаучука	20—60	С—Н	24, 65
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры		В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54, 65, 147
Керамика, фарфор	20—кип.	В	65, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—60	В ^{1*}	65, 159, 176
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Антегмит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	65, 69, 102
Дихлорэтилен СНСI—СНСI (т. п. л. —80,5 °С; т. кип. 60 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,1—1,0 ^{2*}	159
	Кип.	< 0,1 ^{3*}	65
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1	11, 119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 119
0X23H28M3D3T	20—кип.	< 0,1	11, 119
Чугуны			
серые	20—кип.	От < 0,1—до 3,0 ^{2*}	65, 159
кремнистые	20—кип.	< 0,1	65, 159
Алюминий	Кип.	0,000 ^{3*}	65, 159
Медь, бронзы, латунь	20—кип.	< 0,1	65, 159
Никель, монель-металл	20—кип.	От < 0,01 до 0,1	65, 159

Примечания. 1* Гидравлический цемент нестойк.

2* Присутствие влаги усиливает коррозию.

3* В отсутствие влаги.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Сплавы типа И70М27Ф И55Х15М16В	20—кип.	< 0,1	65, 159
	Кип.	< 0,1	65
	20—кип.	< 0,1	65, 159
	20—кип.	< 0,1 ^{1*}	65, 159
	20—кип.	< 0,1	65, 159
Свинец	20—кип.	< 0,1 ^{1*}	65, 159
Серебро	20—кип.	< 0,1	65, 159
Тантал	20—кип.	< 0,1	65, 159
Титан	20—кип.	< 0,1	65, 159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	Н ^{2*}	65, 173, 191
Полипропилен	20—60	О	173, 191
Полиизобутилен	20	Н	36, 65
Полистирол	20	Н	65, 177
Полиметилметакрилат	20	Н	36, 65
Поливинилхлорид	20—60	Н	65, 102
Фторопласт-4	20	Х	65, 159
Полиамиды	20	В	65, 159
Поликарбонаты	20	В	65, 159
Фенопласты	20—60	В	159
Фаолит	20	С	65
Смолы			
полиэфирные	20—60	Н	65, 177
фурановые	Кип.	С	65
эпоксидные	20—60	О—Н	65, 191
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	65, 159
Битумные материалы	20	Н	65, 159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	Н	36, 65, 159
СКН	20	Х	181
	50	Н	177
бутилкаучука	20	Х—Н	159, 181
полисульфидного	20	Н	65, 177
уретанового	50	Н	177
хлоропренового	20	Н	65, 127
фторкаучука	50	Х	177
ХСПЭ	50	Н	177

Примечания. 1* В отсутствие влаги.

2* По данным [177] полиэтилен ИД стоек, но только при комнатной температуре.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	65, 147, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	65, 159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—кип.	В	177
Уголь	20	В	159

Жиры растительные и животные

Металлы и сплавы			
Стади			
углеродистые	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	73, 159, 176
легированные типа X13	20—60	< 0,1	10
	100	0,1—1,0	146, 159
X18N10T, X17N13M2T	20—100	< 0,1	10
OX23N28M3D3T	20—100	< 0,1	10, 146
Чугуны			
серые	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	159, 176
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20—100	< 0,1	159
Медь, бронзы, латунь	20—кип.	0,1—1,0 ^{1*}	159
Никель, монель-металл	20—100	< 0,1	159
	200	< 0,1	159
Свинец	20—кип.	От 0,1 до 10 ^{2*}	146, 159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В—Н ^{2*}	163, 191
Полипропилен	20—60	В	163, 191

Примечания. 1* Скорость коррозии зависит от температуры, присутствия воздуха, влаги, а также от содержания свободных жирных кислот.

2* Весьма стойки только в нейтральных жирах.

3* Стойкость зависит от вида жиров и масел.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиизобутилен	20—60	Н	1, 72, 193
Полистирол	20—60	С	1, 173
Полиметилметакрилат	20—60	В	1, 191
Поливинилхлорид	20—60	В ^{1*}	1, 102, 191
Фторопласты	20—100	В	1, 140, 159
Полиформальдегид	20	Х	159
Пентапласт	120	В	163
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20—60	В	140—159
Фенопласты	20	В	1
	60	Х	159
	100	О	159
Замески арзамит	20—100	В	176, 193
Смолы			
полиэфирные	20	В	126
	60	Х	159
	100	Н	159
фурановые	20—60	В	140
эпоксидные	20—60	В	140
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В—О ^{2*}	159
Битумные материалы	20—100	Н	193
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	До 65	С ^{3*}	129
натурального, СКС	20	О—Н ^{4*}	129, 159
СКН	20—70	В—Х ^{2*}	1, 129
бутилкаучука	20—60	В ^{3*}	129, 163
полисульфидного	20—60	В—Х ^{2*}	77
хлоропренового	20—70	О—Н ^{2*}	128, 129
фторкаучука	70	В	129
ХСПЭ	20—70	В—Н ^{3*}	129, 163
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20—150	В	146
Кислотоупорная эмаль	20	В	1, 159
Керамика	20—100	В	1, 193
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{5*}	159

Примечания. ^{1*} В животных жирах при 60 °С относительно стойки [140].

^{2*} Стойкость зависит от вида жиров и масел.

^{3*} В касторовом масле [129].

^{4*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

^{5*} Силикатные замазки более стойки, чем серые и портландцементы.

С повышением температуры стойкость ухудшается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	1, 159
Антегмит	20—кип.	В	84
Графит пропитанный	20—170	В	1, 69
Уголь	20	В	1, 159
<i>Иодоформ СНI₃ (т. п. л. 119 °С; при 210 °С возг.)</i>			
<i>Металлы и сплавы</i>			
Стали			
углеродистые	20—60	От <0,1 до >10 ^{1*}	12, 159
легированные типа X13	20	<0,1	11, 119
	60	<0,1 ^{2*}	39, 119
X17, X25, X28	50—60	<0,1	39, 119
X18Ni10T,	20	<0,1	11, 119
X17Ni13M2T	50—60	<0,1 ^{2*}	39, 119
0X23Ni28M3D3T	20	<0,1	119
Чугуны			
серые	20—60	От <0,1 до >10 ^{1*}	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20	0,000	39, 119
Медь, бронзы	20—100	<0,1	159
	>110	>1,0	159
Никель	20	<0,1	159
Монель-металл	20—100	<0,1	159
Сплавы типа N70M27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20—100	<0,1	159
Тантал	20—100	<0,1	159
Титан	20—100	<0,1	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159

Примечания. ^{1*} В сухом кристаллическом иодоформе и его парах до 60 °С стойки, во влажном корродируют.

^{2*} В парах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В ^{1*}	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Камфора $C_{10}H_{16}O$ (т. пл. 179 °С; т. кип. 209 °С. возг.)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	170 (расплав)	< 0,1	6
легированные типа X13, X17	20 170 (расплав)	< 0,1 0,004	11, 119 6
X25, X28	20—170 Расплав	< 0,1 < 0,01	119 6
X18H10T	170	0,01	6
X18H10T, X17H13M2T	20	< 0,1	11, 119
Алюминий			
	20	< 0,1	159
	170	0,019	6
Никель	20	< 0,1	119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен			
	20	В — Н	173, 191
	60	О — Н	173, 191
	100	Н	173
Полистирол	20	Х	173
	50	О	173
Поливинилхлорид	20—50	Н	191
Фторопласты	20—30	В	3
Полиамиды	20	В	173
Полиэфирные смолы	20	В	3

Примечание. В¹ Деревянное оборудование применяется для высшивания влажного подоформа.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Канифоль

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	70 200	0,0002 1,8 ^{1*}	96 63
легированные типа X13	70 200	0,0003 0,22	96 63
X17	Расплав	0,004	5
X21H5T	Расплав	0,004	5
X18H10T	70 160—180 200 250 200—250	0,0004 0,001 0,044 0,003 < 0,1	96 5 63 63 119
X17H13M2T, OX23H28M3Д3T			
Чугуны			
серые	20—200	От 0,1 до >3,0 ^{2*}	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	Расплав	0,019—0,637 ^{2*}	5,6
Медь	160—180	0,089 ^{3*}	5,6
Бронзы, латунь	Расплав	< 0,1	159
Никель, монель-металл	Расплав	< 0,1	159
Свинец	20—180	От 0,1 до >3,0 ^{4*}	159
Серебро	Расплав	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159
Титан	20 200	< 0,1 < 0,13	159 105

Примечания. 1* В расплаве. По данным [159] нестойки (скорость коррозии >3 мм/год).

2* В расплавах нестойки.

3* Данные испытаний за 50 часов.

4* Ниже температуры плавления достаточно стойки, при более высоких температурах в расплавах нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	Расплав	В	159
Фарфор	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20	В	159
Керосин			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	0,1—1,0	12
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	< 0,1	119
X21H5T	20	0,000	20
X18H10T	20	< 0,1	119
X17H13M2T	150	0,003	65
OX23H28M3D3T	20	< 0,1	119
	150	0,003	65
<i>Никель</i>	20	0,1—1,0	12
	150	0,098	6
<i>Монель-металл, медь</i>	20	< 0,1	176
	150	0,098	65
<i>Свинец</i>	20	< 0,1	176
<i>Титан</i>	150	0,004	65
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен НД	20	С	127, 191
	60	О	127, 191
Полипропилен	20	Х	94
	50—60	С ^{1*}	177

Примечание. ^{1*} Стоек при 50 °С 180 дней, при 60 °С 100 дней [177].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиизобутилен	20	Н	159
Полистирол	20	Н	127
Полиметилметакрилат	20	В—О ^{1*}	55, 140
Поливинилхлорид	20—60	В	140
Фторопласт-4	20—135	В	127, 177
Фторопласт-3	20—60	С	127
Полиформальдегид	60	В	102
Асбовинил	20	В	12
Пентапласт	20—120	В	177
Полиамиды	20—60	В	3
Поликарбонаты	20—60	В	3, 127
<i>Фенопласты</i>			
фолизит	20—100	В	12, 54
текстолит	20—100	В	12
Замзки арамит	27	С	127
<i>Смоли</i>			
полиэфирные	20	В ^{2*}	117, 177
фурановые	20—50	В	91, 102
	135—150	В ^{3*}	85, 91
эпоксидные	20—120	В	125, 127
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	127
Перхлорвиниловые лаки	20	В	12
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	О—Н ^{4*}	72, 170, 176
СКС	20	Н	72, 170
СКН	20	В	92, 177
бутылкаучука	20	Н	72, 170
полисульфидного	20	Х—О	77, 177
уретанового	20	Н	177
хлоропренового	20	Х—Н	3, 128, 177
фторкаучука	20—70	В	177
	150—200	Х—Н ^{5*}	24, 177
ХСПЭ	20	О	177

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от марки полиакрилата [146].
^{2*} Стеклопластики рекомендуется использовать только при обычной температуре.

^{3*} Данные для замозок Ферганит-1 [91].

^{4*} Стойкость зависит от рецептуры резин и эбонитов.

^{5*} По данным [24] при 150 °С набухание 20%, изменение прочности до 44%, а по сведениям [177] наблюдается незначительное действие.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—кип.	В	54, 159, 176
Кислота абиегиновая $C_{19}H_{20}CO_2H$ (т. пл. 175 °С; т. кип. 248—250 °С)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
Стали углеродистые легированные типа	20	1—2,5	159
X13	20—75	<0,1	159
X17	20—200	<0,1	159
X18H10T	20—200	<0,1	159
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20—300	<0,1	159
Чугуны серые	20	1,0—2,5	159
кремнистые	20—300	<0,1	159
Алюминий	20—300	<0,1	159
Медь	20—300	<0,1	159
Бронзы			
алюминиевые	20	<0,1	159
оловянистые	20—375	<0,1	159
Латунь	20	0,1—1,0	159
Никель, монель-металл	260—290	0,203—0,381 ^{1*}	159
Сплавы типа Н70М27Ф	260—290	0,38 ^{1*}	159
Свинец	20	1,0—2,5	159
Серебро	20	<0,1 ^{1*}	159
Титан	20	<0,1	159

Примечание. ^{1*} Применены до 375 °С.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 159
Полиизобутилен	20—70	В	36
Полиметилметакрилат	20	В	159
Полвинилхлорид	20—60	В	36, 159
Фторопласт-4	20	В	159
Полиамиды	20	В	36, 159
Фенопласты	20—120	В	36, 159
Смоли:			
полиэфирные	20	В	159
фурановые	20—160	С	36
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—120	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	О—Н	36, 159
СКН	20	Н	159
силоксанового	40	С	36
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В ^{1*}	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В—Н ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—70	В	159
Графит пропитанный	20—170	В	159
Уголь	20—150	В	159

Примечания. ^{1*} Применены в тех случаях, когда необходимо исключить попадание примесей.^{2*} Стойки только кислотоупорные замазки и цементы.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Кислота адипиновая $\text{CO}_2\text{H}(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{H}$
(т. пл. 153 °С; т. кип. 165 °С при 100 мм рт. ст.)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159
	180—190	> 10	63
	100—280	Применимы	39
легированные типа			
X13	180—190	> 10 ^{1*}	63
X17	100	< 0,1	10, 56
X21H5T	180—190	0,1—1,0	
X18H10T	180—190	0,0001	63
X17H13M2T	100	< 0,1	10, 56
OX23H28M3D3T	20	< 0,1	159
Чугуны кремнистые			
Алюминий	20	< 0,1	159
	90	0,25	54, 119
Медь	20	< 0,1	159
	90	0,5	54, 119
Бронзы алюминиевые	180—190	0,98	63
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159
Титан	200	0,005	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 173
Полипропилен	20	В	36
Полиизобутилен	20	С	36, 162, 173
	60	О	36, 162, 173
Полиметилметакрилат	20	С	159
Поливинилхлорид	20	В	36, 102, 141
	60	О	36, 102, 141

Примечание. ^{1*} В газовой фазе скорость коррозии 0,5 мм/год.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20—60	В	140
Фаолит	20—60	В	36
Смоли полиэфирные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	В	159
СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20—60	В	159
хлоропренового	20	В	159
ХСПЭ	20—60	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159, 186
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	85, 159
Керамика, фарфор	20	В	159, 186
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Кислоты акриловая $\text{CH}_2=\text{CHCO}_2\text{H}$
и метакриловая (водные растворы;
концентрация любая)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,21	63
	20	< 0,1 ^{2*}	159
	100	4,9—8,2	
легированные типа			
X13	20	< 0,0001	63
	20	0,072	
X13, X17	30	< 0,1	119
	160,5	1,0—3,0	119

Примечания. ^{1*} Силикатные бетоны и замазки вполне стойки, цементы нестойки.

^{2*} Углеродистые стали стойки, но вызывают полимеризацию.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X21H5T	20—80	0,012—0,084	20
	160,5	< 0,1	119
X18H10T	20	< 0,0001	63
	100	< 0,005	
X18H10T, X17H13M2T	160,5	< 0,1	119
OX23H28M3D3T	160,5	< 0,1	119
Титан	30	0,000	105
	162	0,074	
Неметаллические материалы			
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20	В	12
Кислотоупорная эмаль	20—100	В	12
Керамика, фарфор	20	В	12

Кислота аминокислотная $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CO}_2\text{H}$, смесь изомеров (т. пл. 144—187 °С; т. кип. — возг.)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
углеродистые	20	От < 0,1 до 1,0 ^{1*}	159
легированные типа X13	20	< 0,1	159
X21H5T, X17H13M2T	20	< 0,1	159
OX23H28M3D3T	20	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20	От < 0,1 до 1,0 ^{1*}	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,1	159
Бронзы	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159
Титан	20	< 0,1	159

Примечание. ^{1*} В л-кислоте скорость коррозии < 0,1 мм/год; в о-кислоте до 1,0 мм/год.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полэтилен	20	В	159
Полиизобутилен	20	В	159
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
Полиэфирные смолы	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Витумные материалы	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Кислота бензойная $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$ (т. пл. 122,3 °С; т. кип. 250 °С; водные растворы до 2,2% при 75 °С)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
углеродистые	20	> 10	121, 180
легированные типа X13, X17	20 — кип.	< 0,1	11, 119
X21H5T	20 — кип.	< 0,1	11, 119
	100	0,007 ^{2*}	20
X18H10T	20	0,05—0,5	119, 121, 180
	Кип.	< 0,1	119
	Расплав	< 0,5	180

Примечания. ^{1*} Данные только для кислотоупорных цементов и замазок. ^{2*} В насыщенном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 119
OX23H28M3ДЗТ	25—100	< 0,5	180
X14Г14НЗТ	Кип.	< 0,1	20
X18Г8Н2Т			
Чугуны			
серые	20	> 10	121, 180
кремнистые	20	0,05—0,1	121
	Расплав	0,08	1, 39
Алюминий	20—100	0,00 **	39, 119
Медь	250	0,1—1,0 **	1, 119
Медь, бронзы	20—25	< 0,5 **	180
Латунь	20	0,1—1,0	159
	250	4,3 **	1, 39
Никель	20—кип.	< 0,1	119, 121
	100—150	< 0,5	180
	250	0,000 **	1, 39, 119
Монель-металл	25—100	< 0,5	180
	125—175	0,5—1,27	180
	250	1,0 **	54
Сплавы типа Н70М27Ф	20—кип.	< 0,1	159
Свинец	20	> 10	1, 39, 159
Серебро	20—кип.	< 0,1	119
Титан	20—60	< 0,13 **	39, 105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	36, 173, 191
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20	В	173, 191
Полиизобутилен	20—60	В	173
	100	С—О	36, 173
Полистирол	20	В	140, 159, 173
	60	В—Н	36, 140, 159
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Полвинилхлорид	20—40	В	102
	60	О	102

Примечания. * В насыщенном растворе.
 ** В процессе сублимации твердой кислоты.
 *** В растворах при отсутствии воздуха.
 **** В парах 100%-ной кислоты.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласты	20—100	В	140, 170
Полиамиды	20	В	140, 159, 173
Поликарбонаты	20—60	Н	102, 140
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—120	В	36, 40, 159
Замзки арзамит	20—120	В	122, 176, 187
Смолы			
полиэфирные	20—65	В	125
фурановые	25—100	В ^{1*}	36, 140
эпоксидные	20—100	В	125, 176
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—130	В	159
Битумные материалы	20—66	В	178, 187
Перхлоранилиновые лаки	20—66	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального. СКС.	20—65	В	129
СКН			
бутилкаучука	20—65	В	129
хлоропренового	20—65	В	77, 129
ХСПЭ	20—65	В	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	122, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—100	В—Х ^{2*}	85, 122, 159
Керамика	20—100	В	122, 193
Фарфор	20—60	В	159
Цементы, бетоны, замзки	20—100	В ^{3*}	122, 159, 193
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
Антемит, уголь	20	В	122, 159
Графит пропитанный	20—100	В	180, 193

Примечания. * Стеклопластики до 120 °С [125].
 ** Выщелачиваемость при кипячении в растворе 0,2—0,5 мг/см² [85].
 *** Портландцемент нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Кислота безводсульфовая $C_6H_8SO_3H$
(водные растворы; концентрация любая)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	<0,5 ^{1*}	159, 180
легированные типа X21H5T, X18H10T	80	>10	21
X18H10T	20	<0,1	159
X17H13M2T	20-60	<0,1	159
	80	7,1	21
0X23H28M3Д3Т	20-150	<0,1	159, 180
	80	<0,38	21
Чугуны			
серые	20	0,1-1,0 ^{1*}	159
кремнистые	20-60	<0,1	159
	100	0,015	21
Алюминий	20-60	0,1-1,0	159
Медь, бронзы	20-100	0,1 ^{2*}	159
Никель	20	<0,1 ^{2*}	159
	Кип.	1,0-3,0	159
Монель-металл	20	<0,5	159, 180
	100	0,095	21
	150	<0,5	180
Сплавы типа Н70М27Ф			
	20-200	<0,1	159, 180
	100	0,011	21
Н55Х15М16В	100	0,006	21
Свинец	25	<0,5	180
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	20	<0,1	159
Титан	100	4,0	21
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20-60	В ^{3*}	36, 191
Полипропилен	20-60	Н	140
Полиизобутилен	20-60	С ^{4*}	159, 170

Примечания. 1* В водных растворах коррозия зависит от pH. В безводной кислоте корродируют, но незначительно.

2* В отсутствие кислорода воздуха.

3* По данным [140] нестойк.

4* В 10%-ном растворе кислоты.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20-60	В	159
Полиметилметакрилат	20-60	В	187
Поливинилхлорид	20	В	36, 140, 191
	60	В - Н	36, 140, 191
Фторопласт-4	20-100	В	159, 170
Фторопласт-3	20-60	В	159, 170, 187
Фенопласты			
стеклопластики	25-95	В	125
фаолит	20-120	В	36
Замазки арзамит	20-120	В	170, 187
Смолы			
полиэфирные	20-65	В	125, 159
	100	Х	142
фурановые	25-120	В	36, 125
эпоксидные	25-95	В	125, 170, 187
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20-130	В	159
Битумные материалы	20-60	В	187
Перхлорвиниловые лаки	20-60	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального	20-65	В	129, 159
СКС, СКН	20-65	С	36, 129
бутадиенового	20-65	В	129, 159
хлоропренового	20-60	В - Н	3, 36, 187
ХСПЭ	20-65	С	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20-100	В	159, 180
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20-100	В - Н ^{1*}	159
Прочие материалы			
Графит пропитанный	20-100	В	159, 180
Уголь	20	В	159

Примечание. 1* Гидравлический и портландцементы нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Кислота винная $\text{COOH}(\text{CHOH})_2\text{COOH}$
(водные растворы; концентрация до 68%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	1, 73, 165
	Кип.	От < 1,0 до 1,0 ^{1*}	159
легированные типа			
X13	20	От 1,0 до > 10 ^{1*}	11, 39
X13, X17	Кип.	> 10	10, 56, 119
X25, X28	Кип.	1,0—10 ^{1*}	39, 119
X17, X25, X28	20	От < 1,0 до 3,0 ^{1*}	11, 39, 119
	Кип.	1,0—10 ^{1*}	39, 119
X21H5T	20—кип.	< 0,1	10, 56, 119
	100	0,0032 ^{2*}	20
X18H10T	20	< 0,1	11, 56, 165
	Кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	11, 119, 165
X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	1, 56, 165
	Кип.	0,1—3,0 ^{2*}	119
OX23H28M3ДЗТ	20—кип.	< 0,1	119
	Кип.	0,1—1,0 ^{2*}	119
Чугуны кремнистые			
	20—кип.	< 0,1	1, 39, 73
	Кип.	3—10	1, 39, 73
Алюминий			
	20	0,008	1, 39, 119
	100	> 10 ^{2*}	39, 119
Медь			
	20	0,2 ^{3*}	1, 73, 119
	20	1,65	1, 73
	75	> 10	119
Бронзы			
	20	< 0,1	39, 159
Никель			
	20	1,0—3,0 ^{3*}	159, 176
	60—100	> 10	176
Монель-металл			
	20	От < 0,03 до 0,1	1, 39, 165
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	0,1—1,0	159, 165
H55X15M16B	20	0,075—0,75	165
Свинец			
	20	> 10	119
Серебро			
	75	< 0,1	119
Тантал			
	20	0,000	56
Титан			
	20—100	0,000—0,009	105

Примечания. 1* При увеличении концентрации кислоты скорость коррозии возрастает. Для хромистых сталей в насыщенной кислоте она несколько снижается.

2* В насыщенном растворе.

3* В отсутствие кислорода воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 173
Полипропилен	20—60	В	173, 191
Полиизобутилен	20—60	В	1, 36, 73
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
	20	В	36, 163
Полиметилметакрилат	20	В	102
Поливинилхлорид	20—40	В	102, 191
	60	О	102, 191
Фторопласты	20—60	В	1, 140
Асбовинил	20	В	1, 54
Пентапласт	120	В	163
Полиамиды	20—60	В — Х	140, 173
Поликарбонаты	20	В	140
Фаолит	20—кип.	В	1, 40, 73
Замазки арзамит	20	В	54, 73
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—65	В	125, 163
фурановые	20—60	В	36, 140
эпоксидные	20—60	В	140
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—66	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20	В	140
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального СКС.	20—65	В ^{1*}	36, 73, 129
СКН			
бутилкаучука	20—65	С	129
полисульфидного	65	С	73
хлоропренового	20—65	С	77, 129
ХСПЭ	20—65	С	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	54, 73
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В ^{2*}	1, 85

Примечания. 1* При концентрации кислоты не более 40—60%.

2* По данным [83] при увеличении концентрации кислоты стойкость эмали несколько снижается; выщелачиваемость увеличивается с < 0,2 мг/см² в 5%-ной кислоте до 0,2—0,5 мг/см² в 50—60%-ной.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20 — кип.	В	1, 73
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — О ^{1*}	1, 54
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Х	1, 122, 159
Антегмит, графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	73, 102, 159

Кислота галловая $C_6H_2(CO_2H)(OH)_3$
(водные растворы)

Металлы и сплавы			
Стали легированные типа X13, X17, X25, X28	20—70	< 0,1	1, 119
	100—кип.	< 0,1 ^{2*}	1, 11, 119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—70	< 0,1	1, 119, 165
	Кип.	< 0,1 ^{2*}	1, 39, 165
OX23H28M3ДЗТ	20—70	< 0,1	119
	100	1,0 ^{2*}	1, 39
Чугуны кремнистые	100	От 0,003 до ≤ 0,022	1, 39, 119
Алюминий	100	0,9 ^{3*}	23
Медь	20	< 0,075 ^{2*}	165
Монель-металл	20 — кип.	< 0,004—0,038 ^{4*}	23, 105
Титан	20		
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полистирол	20—50	В	173
Фенопласты	20 — кип.	С	1
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС бутилкаучука хлоропренового	20—65	С	1, 36, 155
	20	С	155
	20	С	155

Примечания. 1* Гидравлический и портландцементы менее стойки.
2* В насыщенном растворе.

3* В присутствии кислорода воздуха скорость коррозии возрастает.

4* Стойкость зависит от марки: технический титан (BT-1) корродирует сильнее, чем его сплавы (OT4 и AT-0).

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	1
Керамика, фарфор	20 — кип.	В	1
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	С	1

Кислоты гуминовые

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20 — кип.	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
легированные типа X13, X18H10T, X17H13M2T, OX23H28M3ДЗТ	20	< 0,1	159
	20	< 0,1	159
	20	< 0,1	159
	20	< 0,1	159
Чугуны серые	20 — кип.	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
кремнистые Алюминий Медь, бронзы, латунь Никель Монель-металл Сплавы типа Н70М27Ф Свинец Серебро Титан	20	< 0,1	159
	20—100	< 0,1	159
	20—100	< 0,1	159
	20	< 0,1	159
	20—100	< 0,1	159
	20	> 10	159
	20—100	< 0,1	159
	20—100	< 0,1	159
	20—100	< 0,1	159
	20—100	< 0,1	159
	20—100	< 0,1	159
	20—100	< 0,1	159
	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	159
Полиизобутилен	20	В	159
Полистирол	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159

Примечание. 1* Коррозия углеродистых сталей и серых чугунов зависит от содержания воды в кислотах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	Н	159
Фаолит	20	В	159
Замазки арзамит	20	В	159
Полнэфирные смолы	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	-20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — О ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Кислота дигалловая (танин) $C_{14}H_{10}O_6$
(водные растворы)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	1, 39
	100	> 10	1, 39
легированные типа			
X13	Кип.	От 1 до > 10 ^{2*}	1, 119
X13, X17	20	От < 0,1 до 1,0 ^{2*}	1, 11, 39
X25, X28	20	< 0,1	119

Примечания. 1* Гидравлический и поргландцементы менее стойки.
2* Скорость коррозии возрастает с увеличением концентрации кислоты.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X17, X25, X28	Кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	119
X18H10T, X17H13M2T, 0X23H28M3D3T	20 — кип.	< 0,1	1, 11, 119
Чугуны кремнистые			
	20	< 0,1	119
	20	< 0,1	1
	Кип.	< 1,0	1
Алюминий	20	0,009 ^{2*}	1, 119
Никель	20	< 0,1 ^{2*}	1, 39, 119
Монель-металл	20	Применим	1, 39
Свинец	20	> 10	1, 39, 119
Тантал	20	0,000	1, 39, 119
	20	< 0,005	23
Титан	100	< 0,13	89, 105
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен			
	20—60	В	191
	100	Х	193
Полипропилен			
	20—60	В	173
Полиизобутилен			
	20—60	С	193
	100	Н	193
Поливинилхлорид			
	20—60	С	191
	100	Н	193
Фаолит	20	В	1, 36
Замазки арзамит	20—100	В	193
Полнэфирные смолы	20—65	С	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные лаки			
	20—65	В	193
	100	Х	193
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—65	С	155
СКС, СКН	20	С	181
бутилкаучука	20	В	155, 181
хлоропренового	20	В	155, 193
	60—100	Х	193

Примечания. 1* Скорость коррозии возрастает с увеличением концентрации кислоты.
2* В 10%-ном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	1
Керамика, фарфор	20 — кип.	В	1
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	193
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	До 110	С	1
Графит пропитанный, уголь	20—100	В	1, 193

Кислоты жирные, выше С₁₀ (т. пл. >28 °С)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	70	0,39	96
	100	0,6	114
легированные типа			
X13	100	0,1—0,5	114
	300	0,7—1,8	114
X17	70	0,0113	96
X21H5T	225	0,1—1,0	119
	265	1,0—3,0	119
	300	3—10 ^{2*}	119
X18H10T	70	0,0081	96
	100	0,01	114
	225—265	0,1—1,0	119
	300	1,0—3,0 ^{2*}	119
X17H13M2T	100—300	< 0,005	114
Алюминий	230—250	25	39
Медь	230—250	0,44—2,0	39
	300	~ 0,03	114
Латунь	300	1,7—2,0 ^{2*}	114
Серебро	288	0,02	—

Неметаллические материалы

Пластмассы

Полиэтилен	20	В	1, 173, 191
	60	О — Н	173, 191
Полипропилен	До 60	В	177

Примечания. ^{1*} Портландцемент нестойк, относительно стойки замазки на жидком стекле и серый цемент при 100 °С.

^{2*} Наблюдается точечная коррозия.

^{3*} В газовой фазе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиизобутилен	20—60	Н	1, 36, 177
Полистирол	20	В	1
Полиметилметакрилат	20	В	1, 140
Полвинилхлорид	20—60	В	43, 63, 191
Фторопласты	20—60	В	1, 140
Полиамиды	20—60	В	140
Фенопласты	20—100	В	36, 43
Замазки арзамит	70	В	63
Смоли			
полиэфирные	20—95	В ^{1*}	125, 177
фурановые	20—100	В	36, 67
	До 120	В ^{2*}	125
эпоксидные	20—70	В	35, 63, 140
	95	О ^{2*}	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Перхлорвиниловые лаки	20	В	140
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	Н	36, 177
хлоропренового	70—75	Н	35, 63
<i>Неорганические материалы</i>			
Кислотоупорная эмаль, керамика	20	С	1
Цементы	70	С	63
<i>Прочие материалы</i>			
Антегмит, графит пропитанный	20 — кип.	В	1, 43, 69

Кислоты каприловая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CO}_2\text{H}$ (т. пл. 16 °С; т. кип. 239 °С) и каприновая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CO}_2\text{H}$ (т. пл. 31,5 °С; т. кип. 269 °С)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	50	0,03	20
	100	1,56—2,4	20
	160—220	≥ 10	20

Примечания. ^{1*} Стеклопластики.

^{2*} До температур применения: антегмита—140 °С, графита пропитанного—170 °С.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа			
X13	160	0,14—5,17 ^{1*}	20
X17	160	0,03—1,13 ^{1*}	20
X13, X17	50—100	0,000—0,13 ^{1*}	20
X21H5T	160	0,03—0,22 ^{1*}	20
	220	0,28—3,65 ^{1*}	20
X18H10T	160	0,0—0,01 ^{1*}	20
	220	0,25—0,34	20
X21H5T, X18H10T	50—100	0,000	20
X17H13M2T	50—260	0,000	20
0X23H28M3D3T	220—260	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20—кип.	От 0,1 до > 10	159
кремнистые	20—285	< 0,1	159
Алюминий			
	50—100	0,0—0,01 ^{1*}	20
	160	0,035 ^{2*}	20
	220	0,71 ^{2*}	20
Медь, бронзы, латуны			
	20—кип.	От 0,1 до > 10 ^{3*}	159
Никель, монель-металл			
	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{3*}	159
Сплавы типа Н70М27Ф			
	20	< 0,1	159
Свинец			
	20	0,1—1,0	159
	100	> 10	159
Серебро			
	20—кип.	< 0,1 ^{4*}	159
Титан			
	50—260	0,000	20
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	Н	159
Полиизобутилен	20	Н	159
Полистирол	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	Н	159
Поливинилхлорид	20	Х	159
	> 30	Н	159

Примечания. 1* Скорость коррозии в каприловой кислоте больше, чем в каприновой.

2* При 160 °С данные для каприловой, при 220 °С для каприновой кислоты, при 20 °С и нестойки при 30 °С.

3* В присутствии кислорода воздуха скорость коррозии резко возрастает.

4* В безводной кислоте.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласт-4	20	В	159
Фаслит	20—100	В	159
Полиэфирные смолы	20	Х—Н ^{1*}	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	О—Н ^{2*}	159
	30	Н	159
хлоропренового	20	О—Н ^{2*}	159
	60	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, замазки, бетоны	20—100	В—Н ^{3*}	
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит иропитанный, уголь	20—150	В	159

Кислота капроиловая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{H}$ (т. п. л. $-1,5^\circ\text{C}$; т. кип. 205°C)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	50	1,28	20
	100	5,06	20
	220	1,49	20
легированные типа			
X13	50	0,000	20
	100	0,11	20
	160	2,93	20

Примечания. 1* Стойкость зависит от сорта и марки смолы. 2* В каприновой кислоте резины разрушаются, в каприловой малостойки при 20 °С и нестойки при 30 °С.

3* Кислотоупорные цементы и замазки вполне стойки; серый, портланд-цементы и простые бетоны нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X17	50—100	0,000	20
	160	0,52	20
	220	1,75	20
	220	1,76	20
X21H5T	160	0,61	20
X18H10T	160	0,10	20
	220	1,24	20
X21H5T, X18H10T	50—100	0,000	20
X17H13M2T	50—160	0,000	20
	220	0,21—0,55 ^{1*}	20
OX23H28M3D3T	160—220	< 0,1	119
Алюминий	50	0,01	20
	100—160	0,02—0,06	20
	220	0,35	20
Титан	50—160	0,00	20
	220—260	0,00	20

Кислота левулиновая $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$
(т. пл. 33—35 °С; т. кип. 246 °С)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	159
	50	0,035—0,07 ^{2*}	65
легированные типа X13	20	> 10	159
X17	20	< 0,1	159
X18H10T	50	0,0046—0,016	65
X17H13M2T	50	0,0008	65
X18H10T	20	< 0,1	159
X17H13M2T			
OX23H28M3D3T	20	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20	< 0,1	159

Примечания. 1* Меньшая скорость коррозии соответствует марке стали X17H13M2T, большая — марке X17H13M2T.
2* В 90%-ном растворе.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20	0,1—1,0	159
	50	0,003	65
	60—100	> 10	159
Медь	20—кип.	0,1—3,0 ^{1*}	159
Медь, бронзы оловянистые	50	0,008	65
Бронзы алюминиевые	50	0,0024	65
	20—кип.	От < 0,1 до 3 ^{1*}	159
Латунь	50	0,004	65
Никель, монель-металл	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	159
Сплавы типа H70M27Ф	20—100	< 0,1	159
Свинец	50	0,0087	65
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	50	0,00	65
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—50	В	65, 159
Полиизобутилен	20—50	В	65, 159
Полиметилметакрилат	50	Н	65
Поливинилхлорид	20	В	65, 159
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	Н	159
Фенопласты	20	В	159
Замаски арзамит	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159

Примечание. 1* В отсутствие кислорода воздуха медь стойка, а бронзы, никель и его сплавы весьма стойки до температуры кипения.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
	60—100	Н	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Кислота лимонная $C_3H_4(OH)(CO_2H)_3$
(водные растворы; концентрация до 59%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые легированные типа X13	20—100	10 ^{2*}	1, 84, 146
	20	1,0—10 ^{2*}	11, 56, 119
	40—кип.	От 3,0 до > 10 ^{3*}	11, 56, 119
X17	20	0,1—3,0 ^{3*}	10, 11
	85—кип.	От 3,0 до > 10	10, 11
X25, X28	20	< 0,1	119
	Кип.	1,0—3,0 ^{3*}	119
X21H5T	20—40	< 0,1	11
	85—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{3*}	11
X18H10T	20—40	0,0—0,1	1, 11, 56
	85—кип.	От 0,1 до 10 ^{3*}	1, 11, 33
X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	1, 11, 119
OX23H28M3D3T	20—60	< 0,001	106
	100	< 0,005	106
	Кип.	< 0,5	106
Чугуны			
серые	20—кип.	> 10 ^{2*}	1, 146
кремнистые	20	< 0,1	1, 39, 73
	Кип.	От < 0,1 до 10 ^{3*}	1, 39, 73
Алюминий			
	20	0,003—0,01	1, 39
	70	< 0,01	1, 39, 73
	100	0,1—1,0	146

Примечания. 1* Серый, портландцементы и простые бетоны нестойки.

2* В разбавленной 1%-ной кислоте скорость коррозии углеродистых сталей < 3,0 мм/год, хромистой X13 < 0,1 мм/год.

3* С увеличением концентрации кислоты скорость коррозии возрастает.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Медь	20	0,1—0,57 ^{1*}	1, 39
Бронзы	20	0,04—0,1	39, 146
Медь, бронзы	100	1,0—3,0 ^{1*}	146
Латунь	20—кип.	От 0,1 до > 10 ^{2*}	146
Никель	20	От < 0,1 до 3,0 ^{2*}	119
Монель-металл	60	0,5—1,27	146
	20	< 0,1	176
	Кип.	От < 0,1 до 1,0	165, 180
Сплавы типа Н70М27Ф, Н55Х15М16В	20—кип.	< 0,075	165
Свинец	20	> 10	39, 119
Серебро	20—кип.	< 0,1	119
Тантал	20	0,000	39, 56, 119
	100	< 0,1	159
Титан	20	0,007—0,03 ^{3*}	105
	100	< 0,13 ^{4*}	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 191
Полипропилен	20—100	В	94, 140, 173
Полиизобутилен	20—60	В	1, 36, 43
Полистирол	20	В	140, 177
	50	Х	173, 177
Полиметилметакрилат	20—60	В—О	55, 140, 163
Поливинилхлорид	20	В	102, 191
	60	С—О	102, 140, 191
Фторопласты	20—60	В	140
Асбосвинил	20	В	12
Пентапласт	До 120	В	163, 177
Полиамиды	20—60	В—Х	140, 173
Поликарбонаты	20	В	102, 140
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	В	125
фаолит	20—90	В	1, 36
текстолит	20	В	12

Примечания. 1* В атмосфере водорода скорость коррозии меньше, чем в присутствии кислорода воздуха.

2* С увеличением концентрации кислоты скорость коррозии возрастает.

3* Скорость коррозии разных марок титановых сплавов серии «АТ» колеблется в указанных пределах.

4* В условиях аэрации. В неаэрированной кислоте скорость коррозии возрастает до 1,3 мм/год.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Замаски арзамит	20—120	В	1, 122, 159
Смолы (стеклопластики)			
полнэфирные	20—100	В	125, 163, 177
фурановые	20—120	В	125
эпоксидные	20—100	В	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—65	В	178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—65	В ^{1*}	43, 129
бутилкаучука	20—65	В	129, 177
полисульфидного	20	Н	72, 176
уретанового	20	С	177
хлоропренового	20—65	В	128, 129, 177
фторкаучука	20—60	В	170, 177
ХСПЭ	20—65	В	129, 177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	122, 159
Стекло	20—100	В	84, 159
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В—О ^{2*}	85
Керамика, фарфор	20—кип.	В	1, 122, 159
Цементы, бетоны, замаски	20—100	В—Н ^{3*}	1, 122, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В—О	1, 159
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	84, 159, 177

Кислота маленовая $\text{CO}_2\text{HCH}=\text{CHCO}_2\text{H}$
(водные растворы)

Металлы и сплавы	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали углеродистые	20—100	> 10	121

Примечания. ^{1*} По данным [92] резины СКН относительно стойки.
^{2*} В зависимости от концентрации кислоты и сорта эмали; выщелачиваемость возрастает от < 0,2 мг/см² в 5 и 20%-ной кислоте, до 0,2—0,5 мг/см² в 50%-ной кислоте.
^{3*} Стойкость зависит от температуры раствора и сорта цемента.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
легированные типа X13, X17	≥ 100	0,1 ^{1*}	1, 39
X17	Кип.	0,25	53
X13, X17, X25, X28	20	< 0,1	119
X21H5T, 0X23H28M3D3T	20	< 0,1	119, 159
X18H10T, X17H13M2T	20—100	От 0,01 до 0,1	39, 53, 119
<i>Чугуны</i>			
серые	20	> 10	121
кремнистые	20	0,1—0,5	121
Алюминий	20	От 0,1 до > 10 ^{2*}	121, 159
100		> 10	159
Медь, латунь	20—кип.	От < 0,1 до 10 ^{3*}	159
<i>Бронзы</i>			
алюминиевые	20—кип.	< 0,5	180
оловянистые	20—кип.	От < 0,1 до > 10 ^{3*}	159
<i>Никель</i>	20	< 0,1	159
Монель-металл	20	0,023 ^{4*}	1, 39
Сплавы типа N70M27Ф	20—100	< 0,1	159
Свинец	20	0,1—0,5	121
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,13	53, 105
	200	0,0085	25
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20—60	В	36, 173
	100	О	173
Полистирол	20—70	С	36, 159
Полиметилметакрилат	20	Х	187
	60	О	187

Примечания. ^{1*} По данным [119] в 5—50%-ной кислоте скорость коррозии стали X13 > 10 мм/год.
^{2*} В зависимости от концентрации кислоты. По данным [119] нестойк.
^{3*} В отсутствие кислорода воздуха медь и ее сплавы вполне стойки и при нагреве. В присутствии окислителей корродируют.
^{4*} В 5%-ной кислоте.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Поливинилхлорид	20—40	В	36, 102
	60	О	102, 151
Фторопласт-4	20—100	В	159
Фторопласт-3	20—60	В	140, 159
Асбовинил	20	В	122
Пентапласт	До 120	В	163
Полиамиды	20—60	В	159
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	В	125
фаолит	20	В	122
текстолит	20	В	122
Замазки арзамит	20—100	В	122, 187
Смоли			
полиэфирные	20—65	В	125, 187
фурановые	25—120	В	36, 125
эпоксидные	20—95	С	125, 187
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—60	О — Н	159, 187
Перхлорвиниловые лаки	20	Х	187
	60	О	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН	20—60	В	36, 159
СКС	20	С	170
	50	Н	170
бутилкаучука	20—60	В	159, 170
хлоропренового	20—50	В	163
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	122, 159
Керамика	20—кип.	В	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	С	122
Антрацит, уголь	20—100	В	102, 122, 159
Графит пропитанный	20—кип.	В	31, 69

Примечание. ^{1*} Силикатные замазки вполне стойки до 100 °С, серый цемент до 80 °С, гидравлический и портландцементы нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Кислота масляная $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$ (водные растворы)			
Металлы и сплавы			
Стали	20	> 10 ^{1*}	159, 180
углеродистые			
легированные типа			
X13, X17	20—кип.	1,0—3,0	11, 119
X17	150	< 0,1	1, 39
X25, X28	20—кип.	< 0,1	119
X21H5T, X18H10T	20—кип.	< 0,1	11, 39, 165
X18H10T,	20—130	0,000 ^{2*}	1, 39
OX23H28M3D3T			
X17H13M2T,	20—кип.	< 0,1	11, 119, 165
OX23H28M3D3T			
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20—кип.	< 0,1	1, 39
Алюминий	20—60	0,01—0,2	1, 39
Медь	20	0,07 ^{3*}	1, 39, 119
	60	0,44 ^{3*}	1, 39, 119
	Кип.	1,0—3,0	119
Бронзы	20	< 0,1 ^{4*}	159
	100	0,1—1,0 ^{4*}	159
Никель	20	1,0—3,0	180
	100	0,9	
Монель-металл	20—100	0,1—1,0	180
	Кип.	< 0,075	165
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
	100—кип.	0,1—1,0	159, 180
Свинец	20	> 10	159, 180
Серебро	20—кип.	< 0,1	119, 159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20	< 0,1	159

Примечания. ^{1*} По данным [И] скорость коррозии стали в 1%-ной азлоте 0,72 мм/год.

^{2*} В насыщенном растворе.

^{3*} В 1%-ной азлоте, в 10%-ной скорость коррозии до 1,27 мм/год, в 20—100%-ной < 0,5 мм/год [180].

^{4*} В отсутствие кислорода воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	С	64, 173, 177
	60	О	173, 177
Полипропилен	20	В	159
Полиизобутилен	20—100	Н	173
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20—60	О—Н	36, 55, 140
Поливинилхлорид	20	С—Н	36, 102, 140
	60—100	Н	102, 140, 191
Фторопласт-4	20—100	В	187
Фторопласт-3	20—60	В	170
Пентапласт	20—120	В	159, 163
Полиамиды	20	В ^{1*}	140, 173
Поликарбонаты	20—60	Н	140
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	В	125
фаолит	20—100	В	159
Замаски арзамит	20—100	В	159
Смолы			
полиэфирные	20—60	В—Н ^{2*}	89, 140, 159
фурановые	20—120	В	36, 125
эпоксидные	20—95	О	125, 187
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—60	Н	187, 193
Перхлорвиниловые лаки	20	О	187
	100	Н	187
Резины на основе каучуков			
натурального	20	С—О ^{3*}	129, 159
	60	Н	159, 170
СКС	20—60	Х—Н ^{3*}	129, 159, 170
СКН, бутилкаучука	20	О	129
уретанового	20	С	1, 129

Примечания. ^{1*} По данным [36] в 10%-ной кислоте нестойки.
^{2*} Стойкость зависит от вида и марки смолы и температуры кислоты.
^{3*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
хлоропренового	20	О	36, 129, 170
	60	Н	129, 170
фторкаучука	20	Н	129
ХСПЭ	20	Н	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	159, 180
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	1, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	1, 12, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	1, 159, 193
Прочие материалы			
Дерево	20	Х	159
Графит пропитанный	20—кип.	В	159, 187
Уголь	20	В	159

Кислота молочная $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{H}$
(водные растворы)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	25	0,05—0,25 ^{2*}	1
	20—100	>10	73, 84, 176
легированные типа			
X13	20	3—10	11, 119
X17	25	0,00—0,0025	1
X13, X17	50—кип.	>10	119
X17, X25, X28	20	1,0—3,0	119
X25, X28	80—100	>10	119
X21H5T	75—90	0,1—3,0 ^{2*}	11, 119
	Кип.	>10	11, 119
X18H10T	25	0,00—0,0015	1
	90—кип.	От 1 до >10	11, 119, 159
X21H5T, X18H10T	20—50	<0,1	11, 119
X17H13M2T	20—100	От <0,1 до 3,0	11, 119
OX23H28M3D3T	20—кип.	От <0,1 до 1,0	119

Примечания. ^{1*} Гидравлический и портландцементы нестойки.
^{2*} В 10—40%-ных растворах.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны	20—кип.	От 1 до >10	159
серые	20—кип.	< 0,1	1, 39
кремнистые	20	0,005—0,028 ^{1*}	1, 39, 196
Алюминий	20	0,06—3,0 ^{2*}	39, 119
Медь	65	0,3 ^{3*}	39, 119
Бронзы	Кип.	1,0—3,0	159
Латунь	100	> 10	159
Бронзы латунь	20	< 0,1	159
Никель	20—100	0,1—1,0	39, 119
Монель-металл	20	< 0,1	165, 176
Сплавы типа	100	1,0—3,0	176
Н70М27Ф	20—60	< 0,1	159
Н55Х15М16В	20	0,075	165
Свинец	20	> 10	119
Серебро	20	< 0,1	119
	Кип.	1,0—3,0	73
Тантал	20—кип.	0,000	1, 119, 196
Титан	35	0,002	196
	100—кип.	От < 0,05 до 0,056	3, 196
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 191
Полиэтилен ВД	100	Н	173
Полипропилен	20—100	В	173
Полиизобутилен	20—100	В	36, 73, 173
Полистирол	20—50	Х	173
Полиметилметакрилат	20—60	Х ^{3*}	140
	80	О	36
Полвинилхлорид	20	С ^{3*}	36, 102, 140
	60	О ^{3*}	36, 102, 140
Фторопласт-4	20—100	В	140, 170
Фторопласт-3	20—60	В	140, 170
Пентапласт	До 120	В	163

Примечания. ^{1*} В горячих растворах алюминий нестойк [176].
^{2*} Данные для 1N-ной кислоты.
^{3*} В 90%-ной кислоте нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиамиды	20—60	В — Н ^{1*}	140, 173
Поликарбонаты	20	В ^{2*}	140
Фенопласты	25—95	В	125
стеклопластики	20—100	В	1, 49, 73
фаолит	20—60	В	54, 73
текстолит	20—120	В	73, 159, 176
Замазки арзамит			
Смолы	20—70	В	163
полиэфирные	100	Х	163
фурановые	20—120	В	36, 125, 140
эпоксидные	20—100	В ^{3*}	125, 140, 176
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	159
Битумные материалы	20—65	В — О	73, 178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	140, 187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—65	В	
СКС, СКН	20—60	С — О ^{4*}	72, 129, 159
бутилкаучука	20—60	В	73, 159
полисульфидного	20—60	Н	73, 176
уретанового	20	С	140
хлоропренового	20—60	В — Х	72, 128, 129
фторкаучука	20—60	В	170
ХСПЭ	20	Х	163
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	73
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В — Х ^{5*}	73, 85, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	73, 193
Цементы, бетоны, замазки	20—60	В — О	73, 159, 193

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от марки полиамида и концентрации кислоты.
^{2*} В 10—40%-ных растворах.
^{3*} Эпоксидные смолы, отвержденные на холоду при повышенных температурах, нестойки.
^{4*} По данным [139] стойки в пределах термостойкости (для всех резин: НК, СКС, СКН, бутилкаучука и хлоропренового).
^{5*} При увеличении концентрации кислоты стойкость понижается, выщелачиваемость увеличивается с < 0,2 до 0,2—0,5 мг/см².

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20 60—100	С О	73, 159 159
Графит пропитанный	20—кип.	В	73, 159
Уголь	20	В	159
Кислота муравьиная HCO ₂ H (водные растворы; концентрация до 10%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 50—100	1,53 ^{1*} >10	20 20
легированные типа			
X13	20—60	3—10 ^{2*}	11, 20, 119
X17	20	0,1—3,0	11, 119
X13, X17	100—кип.	>10	11, 63, 119
X25, X28	20—60 100	1,0—3,0 3—10	119 119
X21H5T	20—70 100—кип.	0,000 ^{3*} <0,1	20 20, 56, 119
X18H10T	20—70 100	0,000 ^{3*} 0,1—3,0	20 119
X17H13M2T	20—кип.	<0,1	11, 63
OX23H28M3D3T	35 60 Кип.	0,0032 0,009 0,16	63 63 63
Чугуны			
серые	20	>10	63, 121, 159
кремнистые	20—100	От <0,1 до 3,0	1, 39, 63
Алюминий	20 50—100	0,016—0,037 >10	58, 63, 196 6, 196
Медь	20 Кип.	0,29 ^{4*} 0,138	1, 121, 196 6
Бронзы			
алюминиевые	20—100	<0,05 ^{4*}	39
оловянистые	20	>10	39, 63

Примечания. ^{1*} По данным [63, 159] неприменимы.^{2*} В 2%-ной кислоте при 20 °С скорость коррозии 1,0—3,0 мм/год [58].^{3*} В 5%-ной кислоте.^{4*} Данные в отсутствие кислорода воздуха, в присутствии кислорода скорость коррозии увеличивается в 4 раза.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Латунь	20—80	0,1—1,0	159
Никель	20	<0,1	63, 119
Монель-металл	20—100 100	<0,5 0,41 ^{1*}	63, 146 63
Сплавы типа			
H70M27Ф	20—кип.	<0,1	11, 119
H55X15M16B	20—кип.	<0,1	11, 119
Свинец	20	>10 ^{2*}	1, 119
Серебро	20	0,00—0,01	63, 119
Тантал	20—кип.	0,000	39, 119, 177
Титан	60—100 200	<0,005 0,007	105 105, 159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—80	В	63, 163
Полипропилен	20—60	В	163
Полиизобутилен	20—40 60—100	В О	194 194
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20	С	163
Поливинилхлорид	20—40 60	В О	58, 63, 102 58, 102
Фторопласт-4	20—кип.	В	63
Фторопласт-3	20—60	В	159, 170
Асбовинил	20 40	В О	12, 122 12
Пентапласт	До 105	В	102
Полиамиды	20	Н	36, 173, 177
Поликарбонаты	20	С	102, 140
Полиарилаты	20	Х	102
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	В	125
фаолит	20—кип.	В	40, 58, 159
Замázky арзамит	20—кип.	В	63, 73, 122
Смолы			
полиэфирные	20	Х — Н	125, 146, 177
фурановые	20—60	В	140

Примечания. ^{1*} В 1%-ном растворе.^{2*} В 3,5%-ном растворе скорость коррозии 0,05 мм/год [63].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	63, 159
Битумные материалы	20	С	63, 146
	60	О	146
Перхлорвиниловые лаки	20	В	63
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	С — Н	36, 43, 63
	70	Н	58, 129
СКС	20	С	129, 163, 170
	50	Н	63, 170
бутилкаучука	20—60	В ^{1*}	45, 58, 63
полисульфидного	20—60	Н	63, 77
силоксанового	20	Н	63
уретанового	20	Н	177
хлоропренового	20	С	72, 146, 176
	70	О	63, 73
фторкаучука	70	Н	177
ХСПЭ	20	Х	163, 177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	63
Стекло, ситаллы, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	58, 63, 85
Керамика, фарфор	20—кип.	В	58, 63
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{2*}	63
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	О	63, 159
Антегмит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	63, 177

Кислота муравьиная HCO₂H (водные растворы; концентрация 20—50%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,63—0,74 ^{3*}	20
	50—100	>10	20

Примечания. 1* По данным [129] стойкость ниже.

2* Гидравлический цемент нестойк.

3* По данным [63, 159] нестойки и не применимы.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
легированные типа			
X13	20	< 0,1	63
	20	5,6—5,7	20
	100	> 10	11, 20
X17	20	0,00	1, 20
X17, X25, X28	20	3—10	119
	Кип.	> 10	20, 119
X21H5T	20—70	0,00	20
	140	> 10	20
X18H10T	20—70	0,00	20
	Кип.	> 10	63
X21H5T, X18H10T	Кип.	3—10	11, 119
X17H13M2T	20—90	От < 0,1 до 1,0	11, 58, 63
	20—100	0,00	20
	Кип.	0,1—1,0	58
0X23H28M3Д3T	35	< 0,005	63
	60	0,4—0,7	63
	Кип.	0,1—1,0	119
<i>Чугуны</i>			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20—70	< 0,1	6, 58
	100	0,1—1,0	6, 58
Алюминий	20	0,04—0,14	20, 58, 119
	60—100	> 10	159
Медь	20	< 0,1	159
	Кип.	0,18—0,37	58
<i>Бронзы</i>			
алюминиевые	30	0,08	6, 58, 63
	60—100	0,58—1,3	58, 63
оловянистые	20	> 10	159
Латунь	20	< 0,1	159
	80	0,66	63
Никель	20	< 1,0	63, 119
	100	< 3,0	63, 119
Монель-металл	20	0,075	63, 165
	60—кип.	0,58—0,75	63, 165
<i>Сплавы типа</i>			
H70M27Ф	20—кип.	От < 0,075 до < 0,1	10, 119, 165
		< 0,1	
H55X15M16B	20—кип.	< 0,1	10, 119
Свинец	20	> 10	58, 119
Серебро	20	< 0,1	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Тантал	20—кип.	< 0,001	63, 177
Титан	80—95 Кип.	0,0018—0,01 1,2—5,08	63 53, 58, 63
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	63, 140
Полипропилен	20—60	В	140, 163
Полиизобутилен	20—60	В	73, 193
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20 60	В О	102, 140 102, 140
Повинилхлорид	20—40 60	С О	58, 63, 102 58, 83, 102
Фторопласт-4	20—кип.	В	58, 63
Фторопласт-3	20—60	В	140, 170
Асбонинил	20 40	С О	58, 63 63
Пентапласт	До 105	В	102, 163, 177
Полиамиды	20	Н ^{1*}	173
Поликарбонаты	20	Н	177
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	В	125
фаолит	20—100	В	40, 58, 63
текстолит	20	О	63
Замазки арзамит	20—кип.	В	58, 63
Смоли			
полнэфирные	20 60	Х ^{2*} Н	163 186
фурановые	20—60	В	159
эпоксидные	20—60	В	140
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20 60	С ^{3*} Н	63 187
Перхлорвиниловые лаки	20	В	73

Примечания. 1* По данным [140] вполне стойки в 50%-ной кислоте.
2* Стеклопластики нестойки [125].
3* Битумнополи в растворах до 60%-ной концентрации.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20 60	С Н	43, 63, 163 58, 63, 129
СКН	20—50	С—О	63, 129, 193
бутилкаучука	20—75	С	45, 63, 129
уретанового	20	Н	177
хлоропренового	20—70	С—Н	68, 77, 140
фторкаучука	70	Н	177
ХСПЭ	20	Х	163
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	63
Стекло, ситаллы, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	58, 63, 85
Керамика, фарфор	20—кип.	В	58, 63
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	58, 63, 122
<i>Прочие материалы</i>			
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	63, 102, 177

Кислота муравьиная НСО₂Н
(концентрация 90—100%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	73, 146
легированные типа Х13	20—40 40—кип.	От < 1,0 до 3,0 > 10 ^{2*}	11, 119 10, 20, 119
Х17, Х25, Х28	20 60	0,1—1,0 1,0—3,0	11, 119 119
Х25, Х28	60	0,1—3,0 ^{2*}	119
Х21Н5Т	Кип.	3—10	119
Х21Н5Т	140	> 10 ^{3*}	20
Х17Н13М2Т	20—60	< 0,1	11, 56, 119
Х18Н10Т	20	< 0,1	119
	Кип.	1—10	10, 119

Примечания. 1* Гидравлический и поргидравдцементы нестойки.
2* В 100%-ной кислоте скорость коррозии меньше, чем в растворах.
3* В 85%-ной кислоте.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа			
X17H13M2T	140	1,25—1,75 ^{1*}	20
0X23H28M3Д3Т	35—60	0,03—0,44	63
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3Т	Кип.	0,1—1,0	10, 63, 119
Чугуны			
серые	20	> 10	159
кремнистые	20—100	< 0,1	58, 63
Алюминий	Кип.	0,02 ^{2*}	6
Медь	20—100	0,1—1,0	53, 159
	Кип.	0,507 ^{1*}	6
Бронзы			
алюминиевые	20	0,25	58
	100	0,33	58
оловянистые	Не применимы		
Латунь	20	От < 0,1 до 1,0	159
Никель	20—60	0,1—1,0	159
	100	0,45 ^{1*}	53
Моноль-металл	20—100	0,25—0,33	53, 63
Сплавы типа			
H70M27Ф	20	< 0,075	165
H70M27Ф, H55X15M16B	Кип.	< 0,1	10, 119
Свинец	20	> 10 ^{3*}	58
Серебро	20	0,000 ^{4*}	119
Тантал	20—100	0,000	119
Титан	20—60	< 0,005	
	Кип.	0,0012	
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 140, 177
Полипропилен	20—60	В	140, 163, 177
Полиизобутилен	20—60	О	36, 58, 177

Примечания. 1* В 85%-ной кислоте.

2* Данные только для 100%-ной кислоты, в растворах алюминий растворяется.

3* В растворах нестойк, но в концентрированной 95%-ной кислоте скорость коррозии при 20 °С по данным [159] 0,007 мм/год.

4* В отсутствие кислорода.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20	Х	102, 140
	50	Н	102
Полиметилметакрилат	20—60	Н	140
Поливинилхлорид	20	С	58, 83, 102
	60	Н	58, 83, 102
Фторопласт-4	20—кип.	В	58, 63
Фторопласт-3	20—60	В	140
Пентапласт	До 105	В ^{1*}	163, 177
Полиамиды	20	Н	173
Поликарбонаты	20	Н	102
Полиарилаты	20	Н	102
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	В	125
фаолит	20	В	159
Замязки арзамит	20—120	В	58, 63
Смоли			
фурановые	25—120	С	36, 125, 140
эпоксидные	20	Х	36, 125
	60—95	О	36, 125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	63, 140, 159
Битумные материалы	20—60	Н	159, 187
Перхлорвиниловые лаки и эмали	20	О	129
	60	Н	129
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН	20	О	129
	60	Н	129
СКН	20	С	129
	60	О	129
бутилкаучука	20—70	В	129, 170
силоксанового	20	С	129
	60	О	129
уретанового	20	Н	177
хлоропренового	20	С	129, 140
	60	О	129
ХСПЭ	20	С	129
	70	Н	63

Примечание. 1* До 90%-ной концентрации.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	63, 159
Стекло, ситаллы, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	58, 63, 85
Керамика, фарфор	20—кип.	В	58, 63
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Антегмит	20—кип.	В	102
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	6, 63

Кислота оленновая $C_{17}H_{33}CO_2H$
(т. п.л. 16 °С; т. кип. 268 °С при 100 мм рт. ст.)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	95	0,75	63
	130	0,051	63
	200	> 10	185
легированные типа			
X13, X17	200	> 10	63, 119
X17	100	< 0,1	11
	300	3—10	33, 119
X25, X28	200	3—10	63, 119
	300	1,0—3,0	119
X13, X17, X25, X28	150	0,1—1,0	63, 119
X21H5T	100	0,004	20
	200	< 0,1	11, 63, 119
X18H10T	150	< 0,1	11, 63, 119
	200	0,1—1,0	11, 63, 119
	300	1,0—3,0	63, 119
X17H13M2T	150—200	< 0,1	11, 63, 119
	300	0,1—1,0	63, 119
0X23H28M3Д3Т	200—300	< 0,1	63, 119
Чугуны кремнистые			
	20	0,0076	63
	20—кип.	< 0,1	6
Алюминий	100—130	От < 0,003 до 0,005	63, 119

Примечание. 1* Серный и портландцементы при повышенной (выше 60 °С) температуре нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Медь	20	< 0,1	159
	130	1,2	63, 119
	300	> 10	159
Бронзы	20	< 0,1	159
	100—кип.	0,1—1,0	159
Латунь	100—кип.	0,1—1,0	159
Никель	20	< 0,01	63
	100	< 0,1	63
	300	0,1—1,0	63
Монель-металл	20	< 0,01	63
	100	0,075	165
	170	0,18	63
	Кип.	0,1—1,0	159
	20—100	0,1—1,0	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	> 10	159
Свинец	20—100	> 10	159
Серебро	20—300	< 0,1	119, 159
Титан	20	0,005—0,02 ^{1*}	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	63, 191
	60	О—Н	63, 173
Полипропилен	20	В	94, 191
	60—80	О	94, 191
	100	Н	173
Полиизобутилен	20—60	Н	63, 173
Полистирол	20	С	63, 173
	60	О	63, 173
Полиметилметакрилат	20	С	36, 63, 191
	60	Н	187
	20—60	В	63, 102, 140
Поливинилхлорид	20—100	В	63, 140
Фторопласт-4	20—60	В	63, 140
Фторопласт-3	20	В	12, 63
Асбовинил	20—60	В ^{2*}	63, 140, 173
Полиамиды	20	В	140
Поликарбонаты	20	В	140

Примечания. 1* Для разных марок сплавов титана серни «АТ» стойкость различна.

2* По данным [36] нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фенопласты			
стеклопластики	20-95	В	125
фаолит	100	О	63
текстолит	20-50	В	63
Замазки арзамит	20-120	В	63, 176, 187
Смолы			
полиэфирные	20	В	89, 125, 140
фурановые	70-80	О	176, 187
эпоксидные (стеклопластики)	25-120	В	36, 125
	95	О	125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20-100	В	63, 159
Битумные материалы	20-60	О ^{1*}	63, 188
Перхлорвиниловые лаки	20-60	О	54, 63
Резины на основе каучуков			
натурального	20-60	Х - Н ^{2*}	63, 129, 170
СКС	20	С	72, 129, 170
СКН	20-65	В - О ^{2*}	63, 129, 176
бутилкаучука	20-60	С - О ^{2*}	45, 129, 170
полисульфидного	20	О	63
силоксанового	20	О - Н	63, 129
уретанового	20	О	140
хлоропренового	20	О - Н	63, 77, 129
фторкаучука	70	С	129
ХСПЭ	20	О	129
Неорганические материалы			
Стекло, ситаллы, кислотоупорная эмаль	20-100	В	12, 63, 159
Керамика	20-кип.	В	63, 159
Фарфор	20-100	В	63, 159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
Прочие материалы			
Дерево	20-60	В	1, 159
Антермит	20-100	В	63
Графит пропитанный	20-150	В	63, 159, 187

Примечания. ^{1*} Данные для битумнолея; асфальты и каменноугольный лек нестойки.

^{2*} Стойкость зависит от рецептуры резины; эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Кислота пикриновая C ₆ H ₂ OH(NO ₂) ₃ (водные растворы до 1,4% при 20 °С; т. пл. 122,8 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	~ > 10	39, 121
	Расплав	< 0,1	176
легированные типа			
X13, X17	Кип.	> 10	119
X13, X17, X25, X28	20	< 0,1	119
X21H5T, X18H10T	20-кип.	< 0,1	11, 119, 170
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3Т	20-кип.	< 0,1	11, 119, 165
Чугуны			
серые	20	> 10	121
кремнистые	20-100	< 0,1	12, 121
Алюминий	20	> 10 ^{1*}	97, 119
Медь	Расплав	> 10	39, 119
Медь, бронзы	20	> 10	159, 176
Никель	20	> 10	119
Монель-металл	20	0,1-1,0	39, 165
	100	> 10 ^{2*}	176
	Расплав	> 10	176
Сплавы типа Н70М27Ф	20-100	0,1-1,0	159
Свинец	20	> 10	39, 119, 176
	Расплав	> 10	176
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	В	3, 177
	50	О	187
Полиизобутилен	20	Х - Н	121, 170, 176
Полиметилметакрилат	20-60	Н	36, 187
Поливинилхлорид	20-60	С - Н	48, 140, 170
Фторопласт-4	20-100	В	187
Фторопласт-3	20	В	170
Пентапласт	65	В	177

Примечания. ^{1*} По данным [39, 196] скорость коррозии в 3%-ной кислоте ~ 0,11 мм/год, а в расплавах < 0,5 мм/год [176].

^{2*} В 10%-ном растворе скорость коррозии при кипении не превышает 0,75 мм/год [165].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	В	125
фаолит	20	В	36
Замазки арзамит	20—120	В	122, 176, 187
Смолы (стеклопластики)			
полиэфирные	20—65	В	125
фурановые	25—120	В	36, 125
эпоксидные	25—95	В	125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Витумные материалы	20—60	О — Н	186, 187
Перхлорвиниловые лаки	20 60	О Н	187 187
Резины на основе каучуков			
натурального, СКН	20—65	С — О ^{1*}	36, 129, 170
СКС	20—30	С	129
бutilкаучука	20—65	В	129
полисульфидного	20	Н	176
уретанового	20	О	177
хлоропренового	20—65	С	129, 177
фторкаучука	20	С	129, 177
ХСПЭ	20	С	177
Неорганические материалы			
Стекло	20—65	В	125, 177
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	122, 159
Цементы, бетоны, замаски	20—100	В ^{2*}	122, 159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	122, 159
Графит пропитанный	20—150	В	187

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от рецептуры и марки резины.
^{2*} Гидравлический цемент нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Кислота пропионовая $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ (водные растворы)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20 Кип.	0,2—1,58 > 10	4, 5, 20
легированные типа X13 ^{1*}	20 50 100	0,18—0,3 0,7—1,45 3,4—19,9	4, 20 20 20
X17	20—100 20—50 100—140	< 0,001 ^{2*} < 0,005 ^{3*} 0,16—0,7 ^{3*}	20 4, 20, 22 20
X25, X28 X21H5T	Кип. 20—100	< 0,005 0,05—0,07 ^{3*}	4 20
X18H10T	140 45 80 120	0,76 < 0,001 ^{3*} 0,14 5,8	20 4, 22 65 65
X21H5T, X18H10T X17H13M2T	20—100 20—100	0,000 ^{2*} 0,000	20 4, 20
	80 120	0,022 1,4	65 65
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20—кип.	< 0,005 ^{4*}	2, 4, 22
Алюминий	20—45 120 Кип.	0,005 ^{2*} 1,9	4, 22 65
Медь	20 Кип.	От 3,6 до > 10 < 0,1 ^{5*}	4, 6, 119 39, 159, 65
Бронзы	Кип.	1,0—3,3	4
алюминиевые оловянные	20—100 20 50 100	0,1—1,0 ^{5*} 0,04—0,31 ^{1*} 0,26—2,25 ^{1*} 1,14—4,6 ^{1*}	159 20 20 20

Примечания. ^{1*} Колебания стойкости зависят от концентрации кислоты.

^{2*} В растворах до 50%-ной концентрации.

^{3*} В 100%-ной кислоте.

^{4*} По данным [63] стойкость ниже: скорость коррозии при 30 °С — < 0,001, при 60 °С — 0,1, при 120 °С — 1,9 мм/год.

^{5*} В отсутствие кислорода воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Латунь	45	1,4 ^{2*}	4
Никель	20—80	0,1—0,62	65, 159
	120	1,24	65
	250	> 10	119
Монель-металл	20	0,075—0,75	165
Сплавы типа Н55Х15М16В	20	0,1—1,0	159
Свинец	20	0,4—0,99 ^{3*}	6
Титан	200	0,000	65, 105
	220—240	0,012—0,036	65, 105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	С	191
Полипропилен	20	В	173
Полиизобутилен	20	О	36, 65
Полвинилхлорид	40—60	С—О ^{1*}	36, 65
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	Н	36
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, ситаллы, кислотоупорная эмаль	20	В	65, 159
Керамика	20—кип.	В	65, 159
Фарфор	20	В	65, 159
Цементы, бетоны, замазки	20	Н	64
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	≤ 120	С	65

Примечания. 1* Колебания стойкости зависят от концентрации кислоты.

2* В 100%-ной кислоте.

3* В растворах до 7,5%, в более концентрированной кислоте нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Кислота салициловая НОС₆Н₄СО₂Н (т. пл. 159 °С; при 211 °С; возг. растворимость плохая)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	> 10	1, 39
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—80	< 0,005	82
	Кип.	0,008—0,02	82
X18H10T	20—кип.	< 0,004	82
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20—80	< 0,1	1, 119, 165
Чугуны серые	20	0,1—1,0	159
Алюминий	20	0,13	1
	80	0,06—0,17 ^{1*}	1, 39, 196
Медь, бронзы	20	0,1—1,0 ^{2*}	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	39, 119, 159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159, 176
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20	В	170
Полистирол	20	В	173
	50	Х	173
Полвинилхлорид	20—60	В	36, 140
Фторопласты	20	В	159, 170
Полиамиды	20	В	173
Фенопласты	20	В	159
Замазки арзамит	20	В	122, 159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	65	В	178

Примечания. 1* В насыщенном растворе скорость коррозии максимальна, в 1%-ной кислоте минимальна.

2* В отсутствие кислорода воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального	20—65	В	129
СКС, СКН	20—65	С	36, 129
бутилкаучука	20—65	В	129
силоксанового	20—65	С	129
хлоропренового	20—65	С	129
ХСПЭ	20—65	С	129
Неорганические материалы			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	122, 159
Керамика, фарфор	20	В	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	122, 159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	122, 159
Антегмит	20	В	121

Кислота стеариновая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$
(т. пл. 70 °С; т. кип. 291 °С при 100 мм рт. ст.)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	130	0,068	39
	100—160	1,3—4,1	20
	340	> 10	20
легированные типа X13	80—100	< 0,1	1
	100—160	0,0—0,05 ^{1*}	20
X17	300	3,9 ^{1*}	20
	100—160	0,000	20
	340	4,83	20
X25, X28	80—100	< 0,1	119
	300	1,0—3,0	119
X21H5T	340	0,33	20
	340—370	0,04—0,07 ^{1*}	20
X18H10T	370	0,05	20
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	100—260	0,000	20
OX23H28M3D3T	20—300	< 0,1	119

Примечание. ^{1*} По данным [119] скорость коррозии больше.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	100—130	0,03—0,06	20, 119
	220	0,11	20
	Кип.	От 0,0 до > 10 ^{1*}	39, 119
Медь ^{2*}	20	< 0,1	159
	130	0,29	39, 119
Бронзы ^{2*}	20	< 0,1	39, 159
	100	1,0—3,0	159
Никель	20	0,1	159
	130	0,0045	119
Монель-металл	20	< 0,1	159
	170	0,26	39
	300	≤ 0,75	165
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,075	165
	100	< 0,1	159
	20	< 0,075	165
Н55Х15М16В	20	< 0,075	165
	20—кип.	От 0,1 до > 10	176, 180
Свинец	100—180	< 0,1	119
Серебро	180—370	0,000	20, 39, 105
Титан			
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В — Н	36, 63, 191
	20	С	163, 191
	60	О	191
Полипропилен	60—100	Н	36, 63, 177
	20—60	С	63, 177
Полиизобутилен	20—60	С	63, 191
	20—60	В	63, 102
Полистирол	20—60	В	187
Полиметилметакрилат	20—60	В	140, 187
Поливинилхлорид	До 120	В	163
Фторопласт-4	20—60	В	140
Фторопласт-3	20—60	В	
Пентапласт	20—60	В	
Полиамиды	20—60	В	
Фенопласты	25—95	В	125
	20—60	В	36, 63
стеклопластики	20—120	С	176, 187
фаолит			
Замазки арзамит			
Смолы	80—100	О	142, 176, 187
	25—120	В	36, 125
	20—100	В	125, 176, 187

Примечания. ^{1*} При кипении в чистой кислоте не корродирует, в безводной не применим.

^{2*} Данные скорости коррозии в отсутствие кислорода воздуха.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Витумные материалы	20—60	С—Н	186, 187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—60	Х—Н	36, 170, 176
бутилкаучука	20—60	С	70, 170, 176
уретанового	20	С	36
хлоропренового	20 70	О—Н О	3, 140 36, 70, 187
Неорганические материалы			
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—150	В	54
Керамика	20—кип.	В	54
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159
Прочие материалы			
Антемит	20—60	В	63
Графит пропитанный	20—180	В	63, 159
Уголь	20—кип.	В	159

Кислота уксусная $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ (водные растворы; концентрация до 80%)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	От 0,18 до > 2,0 ^{2*}	20, 63, 159
	50		
легированные типа X13	Кип.	1,95—3,08	39
	20	< 0,1	6
X17	75—кип.	От 3,0 до > 10	11, 63, 119
	20—70		
X25, X28	Кип.	От 1,0 до > 10 ^{3*}	6, 11
	Кип.		

Примечания. 1* Гидравлический цемент нестойк.

2* Скорость коррозии возрастает с увеличением концентрации кислоты, особенно резко при контакте с воздухом.

3* Наиболее агрессивная кислота средних (40—60%) концентраций.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X21H5T	20	0,00—0,0004	20, 53
	100	0,00—0,01	20, 53
	20	0,00—0,025	20, 53
	100—кип.	0,00—0,6	6, 20, 53
	20—70	От 0,00 до < 0,05	20, 53
X18H10T	Кип.	От 0,00 до 0,3	11, 20, 53
X17H13M2T	20—кип.	От 0,00 до < 0,1	20, 53, 63
OX23H28M3ДЗТ			
Чугуны			
серые	20—кип.	От 6,0 до > 10	6, 63, 73
	20	< 0,1	6, 63
кремнистые	Кип.	0,1—1,0	6, 63
	20	< 0,05	20, 63
Алюминий			
	50—70	0,1—0,71	20, 63
	Кип.	5,0—10	6, 63
Медь			
	20—40	От < 0,1 до 0,5 ^{1*}	6, 39, 63
	Кип.	1,2—6,2	39, 63
Бронзы			
алюминиевые	20—40	От < 0,2 до 0,5	6, 63
	Кип.	0,1—1,0 ^{2*}	6, 63, 159
оловянистые	20—40	0,07—0,16	39, 63
	100—115	От < 1,5 до < 2,5	4
Латунь			
	20	От 1,0 до > 3,0 ^{3*}	159
	Кип.	2,84—3,6 ^{4*}	6
Никель			
	20	0,02—0,46	166
	Кип.	До 0,02	53
Монель-металл			
Сплавы типа Н70М27Ф	Кип.	От < 0,16 до 0,62	39, 53, 63
	20—кип.	< 0,1	63, 119, 165
Н55Х15М16В	20—кип.	< 0,005	53
	20	0,5—0,72	6, 63
Свинец	20—40	≤ 0,007	6, 39
Серебро	100—кип.	< 0,1	73, 119
Тантал	20—кип.	< 0,1	159
Титан	20—кип.	0,00—0,008	6, 105

Примечания. 1* В присутствии кислорода воздуха скорость коррозии возрастает.

2* В 90%-ной кислоте скорость коррозии 4,46 мм/год [6].

3* Скорость коррозии возрастает с увеличением концентрации кислоты, особенно резко при контакте с воздухом.

4* По данным [73] латунь разрушается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	63
Полипропилен	20—80	В	63, 94
Полиизобутилен	20—40	В	43, 63
Полистирол	60—100	С — Н ^{1*}	43, 63
	20	В — Х ^{1*}	63, 102, 177
Полиметилметакрилат	50—100	Х — Н ^{1*}	63, 173
	20—60	В — Н	36, 63, 140
Поливинилхлорид	20	В	63, 102
	40—60	Х — О ^{1*}	43, 63, 102
Фторопласты	20—100	В	36, 63, 111
Полиформальдегид ^{2*}	20	В	102
	70	Х	159
	20	В	135
Асбовинил	20	В	29, 63, 177
Пентапласт	20 — кип.	В	63, 140, 173
Полиамиды	20—60	В — Н	140, 177
Поликарбонаты	20—60	В — Н ^{1*}	102
Полиарилаты	20	Х — О ^{2*}	
<i>Фенопласты</i>			
стеклопластики	20—95	С	125, 191
фаолит	20—100	В	122, 159
текстолит	20	В	43, 122
Замаски арзамит	20 — кип.	В	43, 63, 102
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20	В — О ^{1*}	140, 163
фурановые	70—100	В — Н ^{1*}	163, 177
	20—120	С	63, 125, 140
эпоксидные	20	В — Н ^{1*}	35, 110, 191
	До 95	В ^{3*}	63, 125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	63, 140
Битумные материалы	20—60	С	63, 86
Перхлорвиниловые лаки	20	В	86
	60	Н	187
	20—40	С — Н ^{1*}	16, 91

Примечания. ^{1*} При увеличении концентрации кислоты стойкость понижается.

^{2*} В растворах до 10%-ной концентрации.

^{3*} Стеклопластики в 5—10%-ных растворах.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	О	17, 63, 129
СКС, СКН	20—60	О — Н ^{1*}	63, 129
бутилкаучука	20—60	В	34, 163
	100	Н	181
	20—60	С — Н ^{1*}	63, 77
полисульфидного	20	О — Н ^{1*}	63, 77
силоксанового	20	Н	177
уретанового	20	С — Н ^{1*}	73, 77, 177
хлоропренового	20—60	Н	177
фторкаучука	20	Х ^{2*}	129, 177
ХСПЭ	20—50		
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20 — кип.	В	122, 159
Каменное литье	100 — кип.	В — О	137
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	63, 85
	20—100	В	28, 63, 85
Ситаллы, шликоситаллы	20—100	В	63, 122
Керамика, фарфор	20 — кип.	В ^{3*}	63, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100		
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В — Х ^{1*}	197
Ангегмит	20—100	В	63, 102
Графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	31, 43, 63
Кислота уксусная CH ₃ CO ₂ H (98—100% и ледяная; т. пл. 16,6 °С; т. кип. 118,1 °С)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	1,0—3,0	20, 165
	25 — кип.	> 10	6, 146, 176
<i>легированные типа</i>			
X13	20—75	1,0—3,0	10, 11
	80 — кип.	> 10	10, 11
X17	20—75	< 0,1	10, 11
	100	1,0—3,0	10, 11
	Кип.	От 3,0 до > 10	10, 11

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от рецептуры резины.

^{2*} В растворах до 30%-ной концентрации.

^{3*} Гидравлический и портландцементы нестойки.

^{4*} При увеличении концентрации кислоты стойкость понижается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X25, X28	20	< 0,001	6
	Кип.	< 0,010	6
X21H5T	100	0,009	20
X18H10T	75—90	< 0,1	10, 11
	Кип.	< 1,0	73
X21H5T, X1810T	20	< 0,001	20
X17H13M2T	20—100	< 0,001	20
	Кип.	От 0,006 до < 0,1	63
0X23H28M3Д3T	20 — кип.	< 0,0001	6
Чугуны			
серые	20	< 0,1	80
	Кип.	≥ 6,0	6, 73
кремнистые	20	< 0,1	6, 63
	Кип.	< 1,0	63
Алюминий	20	< 0,06	6
	Кип.	0,17 ^{1*}	39, 63, 196
Медь	20	0,15—0,19	6, 63
	Кип.	4,2—7,1	6, 63
Бронзы			
алюминиевые	20—40	0,15—0,39	63
	Кип.	2,17	6
оловянные	20—40	0,1—0,53	6, 63, 159
	80	1,74	39
	Кип.	> 3,0	159
Латунь	80	2,49	39, 63
	Кип.	> 3,0	159
Никель	20—100	0,22	166
	100	< 10	73
Монель-металл	20 — кип.	От < 0,1 до 1,0 ^{2*}	159
	40 — кип.	0,07—0,62	63
Сплавы типа			
И170М27Ф	20 — кип.	< 0,1	63, 119
Н55Х15М16В	20 — кип.	< 0,1	11, 119
Свинец	20	2,13 ^{2*}	63
	Кип.	6,0	6, 63
Серебро	20—40	< 0,01	6, 63
	Кип.	< 0,1	159
Тантал	20—100	0,000	56
Титан	20 — кип.	< 0,001	6, 105
	200	0,5	63, 105

Примечания. 1* В 100%-ной кислоте не применим.
2* В присутствии кислорода воздуха коррозия усиливается.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В — Н	63, 140
Полипропилен	20—60	В	94, 191
Полиизобутилен	20	С	36, 43, 63
	60	Н	43
Полистирол	20—60	Н	63, 102
Полиметилметакрилат	20—60	Н	63, 140, 191
Фторопласты	20 — кип.	В	36, 63, 111
Асбовинил	20	С	63, 135
	100	Н	63
Пентапласт	До 120	С	29, 163, 177
Полиамиды	20—60	Н	173
Поликарбонаты	20—60	Н	140
Полиарилаты	20	О — Н ^{1*}	102
Фенопласты			
стеклопластики	25	С	125
	95	О	125
фаолит	20—60	В — О	36, 63, 122
текстолит	20	В	122
Замазки арзамит	20—100	В	63, 135
Смоли			
полиэфирные	20	Н	63, 89, 140
фурановые	25—120	С	125
эпоксидные	20	В — Н ^{1*}	35, 63, 140
	60	Н	36
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	О — Н	63, 86
Битумные материалы	20—60	Н	86, 146, 187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	Н	121, 187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС,	20—60	Н ^{2*}	99, 129
СКН			
бутилкаучука	20—60	С — О ^{3*}	34, 45, 63
полисульфидного	20	О	77

Примечания. 1* Стойкость зависит от марки и (для эпоксидной смолы) от состава композиции.

2* Эбониты натурального каучука применимы до 65 °С.

3* В зависимости от состава резины: ИРП-1296 относительно стойка до 70 °С [34, 63], наполненная титановыми белками — до 90 °С. Хлоропреновая резина ИРП-1258 относительно стойка, ИРП-1259 стойка [34, 63].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
силоксанового	20—60	С ^{1*}	77, 129
уретанового	20	Н	129
хлоропренового	20—60	С—О ^{2*}	34, 63, 129
фторкаучука	20	Н	129
ХСПЭ	20—60	О—Н	106, 129
этиленпропиленового	20	Н	52
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20 — кип.	В	63
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	63, 73
Ситаллы	20—90	В	28, 63
Керамика, фарфор	20 — кип.	В	63
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{3*}	63, 73, 193
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	122
Антрацит	20	В	63, 102, 122
Графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	63

Кислоты уксусной ангидрид (СН₃СO)₂O
(т. пл. — 73,1 °С; т. кип. 140 °С; водные растворы)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	От < 1,0 до 3,0	65, 159
	50—100	> 10	159
легированные типа			
X13	20—80	От < 0,1 до 1,0	11, 119
	Кип.	> 10	119
X17	Кип.	3—10	119
X25, X28	20	< 0,001	8
	Кип.	1,0—3,0	119
X17, X25, X28	20—80	< 0,1	11, 119
X21H5T	Кип.	0,03	8

Примечания. ^{1*} Только в 100%-ной кислоте.

^{2*} В зависимости от состава резины: ИРП-1266 относительно стойка до 70 °С [34, 63], наполненная титановыми белками — до 90 °С. Хлоропреновая резина ИРП-1258 относительно стойка, ИРП-1259 стойка [34, 63].

^{3*} Гидравлической, серый и порландцементы нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа			
X18H10T	80 — кип.	От < 0,1 до 0,6	11, 119, 165
X17H13M2T	80 — кип.	< 0,1	11, 119, 165
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20	От < 0,001 до 0,002	8
OX23H28M3D3T	20	0,0025	8
Чугуны			
серые	25	0,72	8
	Кип.	3,95	8
кремнистые	25	0,16 ^{1*}	6, 39
	Кип.	3,75 ^{1*}	6, 39, 65
Алюминий ^{2*}	25	0,005	39, 65, 119
	60	0,12	39
Медь	25	0,06	6, 39, 119
	75	1,16	6, 39, 119
Бронзы, латунь	20 — кип.	От < 0,1 до > 10 ^{3*}	159
Никель, монель-металл	20 — кип.	< 0,1	39, 159
Сплавы титана			
H70M27Ф	20 — кип.	< 0,075	165
H55X15M16B	20 — кип.	< 0,075	165
Свинец	20	> 10	159, 176
Серебро	20 — кип.	< 0,1	65, 119
Тантал	25 — кип.	0,000	56
Титан	20—130	< 0,01	65, 119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	С—О	65, 173, 191
Полипропилен	20	В	173, 191
Полиизобутилен	20—60	С—О	65, 173
Полистирол	20	Н	65, 159
Полиметилметакрилат	20—60	Н	65, 140, 191
Поливинилхлорид	20—60	Н	65, 102, 140
Фторопласт-4	20 — кип.	В	177

Примечания. ^{1*} В смеси с ледяной уксусной кислотой.

^{2*} В парах чистого ангидрида по данным [39, 119] алюминий применим до 300 °С, в растворах коррозия резко увеличивается до 3,0 мм/год по данным [159].

^{3*} Скорость коррозии зависит от наличия кислорода воздуха и от концентрации растворов ангидрида.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласт-3	20—60	В	65
Асбовинил	20	В	65
Пентапласт	До 65	С	177
Полиамиды	20	Н	159
Фенопласты			
фаолит	20—100	В	65
текстолит	20	В	65
Замазки арзамит	20—100	В	43, 65
Смолы			
полиэфирные	20	В—Н	140, 154, 193
эпоксидные	60	Н	193
	20	Н	65
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	140, 159
Битумные материалы	20—60	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	С ^{1*}	34, 45, 129
СКС	20	С	129
СКН	20	С—Н	129, 177, 181
бутилкаучука	20—50	В	34, 129
	70	С—О ^{2*}	129
силоксанового	20	С	129
хлоропренового	20—50	В ^{3*}	34, 129, 177
фторкаучука	20	Н	129, 177
ХСПЭ	20	С—Н	3, 129, 177
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, ситаллы, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	65, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	65, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{4*}	54, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Антегмит	20—100	В	65
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	65, 159

Примечания. ^{1*} При повышенных температурах стойки только эбониты.

^{2*} Стойкость колеблется в зависимости от вида наполнителя [129].

^{3*} По данным [128] в 10%-ном растворе при 27 °С относительно стойки.

^{4*} Стойкость зависит от сорта и марки вяжущего.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Кислота фталевая C ₆ H ₄ (CO ₂ H) ₂ (т. пл. 191 °С, разл.)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	121, 185
легированные типа			
X13	20	> 10 ^{1*}	39, 119
X17	20	3—10 ^{1*}	119
X18H10T	20	< 0,1	39, 119
	Кип.	2,5—4,0	53
	220—288	0,1—1,0 ^{2*}	192
X17H13M2T	220—288	0,1 ^{2*}	192
Чугуны			
серые	20	> 10	121
кремнистые	20	0,005—0,01	53, 121
Алюминий	20—80	0,1—0,15	53, 121
Медь	20	0,1—1,0	121
	220—288	2,8 ^{2*}	192
Никель	20	0,05—0,1	121
	220—288	1,8 ^{2*}	192
Монель-металл	220—288	1,12 ^{2*}	192
Сплавы типа Н70М27Ф	220—288	0,71 ^{2*}	192
Свинец	20	0,1—0,5	121
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	С—Н	36, 173, 191
Полиизобутилен	20	Н	36, 122, 186
Полистирол	20—50	В	173
Поливинилхлорид	20	О—Н	36, 122
Асбовинил	20	В	121
Полиамиды	20	Х	173
Фенопласты	20	О	159
Текстолит	20	С	36, 121
Замазки арзамит	20	С	159

Примечания. ^{1*} По данным [121] скорость коррозии 0,1—0,5 мм/год.

^{2*} В парах фталевой кислоты и ее ангидрида.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	О	159
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20	С	121
Резины на основе каучуков натурального, СКС			
	20	О	36
Неорганические материалы			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	122
Керамика, фарфор	20	В	122
Цементы, бетоны, замазки	20	В	121, 159
Прочие материалы			
Дерево	20	Н	122
Антегмит	20	Н	122

Кислоты хлоруксусные $\text{CH}_2\text{ClCO}_2\text{H}$ и $\text{CCl}_3\text{CO}_2\text{H}$
(водные растворы)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—100	> 10	180
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	> 10 ^{1*}	11, 39, 119
X21H5T	20	> 10 ^{1*}	10, 56
X18H10T	20—кип.	От < 0,1 до 10 ^{1*}	1, 56
X17H13M2T	20	> 10 ^{1*}	56
0X23H28M3Д3T	20	От 3 до > 10	11, 56
Чугуны			
серые	20—100	> 10 ^{2*}	159
кремнистые	20	0,05—0,1	121
Алюминий	20	> 10 ^{3*}	53, 180
Медь, бронзы	20—кип.	От 0,1 до > 10 ^{3*}	53, 159
Латунь	20	От 0,1 до > 10 ^{1*}	53, 159

Примечания. ^{1*} Данные для монохлоруксусной кислоты, в трихлоруксусной кислоте скорость коррозии < 0,1 мм/год [1, 39, 65].

^{2*} Продолжительность работы оборудования из чугуна в процессе получения хлоруксусной кислоты — три года.

^{3*} Коррозия усиливается в присутствии кислорода воздуха и при нагревании, достигая при 100°С 6,5 мм/год. Растворы трихлоруксусной кислоты более агрессивны, чем монохлоруксусной.

^{4*} Стойка только при комнатной температуре в отсутствие воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель	20—100	0,1—1,0	53, 159
Монель-металл	20	От < 0,1 до 1,0	159, 165
	100	> 10	159
Сплавы типа Н70М27Ф			
	20—60	0,1—1,0	65, 159
	100	1,0—3,0	65, 159
Н55Х15М16В			
	20—25	От < 0,5 до < 0,1	10, 180
	Кип.	1,0—3,0	159
Свинец	20—100	> 10	53
Серебро	20—кип.	< 0,1	65
Тантал	20—100	< 0,1	65
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В — Н	102, 173, 191
Полипропилен	20—60	В	173, 191
Полиизобутилен	20—40	В	36, 43, 173
	70	О	36
Полистирол	20—50	Х — Н	159, 173
Полиметилметакрилат	20	Н	36, 65, 140
Поливинилхлорид	20—40	В	102
	60	О	102
Фторопласт-4	20—100	В	36
Фторопласт-3	20—60	В	36
Пентапласт	20—105	С	65
Полиамиды	20—40	Н	36, 173
Фенопласты	100	С	36
Стеклопластики	25—95	В	125
Замазки арзамит	20—100	В	1, 43
Смолы (стеклопластики)			
полиэфирные	20	С — Н ^{1*}	125
фурановые	25—120	В	36, 125
эпоксидные	20—100	В	125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	65, 193
Битумные материалы	20	С — Н ^{2*}	65, 193

Примечания. ^{1*} В зависимости от вида и концентрации кислоты: в 10%-ной монохлоруксусной — стойки, в трихлоруксусной — нестойки.

^{2*} В разбавленных 10%-ных растворах некоторые сорта битумных мастик стойки при 20°С.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Перхлорвиниловые лаки	20	О	187
	60	Н	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	Н ^{1*}	36, 129, 170
СКС	20—30	Н	36, 173
СКН	20—30	О—Н	65, 129, 176
бутилкаучука	20—30	С	129
хлоропренового	20	С	129, 193
	60	О	129, 193
фторкаучука	70	О	65
ХСПЭ	30	С	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	1, 65, 159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	12, 65, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{2*}	1, 193
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	С	65, 121
Антегмит, графит пропитанный	20—кип.	В ^{3*}	31, 102

Кислота щавелевая $\text{CO}_2\text{H}-\text{CO}_2\text{H}$
(растворимость в воде при 20 °С 8,7%)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	0,41	39, 57, 73
	20	>10	146, 176, 185
легированные типа Х13	20	1,0—3,0	11, 119
	50	3—10	11, 119
	75—кип.	>10	11, 119
	Х17, Х25, Х28	20	0,1—1,0
	75—кип.	>10	11, 119

Примечания. ^{1*} Эбониты вполне стойки [129, 153].

^{2*} Несюрок гидравлический цемент, серый и портяндцементы относительно стойки.

^{3*} В концентрированной монохлоруксусной кислоте нестойки [34].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
легированные типа Х21Н5Т	20—100	<0,01 ^{1*}	11, 20, 119
	85—кип.	1,0—10 ^{2*}	11, 119
Х18Н10Т	20—60	От <0,1 до 1,0	11, 119, 165
	70—85	3—10 ^{3*}	11, 33, 119
Х17Н13М2Т	Кип.	>10	33, 119
	20—50	<0,1 ^{1*}	11, 119, 165
0Х23Н28М3Д3Т	85—кип.	От 1,0 до >10 ^{2*}	11, 56, 165
	20	<0,1	11, 56
	Кип.	0,1—1,0	11, 56
<i>Чугуны</i>			
серые	20	>10	121
	20	<0,1	39, 73, 121
кремнистые	100	0,1—1,0	39, 73
	20	0,05—0,112 ^{1*}	39, 119
Алюминий	80	До 1,49 ^{1*}	39, 73, 119
	20	0,5—1,0	121, 146
Медь	20	<0,1	159
	20	0,1—1,0	159
Бронзы	100	<0,1	39, 73, 119
	20	<0,1	159
Никель	100	0,1—1,0	39, 73
	20	<0,01	146, 159
Монель-металл	20	<0,01	11, 119
	60—100	0,1—1,0	146, 159
Сплавы типа Н70М27Ф, Н55Х15М16В	20—кип.	<0,1	11, 119
	20	>10	39, 119
Свинец	20	0,000	39, 119
	96	<0,003	196
Тантал	35	<0,13 ^{1*}	39
	60	>1,3 ^{1*}	39
Титан	100	>10	73
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140, 191
	100	Н	173
Полиэтилен ВД	20	В	173, 191
	60	О	173, 191

Примечания. ^{1*} При концентрации кислоты не более 10%.

^{2*} При повышении концентрации кислоты скорость коррозии увеличивается.

^{3*} При концентрации кислоты не более 30%.

^{4*} В условиях интенсивной аэрации, при 60 °С—в неаэрируемой кислоте.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиизобутилен	20—100	В	36, 173
Полистирол	20—50	В	173
Полиметилметакрилат	20—60	В	36, 163
Фторопласт-4	20—100	В	140
Фторопласт-3	20—60	В	140, 170
Асбовинил	20	В	43, 122
	40	О	43, 135
Пентапласт	До 105	В	163
Полнамида	20	В — Н ^{1*}	36, 140, 173
Поликарбонаты	20	В	140
Фенопласты			
стеклопластик	25—95	В	125
фаолит	20—100	В	36, 122
текстолит	20—60	В	54, 122
Замазки арзамит	20—120	В	122, 187
Смоли			
полиэфирные	20—60	В	89, 125, 163
	100	Х	163
фурановые	20—120	В	36, 125, 140
эпоксидные	20—100	С — Н	125, 140, 187
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	73
Битумные материалы	20—65	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	73, 187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20—60	В — Х ^{2*}	36, 43, 129
бутилкаучука	20—80	В	45, 129
силоксанового	До 65	С	129
уретанового	20—60	Н	129, 140
хлоропренового	20—95	В	129, 163
фторкаучука	20—70	В	129
ХСПЭ	65	В	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—кип.	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	73, 85, 146

Примечания. ^{1*} В зависимости от марки полнамида и концентрации кислоты.

^{2*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика	20—100	В	73, 159
Фарфор	20—кип.	В	73
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В	73, 146
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	С — Н ^{1*}	73, 159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	31, 43, 102
Кислота яблочная $\text{CO}_2\text{HCH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ (т. пл. 99—100 °С; водные растворы)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	1
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	< 0,1	12, 56, 119
	50—100	> 10	1, 56, 119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	1, 11, 39, 56
Алюминий	20	0,000	1, 39, 119
Никель	100	0,17 ^{2*}	1, 39, 119
Монель-металл	20	0,000	1
	Кип.	< 0,075	165
Титан	90	< 0,195	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	173, 191
Полипропилен	20—60	В	173, 191
Полиизобутилен	20	В	173
Полистирол	20—50	В	173
Поливинилхлорид	20	В ^{3*}	1, 36

Примечания. ^{1*} В концентрированной кислоте настояю.

^{2*} В очень разбавленных (0,67%) растворах кислоты.

^{3*} В 1—5%-ных растворах [Н. 42].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неорганические материалы			
Стекло, кислотоупорная эмаль	30	В	1
Прочие материалы			
Дерево	До 90	В	1
Кислота янтарная $\text{CO}_2\text{H}(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$ (растворимость при 20 °С до 6,9%)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,1—1,0	159
легированные типа X13	20	< 0,1	159
X18Ni10T, X17Ni13M2T	20—кип.	< 0,1	119, 159
OX23Ni28M3D3T	20	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20	0,1—1,0	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20—100	< 0,1 ^{1*}	159
Медь	20—кип.	< 0,1 ^{2*}	159
Бронзы, латунь	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,001	159
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	173, 191
Полипропилен	20—60	В	173, 191
Полиизобутилен	20—60	В	159
Полистирол	20	В	159

Примечания. ^{1*} В водных растворах и расплавах вполне стойки до температуры кипения.

^{2*} Медь и ее сплавы применимы до температур 280—290 °С.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В	191
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
Полиэфирные смолы	20	В	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	В	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20—60	В	159
бутилкаучука	20—60	В	159
хлоропренового	20—60	В	159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Крезол $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$, смесь изомеров
(т. п. л. 10,9—34 °С; т. кип. 191—202 °С)

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,5	180
	300	0,2—1,5	159
легированные типа X13	20	< 0,1	6, 39
X17	25	< 0,5	180

Примечание. ^{1*} Кислотоупорные силикатные материалы вполне стойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X25, X28	20	< 1,0 ^{1*}	6, 39
X18H10T	20	< 0,1 ^{1*}	6, 39
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3Т	20	< 0,1	39, 176
Чугуны			
серые	20—кип.	От < 0,1 до > 10	159, 180
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий			
	20	0,000 ^{2*}	6, 39, 119
	60	От < 0,1 до 1,0 ^{2*}	6, 39, 119
	140	> 10	119
Медь^{3*}			
	20	0,1—1,0	159, 180
Бронзы			
	100	1,0—3,0	159
	20	< 0,1	159
Латунь			
	100	0,1—1,0	159
	20	< 0,1	159
Никель			
	20—кип.	< 0,1	159
Монель-металл			
	20	0,1—1,0	176, 180
Сплавы типа Н70М27Ф			
	20—100	< 0,1	159
Свинец			
	20	0,1—1,0	180
Серебро			
	20—100	< 0,1	159
Тантал			
	20—100	< 0,1	159
Титан			
	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В — Н	140, 173
Полипропилен	22	В	94
Полиизобутилен	20—60	О — Н	36, 162, 173
Полистирол	20	О — Н	36, 173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	36, 191
Поливинилхлорид	20—40	О	36, 102
	60	Н	140
Фторопласт-4	20—100	В	84
Фторопласт-3	20—60	В	140
Полиамиды	20	Н	36
Поликарбонаты	20—60	Н	102
Фаолит	20—60	В — Н	162, 193

Примечания. 1* В смеси с 3% NaCl [6, 39].

2* В спиртовом растворе крезола [6, 119].

3* Данные для меди и ее сплавов в отсутствие кислорода воздуха.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Змазки арзамит			
	20	В	193
	60—100	О ⁺	193
Смолы			
полиэфирные	20	О ^{1*}	3
	60—100	Н	193
эпоксидные	20—60	О — Н	36, 173
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки			
	20	В	159
Битумные материалы			
	20—100	Н	193
Резины на основе каучуков			
натурального, СКН	20—60	О — Н ^{2*}	92, 129
СКС	20	Н	129
бутилкаучука	20—60	О — Н	72, 129
полисульфидного	20	Н	92
сидоксанового	20	О	129
уретанового	20	О — Н	36, 129
хлоропренового	20—60	Н	72, 128, 193
ХСПЭ	20	Н	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры			
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—100	В	193
Керамика	20—кип.	В	54
Фарфор	20—кип.	В	54, 193
Цементы, бетоны, змазки	20—60	В	159
	20—100	В — Н ^{3*}	159
Прочие материалы			
Дерево			
	20	В	159
Графит пропитанный			
	20—кип.	В	159, 193
Уголь			
	20—100	В	159

Примечания. 1* Стеклопластики стойки [125].

2* Эбониты более стойки, чем мягкие резины [129].

3* Цементы и бетоны корродируют, но при 20 °С применимы: серый цемент песток.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Кротоновый альдегид $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO}$
(т. пл. -69°C ; т. кип. $104-105^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—кип.	От $<0,1$ до $>10^{1*}$	159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	$<0,1$	58
X21H5T	20	$<0,1$	
X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	$<0,1$	159
X17H13M2T	100	0,023	63
OX23H28M3D3T	20—кип.	0,023	63
	Кип.	$<0,1$	159
Чугуны			
серые	20—кип.	От $0,1$ до $>10^{1*}$	159
кремнистые	20	$<0,1$	159
Алюминий			
	20	$<0,1$	159
	100	$0,1-1,0$	159
Медь, бронзы, латунь			
Никель	20—100	$<0,1$	159
Монель-металл	20	$<0,1$	159
Сплавы типа H70M27Ф	20—100	$<0,1^{2*}$	159
Сплав	20—кип.	$<0,1$	159
Серебро	20—кип.	От $<0,1$ до $>10^{1*}$	12, 159, 183
Тантал	20—100	$<0,1$	159
Титан	20—100	$<0,1$	159
	100	$0,00-0,0012$	63, 105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	H	36
Полиизобутилен	20	H	159
Полиметилметакрилат	20	H	159
Поливинилхлорид	20—60	H	102
Фторопласты	20	B	159
Фенопласты	20	H	159

Примечания. 1^* Стойкость зависит от наличия кислорода, способствующего образованию кротоновой кислоты [159]. По экспериментальным данным скорость коррозии $0,03$ мм/год при 20°C .
 2^* По данным [12, 183] нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Замаски арзамит	20	H	159
Эпоксидные смолы	20	H	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	H	159
Битумные материалы	20	H	159
Резины на основе каучуков			
натурального	20	C	159
	60	H	159
СКС, СКН	20	H	159
хлоропренового	20	H	159
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло	20	B	159
Фарфор	20	B	159
Цементы, бетоны, замаски	20	B—H 1*	159
Прочие материалы			
Дерево	20—100	B—H	159
Графит пропитанный, уголь	20	B	159

Ксилол $\text{C}_8\text{H}_{10}(\text{CH}_3)_2$, смесь изомеров
(т. пл. от $-47,4$ до $+13,2^\circ\text{C}$; кип. $138-144^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,000	
	125—250	$0,18-0,3$	
легированные типа			
X13	20	0,000	
X17, X25, X28	Кип.	$<0,1$	119
X21H5T	20	0,0002	
X18H10T	125—150	0,000	
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	Кип.	$<0,1$	119
OX23H28M3D3T	Кип.	$<0,1$	119
Латунь	125—150	$0,012-0,025$	

Примечания. 1^* Простые цементы нестойки, кислотоупорные — вполне стойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	О — Н	1, 102, 191
Полипропилен	20—60	Н ^{1*}	94, 173
Полиизобутилен	20—60	Н	173
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20	Н	36, 127
Полivinилхлорид	20—60	Н	102
Фторопласт-4	20—кип.	С	177
Фторопласт-3	20—кип.	Х — Н	36, 127, 134
Асбовинил	20	В	54
Пентапласт	20—65	В	127, 177
Полиамиды	20	В	177
Поликарбонаты	20—60	Н	127, 159, 177
Полиарилаты	20	Н	102
Фенопласты	До 27	С	127
Замазки арзамит	До 27	С	127
Смолы			
полиэфирные	20—60	В — Н ^{2*}	127, 159, 177
фурановые	20	С	36, 127
эпоксидные	20	В ^{3*}	33, 43, 127
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	27—60	С	63, 127
Битумные материалы	20	Н	1, 54
Перхлорвиниловые лаки	20	Н	1, 54
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	36
бутилкаучука	20	Н	181
полисульфидного	20—60	Х — Н	77, 98, 177
силоксанового	20	Н	177
уретанового	20	Н	177
хлоропренового	20	Н	1, 77, 128
фторкаучука	20	В	52, 177
ХСПЭ	20	Н	108, 177

Примечания. ^{1*} По данным [177] при 22 °С может работать в течение одного года.

^{2*} Стойкость зависит от сорта и марки смолы; стеклопластики [177] нестойки.

^{3*} По данным [35] эпоксидные эмали при 70 °С нестойки; по экспериментальным данным покрытия эпоксиднополиэфирными смолами вполне стойки при температуре кипения.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Кислотоупорная эмаль	Кип.	В	1, 54
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	100—кип.	С	31, 69
Кумол (изопренилбензола) $C_6H_5CH(CH_3)_2$ (т. пл. —96,9 °С; т. кип. 152,5 °С)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20—кип.	От <0,1 до 3,0 ^{1*}	159
легированные типа			
X13	20	<0,1	159
X18H10T	20	<0,1	159
X17H13M2T			
OX23H28M3D3T	20	<0,1	159
<i>Чугуны</i>			
серые	20	<0,1	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20—100	<0,1	159
Медь, бронзы, латунь	20—100	<0,1	159
Никель, монель-металл	20—100	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20—100	<0,1	159
Серебро	20—100	<0,1	159
Тантал	20—100	<0,1	159
Титан	20—100	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Резины на основе каучуков</i>			
хлоропренового	20	Н	128
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159

Примечание. ^{1*} В чистом кумоле вполне стойки, при наличии примесей корродируют.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Масла минеральные

Металлы и сплавы ^{2*}			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	176
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—50	< 0,1	119
X21H5T, X18H10T	20—50	< 0,1	119
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	20—50	< 0,1	119
Чугуны серые	20—80	< 0,1	176
Алюминий	20	< 0,1	176
Медь	20	< 0,1	176
Монель-металл	20	< 0,1	176
Свинец	20	< 0,1	176
Титан	20—70	< 0,13	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В — О	102, 163, 191
	60	О — Н	102, 163, 191
Полипропилен	20	В	83
	60—80	О	94
Полиизобутилен	20—100	Н	170, 177
Полистирол	20—50	В	102, 127, 137
Полиметилметакрилат	20—60	В	140
Полivinилхлорид	20—60	В	127, 140
Фторопласт-4	20—100	В	127
Полиформальдегид	70	В	102
Пентапласт	До 120	В	127, 163

Примечания. ^{1*} Цементы и бетоны стойки, но проницаемы.^{2*} В неочищенных маслах скорость коррозии металлов больше, чем в приведенных данных.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	140
	До 60	С	127
Фенопласты	20	В	159
фаолит	20	В	54
текстолит	20	В	54
фенолит	25	В	102, 127
Замазки арзамит	20—60	В	127, 193
Смолы			
полиэфирные	20—100	С	125
фурановые	До 27	С	127
эпоксидные	60	С	127
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	127
Битумные материалы	20	Н	193
Перхлорвиниловые лаки	20	В	54
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	Н	129
СКС	20	Н	129
СКЦ	20—70	В	129
бутилкаучука	20—60	Н	129
полисульфидного	20—60	С — О	72, 77, 177
силоксанового	150	В	177
уретанового	70—100	В	129, 177
хлоропренового	20—100	В — Н ^{1*}	128, 129, 177
фторкаучука	20—150	В	52, 129
ХСПЭ	20—70	В — О ^{1*}	102, 118, 129
	100	Н	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20—150	В	147
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54
Керамика	20—60	В	193
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — О ^{2*}	193
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	54
Ангит	20—100	В	
Графит пропитанный	20—60	В	193
Уголь	20	В	54

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от вида масла и температуры. ^{2*} Стойкость серого цемента ниже, чем портландцемента и силикатных кислотоупорных вяжущих.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Меркаптаны RSH* (т. кип. ≥ 100 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	25 35 ~400	0,013—0,14 0,058—0,062 2,0—3,5 ^{1*}	96, 114 60 68
легированные типа X13, X17 X25, X28 X21H5T, X18H10T X17H13M2T 0X23H28M3D3T	20—35 25 25—35 25 20	≤ 0,002 0,006 < 0,001 0,0001 < 0,1	60, 96, 114 60, 114 60, 96, 114 60, 114 159
Чугуны серые кремнистые	20—кип. 20	0,1—10 ^{2*} 0,1	159 159
Алюминий	25 35 Кип.	≤ 0,010 1,0 0,1 ^{3*}	60, 114 60 159
Медь, бронзы, латунь	20 100	0,1—1,0 > 10 ^{4*}	159 159
Никель	20—кип.	От < 0,1 до > 10 ^{5*}	159
Монель-металл	20 100	< 0,1 0,1—1,0	159 159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100 150	< 0,1 < 0,1	159 159
Свинец	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{2*}	159
Серебро	20 100	0,1—1,0 > 10	159 159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20 100	0,001 < 0,1	60, 114 159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полистирол	20—50	Н	173
Поливинилхлорид	20	В	159

* Смелит [60, 96, 114] относится к этилмеркаптану.

Примечания. ^{1*} В парах амилмеркаптана в смеси с азотом.^{2*} Стойкость зависит от вида меркаптана.^{3*} В парах (газообразном меркаптане).^{4*} Медь нестойка в этил- и амилмеркаптанах, оловянистые бронзы и латунь нестойки в бутилмеркаптане.^{5*} В этилмеркаптане нестойка.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласты	20	В	159
Полиамиды	20	В	159
Фенопласты	20	В	159
Замазки арзамит	50	В	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	Н	181
бутилкаучука	20	Н	181
хлоропренового	20	Н	181
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—150	В	147
Кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{1*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20—100	В—Н	159, 176

Метилэтилкетон C₂H₅COCH₃ (т. пл. —86,4 °С; т. кип. 79,6 °С)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{2*}	159
легированные типа X13 X21H5T X21H5T, X18H10T X17H13M2T, 0X23H28M3D3T	20—кип. 20 20—кип. 20—кип.	< 0,1 0,000 < 0,1 < 0,1	159 159 159 159
Чугуны серые кремнистые	20—кип. 20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{2*} < 0,1	159 159

Примечания. ^{1*} Кислотоупорные вяжущие вполне стойки, простые цементы нестойки.^{2*} В присутствии воздуха и влаги коррозии усиливается.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20	<0,1	159
Медь, бронзы, латунь	20—кип.	<0,1	159
Никель, монель-металл	20—кип.	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20—кип.	<0,1	159
Серебро	20—кип.	<0,1	159
Тантал	20—кип.	<0,1	159
Титан	20—кип.	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	Н	191
Полипропилен	50	С	177
Полиизобутилен	20	Н	70, 159
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	36, 55
Поливинилхлорид	20	Н	36, 177
Фторопласты	20—80	В	36
Полиамиды	20—60	В ^{1*}	159, 177
Фенопласты	20—60	В	36, 159
Замазки арзамит	20—60	В	
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—60	Н	125, 177
фурановые	20—30	В	36, 67
эпоксидные	20	Н	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	С—О ^{2*}	129
	50	Н	129
СКС	20	О	129
	50	Н	129
СКН	20	Н	129
бутилкаучука	20	С—О ^{2*}	129
полсульфидного	20	С—Н ^{2*}	77
силоксанового	20	О—Н ^{2*}	77, 129
уретанового	20—50	Н	7, 129, 177
хлорпренового	20	С—Н ^{2*}	128, 129
ХСПЭ	20—50	Н	129, 177

Примечания. 1* По данным [36] нестойки.

2* Стойкость зависит от рецептуры (марки) резины и эбонита.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В—Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—кип.	В—Н ^{1*}	159
Графит пропитанный	20—кип.	В	177
Уголь	20	В	159
Мочевина (карбамид) H_2NCONH_2 (т. пл. 132,7 °С; при 150 °С разл.)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	0,1—1,0 ^{2*}	159
	150	Не применимы	39
<i>легированные типа</i>			
X13	20—кип.	0,002—0,006	82
X13, X17	> 180	> 10	159
X17, X25, X28	20—кип.	<0,1	119
X21H5T	100—110	<0,1	119
X18H10T	20—кип.	<0,1	119
	> 180	> 10	159
X17H13M2T	От 100	0,1—1,0	159
	до > 130		
X17H13M2T, 0X23H28M3Д3T	20	<0,1	119
<i>Чугуны</i>			
серые	20	<0,1 ^{2*}	159
	> 100—кип.	> 10	159
кремнистые ^{3*}	20—100	<0,1	159
	> 130	<0,1	159
Алюминий	20—100	<0 ^{1, 4*}	159
Медь ^{5*} , бронзы, латунь	20—кип.	От <0, до >10	159

Примечания. 1* Стойки, но проникаемы.

2* В щелочных и нейтральных растворах.

3* Не применимы в расплаве, в смеси с карбамидом [39].

4* В сухой мочевины в отсутствие кислорода воздуха [159]. В растворах не применимы [39].

5* Безаммиачные растворы при комнатной температуре на медь и ее сплавы не действуют. При повышенных температурах коррозия возрастает за счет разложения мочевины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	100—150	0,1—1,0	39, 119, 159
Свинец	20—100	< 0,1	159
	20	< 0,1	159, 170
	150	0,7	39, 119
Серебро	> 300	> 10	159
	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
	Расплав	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159
	190—240	0,017	119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	36, 191
Полипропилен	20—60	В	191
Полиизобутилен	20—60	В	36, 173
Полистирол	20	В	173
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20	В	159
	60	В — О	36, 102, 191
Фторопласты	20—100	В	159
Полиамиды	20—60	С — О ^{1*}	140, 173
Фенопласты	20	В	159
Замаски арзамит	20	В	159
Смолы	20	О — Н	89, 140
			67
			159
			159
полиэфирные	20	О — Н	89, 140
фурановые	80—115	С	67
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20—65	В	178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	В	159
			159
бутилкаучука	20	В	159
хлоропренового	20	В	159

Примечание. ^{1*} Стойкость зависит от сорта и марки смолы.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—100	В	159
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	54, 159
Керамика	20 — кип.	В	54, 159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	О	159
Графит пропитанный, уголь	20	В	159
Нафталин C ₁₀ H ₈ (т. пл. 80,2 °С; т. кип. 218 °С)			
Металлы и сплавы			
Сталь углеродистая	20	0,1—1,0	97
Алюминий	20	< 0,1	97
Свинец	20	0,1—1,0	97
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В — О	127, 173, 191
	60	О	173, 191
	100	Н	173
Полипропилен	До 27	С	127
	20—60	О	173
	100	Н	173
Полистирол	20	Х — Н ^{1*}	173
	50	Н	173
	20	Н	36, 127
Полиметилметакрилат	20—60	Н ^{2*}	36, 140
Поливинилхлорид	20—60	Н ^{2*}	36, 140
Фторопласты	> 60	Х	127
Пентапласт	> 60	Х	127
Полиамиды	20	В	173
Поликарбонаты	20	В	127
Фенопласты	До 27	Х	127
Замаски арзамит	До 27	Х	127

Примечания. ^{1*} В кристаллическом нафталине стойкость выше, чем в спиртовых растворах.^{2*} Поливинилхлорид (саран) стоек до 60 °С [127].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смолы			
полиэфирные	До 27	X	127
фурановые	20—60	B	140
эпоксидные	20—60	B	140
Резины на основе каучуков			
натурального. СКС.	20	H	170
СКН			
бутилкаучука	20	O—H ^{1*}	170
хлоропренового	20—70	H	70, 170
Нитробензол C ₆ H ₅ NO ₂ (т. пл. 5,7 °С; т. кип. 210,9 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	От <0,1 до 1,0 ^{2*}	65, 159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20	<0,1	65, 119
X18N10T	80	0,004	65
X18N10T, X17N13M2T	20	<0,1	119
OX23N28M3D3T	20—100	<0,1	119
	80	<0,001	65
Чугуны			
серые	20	<0,1	65
кремнистые	20	<0,1	65, 159
Алюминий	20—кип.	<0,1	65
Медь, бронзы	20	<0,1 ^{3*}	159
Никель, монель-металл	20—кип.	<0,1	159
	80	<0,001	65
Сплавы типа			
N70M27Ф	80	<0,009	65
N55X15M16B	20—кип.	<0,1	159
Свинец	20	>10	176
Серебро	20	<0,001	65
Титан	26	0,000	56
Титан	80	<0,001	65

Примечания. 1* Стойкость зависит от марки резины (170).

2* В очень разбавленных водных растворах нитробензола (0,01 н.) легированные стали склонны к точечной коррозии (159).

3* Для меди и бронзы данные в отсутствие кислорода воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	B—O	36, 140, 191
	60	O—H	140, 159, 191
Полипропилен	20—60	C—H	140, 191
Полиизобутилен	20—60	H	159
Полиметилметакрилат	20—60	H	36, 140
Поливинилхлорид	20—60	H	102
Фторопласт-4	20—200	B	36
Пентапласт	27	B	78, 163
Полиамиды	20	X	173
Поликарбонаты	24—60	H	140
Замаски арзамит	20—100	B	193
Смолы			
полиэфирные	20—100	C—H	47, 125, 148
эпоксидные	20	H	36
Лакокрасочные материалы			
Битумные материалы	20—60	H	193
Перхлорвиниловые лаки	20	H	54
Резины на основе каучуков			
натурального	20	O—H ^{1*}	129
СКС	20	H	129
СКН	20—60	O—H	92, 129
бутилкаучука	20—60	C—H	129, 155, 170
полисульфидного	20	H	77
силоксанового	20	X—H ^{2*}	77, 129
уретанового	20	H	129
хлоропренового	20—60	H	128, 140
фторкаучука	20	O	129
ХСПЭ	20—60	H	129
этиленпропиленового	20	C—O ^{3*}	74
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	B	65, 159

Примечания. 1* Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

2* По данным [77] набухание 3,1%, по другим [139] нестойки.

3* В виде покрытий стойки, набухание резины 10%, изменение прочности 14%.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика	20—100	В	54
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—60	Х	193
	100	Н	193
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Х — Н ^{1*}	159
Графит пропитанный	20—135	В	54, 69

Парафин (церезин) (т. п. л. > 50 °С)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20—100	< 0,1	86
легированные типа X13, X17, X25, X28	100	< 0,1	11, 39, 119
X18N10T, X17N13M2T	100	< 0,1	11, 39, 119
0X23N28M3D3T	100	< 0,1	119
<i>Чугуны</i>			
серые	20—100	< 0,1	86
кремнистые	20—100	< 0,1	159
Алюминий	20—100	0,000	39
Медь, бронзы, латунь	20—100	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20—100	< 0,1	159
Сплавы типа N70M27Ф	20—100	< 0,1	159
Свинец	20—100	< 0,1	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	С	173
Полиизобутилен	60	Н	159
Полистирол	50	В	102
Полиметилметакрилат	20	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В	102
Фторопласты	20	В	159
Полиформальдегид	70	В	173

Примечание. ^{1*} При 20 °С дерево непроницаемо, но в дальнейшем становится огнеопасным.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиамиды	20—60	В	173
Фолит	20—60	В	40
Замазки арзамит	60	В	54
Фурановые смолы	60—80	В	67
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—100	В	63, 159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	60	В	159
хлоропренового	60	В	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—60	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—60	В	159
Керамика, фарфор	20—60	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—60	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—60	В	69, 102, 159

Пиридин C₅H₅N (т. п. л. —42 °С; т. кип. 115,4 °С)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	0,1—1,0	12
	Кип.	< 0,1	12
<i>легированные типа</i>			
X13, X17, X25, X28	21	< 0,1	119
X21N5T	20	0,000	
X18N10T, X17N13M2T	21	< 0,1	119
0X23N28M3D3T	21	< 0,1	119
Алюминий	20	> 10	159
Медь, бронзы	20	0,1—1,0 ^{1*}	159
Монель-металл	20—100	0,1—1,0	159

Примечание. ^{1*} В отсутствие кислорода воздуха.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов.	Литература
Свинец	20	< 0,1	159
Титан	Кип. 20—60	0,6 < 0,1	1 119
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	С	173, 191
	60	О	173, 191
Полипропилен	20	В — X ^{1*}	94, 173
Полиизобутилен	20—100	Н	193
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	140
Полвинилхлорид	20	С — Н	102, 140, 170
	60	Н	140, 191
Фторопласт-4	20—115	В	36
Фторопласт-3	20—60	В ^{2*}	140
Полиформальдегид	60	Н	102
Полиамиды	20	В	173
Поликарбонаты	20—60	Н	61
Фазлит	20	Н	40
Замзки арзамит	20—100	В ^{3*}	54
Смоли			
полиэфирные	20—60	В — Н ^{4*}	173
эпоксидные	20	О	44
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	Н	159
Битумные материалы	20—100	Н	193
Перхлорвиниловые лаки	20	Н	54
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС,	20	Н	36, 170
СКН			
бутилкаучука	20—60	В — О	170, 181
хлоропренового	20—60	Н	170
фторкаучука	20	Н	52

Примечания. 1* Набухание 0,9%, изменение твердости 16%.

2* По данным [36] относительно стоек.

3* Арзамит-2 более стоек, чем Арзамит-1.

4* В зависимости от сорта и марки смолы.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Керамика	20—100	В	193
Цементы, бетоны, замзки	20—100	В — Н ^{1*}	193
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—100	В	193
Пирогаллол C ₆ H ₃ (OH) ₃ (т. п. л. 132,5—133,5 °С; т. кип. 301 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	> 10	86
легированные типа X13, X17, X25, X28	20 — кип.	< 0,1	39, 119
X21H5T	20	0,000	
X18H10T,	20 — кип.	< 0,1	119
X17H13M2T			
Чугуны кремнистые	20	0,003	39
Алюминий	100	0,000	39, 119
Бронзы оловянистые	20	< 0,1	39
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полистирол	20	Х	173
	50	О	173
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	В — О ^{2*}	159
СКН, хлоропренового	20	В	159
бутилкаучука	20	В	159
Сероуглерод CS ₂ (т. п. л. —108,6 °С; т. кип. 46,3 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,000	39, 60, 66
	850—900	> 10	39

Примечания. 1* В водных растворах стойкость ниже, чем в чистом пиридине.

2* Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13, X17, X25, X28	20 — кип.	< 0,1	60, 119
X17, X25, X28	850—900	> 10	39
X18H10T, X17H13M2T	20 — кип.	< 0,1	60, 119
OX23H28M3Д3Т	850—900	> 10	39
	100	0,1—1,0	60
	Кип.	< 0,1 ^{1*}	60
Чугуны серые	20	< 0,1	60
	850—900	> 10	39
Алюминий	20 — кип.	< 0,1	60, 119
Медь	20	0,000	39, 119
Бронзы	25	< 0,5	180
Никель	25	< 0,5	180
	20	0,1—1,0	60
Монель-металл	25	< 0,1	60, 180
Свинец	25	< 0,5	180
Серебро	20 — кип.	0,000 ^{1*}	39
Титан	20	< 0,1	119
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	О — Н	177, 191
	60	Н	140
Полипропилен	20—60	С — Н	94, 140, 191
Полиизобутилен	20	Н	173
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	140
Поливинилхлорид	20	О	102, 191
	60	Н	140, 191
Фторопласты	20	В	140
	60	О — Н	140, 154, 170
Пентапласт	20	В	102
Полиамиды	20	В	173
Поликарбонаты	20—60	Н	140
Фенопласты			
стеклопластики	20	С	3, 191
фаолит	20	Х	40
Замзки арзамит	20—60	В	60, 193

Примечание. ^{1*} В парах сероуглерода.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Смоли			
полиэфирные	20	Н ^{1*}	89, 140
фурановые	20—60	В	140
эпоксидные	20	Н	60, 191
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	Н	60
Битумные материалы	20—60	Н	60
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	Н	129
бутилкаучука	20	Н	72, 129, 181
полисульфидного	20	О	72
силоксанового	20	О — Н	129
уретанового	20	С — Н	129, 140
ХСПЭ	20	Н	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20 — кип.	В	60
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	60, 180
Цементы, бетоны, замзки	20—60	В	193
Прочие материалы			
Дерево	20	В	181
Графит пропитанный	20—100	В	180
Скипидар (т. кип. 153—180 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,027	5
	150—170	0,095 ^{2*}	6
легированные типа X13, X25, X28			
X13, X25, X28	20—35	< 0,1	119
X17	20 — кип.	0,000	5
X21H5T	20 — кип.	0,000	5
X18H10T	20	0,000	5
	Кип.	0,01	6
X17H13M2T, OX23H28M3Д3Т	20—35	< 0,1	39, 119

Примечания. ^{1*} Стеклопластика относительно стойки [191].
^{2*} По данным [5] при кипячении скорость коррозии 0,002 мм/год.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20—100	0,000	14, 39, 119
Медь	Кип.	0,004—0,014	5, 6
	20	0,004	5
Бронзы	Кип.	0,015—0,03	5, 6
	150—170	0,003 ^{1*}	6
алюминиевые оловянистые	Кип.	0,02—0,065 ^{1*}	6
Никель	35	< 0,1	119
	Кип.	0,00—0,009	6
Свинец	100	0,000 ^{2*}	6, 119
Серебро	35	< 0,1 ^{3*}	
Титан	Кип.	≤ 0,001	6
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	О	140, 191
Полипропилен	60	О—Н	140, 191
	22	О	94
Полистирол	60	Н	191
	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	В	191
Поливинилхлорид	20	В	14, 102
	60	В—О	140, 191
Фторопласты	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	В	140
Фенопласты	25	В	102
Эпоксидные смолы	20—90	С	14, 138
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Перхлорвиниловые лаки	20	Х	54
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20	Н	72, 159
СКС, СКН	20—60	Н	159
бутилкаучука	20	Н	159
полисульфидного	20—60	С—Н ^{4*}	35, 72, 98
хлоропренового	20	О—Н	72, 128
фторкаучука	20	В	72

Примечания. ^{1*} В смеси с жилицей.

^{2*} В парах скипидара.

^{3*} В безводном скипидаре.

^{4*} Стойкость зависит от марки резины.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	54, 159
Кислотоупорная эмаль	20	В	54, 159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	54, 159
Спирт аллиловый $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$ (т. пл. -129°C ; т. кип. $96,6^\circ\text{C}$)			
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В—Н	36, 140, 191
Полипропилен	20—60	В	140
Полиизобутилен	20	С	36
	60	О	36
Полистирол	80	Н	36
	20	Х	173
Полиметилметакрилат	50	О	173
	20—60	Н	140
Поливинилхлорид	20	О	102, 191
	40—60	Н	36, 102
Полиамиды	20	Х	173
Фенопласты	20	В	3
Эпоксидные смолы	20—60	В	140
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	63, 140

Спирт амиловый $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$
(т. пл. $-78,5^\circ\text{C}$; т. кип. 138°C)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20—100	< 0,1 ^{1*}	159

Примечание. ^{1*} В техническом и влажном спирте корродируют.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13	20	<0,1	159
X21H5T	20	<0,1	
X18H10T, X17H13M2T	20—100	<0,1	159
OX23H28M3D3T	20—100	<0,1	159
Чугуны			
серые	20—100	<0,1 ^{1*}	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий			
Медь, бронзы	20—кип.	<0,1	159
Латунь	20	<0,1	159
Никель	20	<0,1	159
Монель-металл	20—кип.	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20	<0,1	159
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	20	<0,1	159
Титан	20	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	О	36
	60	Н	36
Полипропилен	20—60	В	140
Полнизобутилен	20	О	36
	60	Н	72
Полистирол	20	В	140, 173
	50	О	173
Полиметилметакрилат	20—60	В ^{2*}	140
Полвинилхлорид	20—60	В ^{2*}	140
Полиформальдегид	60	Х	102
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20	С	102
Фенопласты	20—50	В	3, 36
Смолы			
полиэфирные	65—100	В	36, 125
фурановые	20—60	В	140
эпоксидные	20—60	В	140

Примечания. 1* В техническом и влажном спирте корродируют.
2* По данным [36] нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63, 140
Битумные материалы	20	Н	159
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	В	159
натурального	65	С—О ^{1*}	129
бутилкаучука	20	В	159
	65	О	129
полисульфидного	20	В—Н ^{1*}	72, 77
силоксанового	20	Н	77
хлоропренового	20	В	128
	65	С—О ^{1*}	129
фторкаучука	80	В	129
ХСПЭ	65	В	129
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замески	20—100	В—Н ^{2*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В ^{3*}	159
Антрацит, графит пропитанный	20—кип.	В	69
Уголь	20	В	159
Спирт бензиловый $C_6H_5CH_2OH$ (т. пл. $-15,5^\circ C$; т. кип. $205^\circ C$)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	<0,1 ^{4*}	159

Примечания. 1* Стойкость зависит от рецептуры и марки резины.
2* Стойкость серного цемента снижается с повышением температуры.
3* Стойко, но прогниваемо.
4* В присутствии влаги и воздуха образуется бензойная кислота, вызывающая коррозию.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13	20	< 0,1	159
X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	159
OX23H28M3Д3T	20	< 0,1	159
Чугуны			
серые	20—кип.	От < 0,1 до 3,0 ^{1*}	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,1	159
Медь, бронзы, латушь	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В	173, 191
Полипропилен	20—60	В	173
Полиизобутилен	20	С	
	40	О	
	60	Н	
Полистирол	20—50	Н	173
Полвинилхлорид	20—60	Х ^{2*}	193
Фторопласт-4	20—100	В	54, 159
Фторопласт-3	20	В	159
Полиамиды	20—60	Х — О ^{3*}	173
Поликарбонаты	20	Н	102
Замазки арзамит	20—60	В	193
Смоли			
полиэфирные	20	В	
	60	Х	
	100	Н	
эпоксидные	20	Х	176

Примечания. 1* В присутствии влаги и воздуха образуется бензойная кислота, вызывающая коррозию.

2* По данным [48, 170] нестойк.

3* В зависимости от марки полиамида.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63
Битумные материалы	20—60	Н	159, 193
Перхлорвиниловые лаки	20	В	54
Резины на основе каучуков			
натурального, СКН	20—60	В — Н ^{1*}	176, 181
СКС	20	Х	170
бутилкаучука	20	В	170, 181
хлоропренового	20	Х	70, 170
	60	О	193
фторкаучука	120	Х	172
Неорганические материалы			
Стекло	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54
Керамика	20—60	В	193
Фарфор	20	Н	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{2*}	159
Прочие материалы			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный	20—60	В	193

Спирт бутиловый $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$
(т. пл. $-89,5^\circ\text{C}$; т. кип. $117,5^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—кип.	0,1—1,0	86, 121
легированные типа X13, X17	20	< 0,1	159
X21H5T, OX23H28M3Д3T	20	< 0,1	159
X18H10T, X17H13M2T	20	< 0,1	39, 159
Чугуны			
серые	20—кип.	0,1—1,0	86, 121
кремнистые	20	< 0,1	39, 86

Примечания. 1* Збониты более стойки, чем мягкие резины.
2* Кислотоупорные силикатные вяжущие и полые стойки, серый цемент стойк, портландцемент нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Алюминий	20—100	0,000 1*	5, 39
Медь, бронзы, латунь	20—кип.	0,1	39, 119, 159
Никель	20—100	0,1	39, 119
Монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	0,1	159
Свинец	20—60	0,1	159
Серебро	20	0,1	119, 159
Тантал	20—кип.	0,1	159
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В 2*	63, 191
Полипропилен	20	В	191
	60—100	О	173, 191
Полиизобутилен	20	В	63
	40	О	36
	60—100	Н	36, 63
Полистирол	20	В	63
	60	Х — О	63, 102, 173
Полиметилметакрилат	20	В	63, 127
	60	Н	63, 191
Поливинилхлорид	20—40	В	36, 63
	60	С — О	36, 63, 83
Фторопласты	20—100	В	127, 159
Пентапласт	20—105	С	127, 159
Полиамиды	20	В	159, 173
Поликарбонаты	20	В	102
	До 60	Х	127
Феолит	20	В	3, 63
	100	Х — Н	63, 159
Замазки арзамит	20—60	В — Н 3*	54, 159
Смоли			
полиэфирные	20	В	89, 127
	60—100	Х	142, 159
фурановые	20—60	В	67, 91, 140
эпоксидные	20—30	В	135, 140

Примечания. 1* При содержании около 0,5% воды; в безводном спирте при 100 °С не применимы [39, 159].

2* По данным [36] при 60 °С относительно стойк.

3* Арзамит-2 стойк, Арзамит-1 нестойк.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63, 127
	100	О	159
Битумные материалы	20—60	О	193
	100	Н	193
Перхлорвиниловые лаки	20	В	54, 121
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН	20—65	В	129
СКС	20	В	36, 129
бутилкаучука	20—65	В	129
полисульфидного	20	С	77
силоксанового	20	О — Н	36, 63, 77
уретанового	До 65	С	1, 63
хлоропренового	20—65	С	129, 159
	100	Н	193
фторкаучука	30—65	В	129
	120	Х	172
ХСПЭ	20—65	С	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20	В	122
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	54, 122
Керамика	20—100	В	122, 193
Фарфор	20	В	122
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н 1*	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	169
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	69, 159
Спирт метиловый CH_3OH (т. пл. $-97,8$ °С; т. кип. $64,7$ °С)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	0,00015	22, 63, 136
	До кип.	От < 0,1 до 3,0	159

Примечание. 1* Серый и порландцементы нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали легированные типа X13, X17, X25, X28 X21H5T, X18H10T X18H10T X17H13M2T, 0X23H28M3D3T	20—кип. 20 Кип. 20—кип.	< 0,1 0,0002 < 0,1 < 0,1	136 63, 159 159
Чугуны серые	20 20—кип.	Применимы 0,1—3,0	63 159
кремнистые	20—кип.	< 0,1	121
Алюминий	20 Кип.	От < 0,001 до 0,002 < 0,003 ^{1*}	39, 63 192
Медь, бронзы	20—кип.	< 0,1	63, 180, 192
Латунь	20	< 0,1	63, 159
Никель	20—кип.	< 0,1	192
Монель-металл	20	0,000	39
Сплавы типа Н70М27Ф	20—кип.	< 0,1	146
Свинец	20—кип.	От < 0,1 до > 10 ^{2*}	63, 180
Серебро	20—кип.	< 0,1	159
Тантал	20—кип.	0,000	56
Титан	35	0,1—1,0	180
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60	В — О	173, 191
Полипропилен	20—100	В	127, 173
Полиизобутилен	20—65	В	173
Полистирол	20—50	Х	127, 173
Полиметилметакрилат	20 60	С — Н Н	55, 127, 191 191
Поливинилхлорид	20—40 60	В С — О	192 83, 102, 140
Фторопласты	20—кип.	В	127, 187
Полиформальдегид	60	Х	102
Асбовинил	20	В	12
Пентапласт	20—кип.	В	127

Примечания. 1* В параз.

2* В водных растворах стоек; в безводном и техническом спирте не применим.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиамиды	20—60	В — О ^{1*}	159
Поликарбонаты	20 До 60	О — Н Х	102, 127, 140 127
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	С	125
фаолит	20—100	В ^{2*}	54, 122
текстолит	20—60	В	12, 122
Земазки арзамит	20—60	В — Н ^{3*}	36, 122, 127
Смоли			
полиэфирные	20—100	В ^{4*}	163
фурановые	20—120	В	67, 125
эпоксидные	20—95	В	125, 140
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63, 127
Битумные материалы	20—60	В	178
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187
Резины на основе каучуков			
натурального	20—65	В	36, 135
СКС, СКН	20—60	В	36, 72, 176
бутилкаучука	20—60	В	36
полисульфидного	20	В — Х	77
уретанового	20—60	Н	140
хлоропренового	20—60	В	36, 72
фторкаучука	20	В	159
ХСНЭ	20	В	106
этиленпропиленового	30	О	74
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	122, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	122, 159, 180
Керамика	20—60	В	122, 159, 193
Фарфор	20	В	122
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В ^{5*}	159

Примечания. 1* Стойкость зависит от марки полиамида и обводненности спирта.

2* По данным [36] относительно стоек.

3* Арзамит-2 и Арзамит-5 более стойки, чем Арзамит-1 и Арзамит-4.

4* Стеклопластики при 20 °С относительно стойки [125].

5* Дерево и портландцементы стойки, но проницаемы.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—60	В — Н ^{1*}	122, 159
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	69, 102

Спирт этиловый С₂H₅ОН (т. п. л. —117 °С; т. кип 78,3 °С)

<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые ^{2*}	20	От < 0,001 до 0,17	63
	70—80	От < 0,001 до 0,39	63
<i>легированные типа</i>			
X13, X17, X25	20—кип.	< 0,1	11, 39
X21H5T	20	< 0,1	11
X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 39
OX23H28M3D3T	20—кип.	< 0,1	1, 39
<i>Чугуны</i>			
серые	20—кип.	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	≤ 0,009	39
	Кип.	0,000—0,009	39
Медь	20—кип.	< 0,1	39, 159
Бронзы, латуны	20	< 0,1	1, 159
Никель	20	< 0,1	1, 119, 159
Монель-металл	20—60	< 0,1	1, 159
Сплавы типа H70M27Ф	20—60	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	119, 159
Серебро	20	< 0,1	119
Тантал	20	0,000	56
Титан	20—кип.	< 0,13	105

Примечания. 1* Дерево и поргидроцементы стойки, но прогниваемы.

2* Наилучшая стойкость в спирте-ректификате, значительно ниже в гидролизном, еще ниже в сульфитном и максимальная скорость коррозии в инициальном спирте [83].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—кип.	В — Н ^{1*}	63, 102, 140
Полипропилен	20—кип.	В	94, 173
Полиизобутилен	20—60	В	36, 63
	Кип.	О	36
Полистирол	20	В	63, 102
	50—60	С — О	63, 102, 173
Полиметилметакрилат	20	Х ^{1*}	55, 63, 127
	60—кип.	Н	63, 191
Полвинилхлорид	20	В	43, 63
	60	О	43, 63
Фторопласты	20—кип.	В	54, 127
Полиформальдегид	20—50	В	102
Асбонинил	20	В	12, 54
Пентапласт	20—кип.	В	127, 159
Полиамиды	20—60	В — Х ^{2*}	173
Поликарбонаты	20	В	140
	60	Х	127
<i>Фенопласты</i>			
стеклопластики	25—95	В	125
фаялит	20—кип.	В — Х	36, 63
текстолит	20—80	Н	122
Замазки арзамит	20—60	В — Н ^{2*}	43, 122, 127
<i>Смолы</i>			
кремнийорганические	25	О	125
полиэфирные	20—кип.	В — Н	3, 89, 163
фурановые	20—кип.	В	36, 91, 125
эпоксидные	20—60	В ^{1*}	135, 140
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63, 127
Битумные материалы	20—60	В — Х ^{1*}	178, 194
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	187

Примечания. 1* В водных растворах стойкость выше, чем в чистом спирте.

2* Стойкость зависит от марки полиамида.

3* Арзамит-2 и Арзамит-5 более стойки, чем Арзамит-1 и Арзамит-4.

4* Стеклопластики нестойки [125].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН	20—65	В	129
СКС	20—60	В	36, 72
бутилкаучука	20—70	В	45, 129
полисульфидного	20	В — X ^{1*}	77
силоксанового	20—40	С — O ^{2*}	52, 77, 177
уретанового	20	Н ^{3*}	177
хлоропренового	20—70	В	129, 135, 177
фторкаучука	20—65	В ^{4*}	129, 177
ХСПЭ	65—95	В	129, 177
этиленпропиленового	20	В	
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	122, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	122, 159
Керамика	20—кип.	В	122, 159
Фарфор	20	В	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В — Н ^{5*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	131
Антрацит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	69

Стирол $C_6H_5CH=CH_2$ (т. пл. $-30^\circ C$; т. кип. $145,2^\circ C$)

<i>Металлы и сплавы</i>			
Стали углеродистые	25	$< 0,001^6$	96
	100	$0,1-1,0^{7*}$	159

Примечания. ^{1*} Стойкость и набухание для разных марок тиоколовых герметиков различны [77].

^{2*} Изменение прочности (до 30%) не соответствует набуханию (1,4—5,0%).

^{3*} По данным [129] стойки до $65^\circ C$.

^{4*} По данным [52] набухание резины СКФ-32 за 7 суток при $20^\circ C$ равно 17%.

^{5*} Стойкость зависит от сорта вяжущего, концентрации спирта и температуры.

^{6*} В α -метилстироле.

^{7*} При высоких температурах ($\sim 600^\circ C$) нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Стали</i>			
<i>легированные типа</i>			
X13, X17	25	$< 0,001^{1*}$	96
X21H5T	25	$0,0001^{1*}$	96
X18H10T	25	$0,00009^{1*}$	96
	60	$< 0,1$	159
Чугуны серые	20	$< 0,1$	159
Алюминий	20	$< 0,1$	159
Медь, латунь	20	> 10	159
Никель	100	$< 0,1^{2*}$	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	Н	63
Полиизобутилен	20	Н	63
Полистирол	20	Н	63
Полиметилметакрилат	20	Н	63
Полвинилхлорид	20	Н	63
Фторопласт-4	20	В	142
Фторопласт-3	80—100	Н	142
Полиамиды	20	В	173
Фенопласты	20	В	159
Смолы			
фурановые	20	В	91, 102
эпоксидные	20	В ^{1*}	35
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	181
бутилкаучука	20	Н	159
полисульфидного	20	Н	77, 159
силоксанового	20	Н	77, 159
хлоропренового	20	Н	181
фторкаучука	24	Х	24
	50	Н	24
<i>Прочие материалы</i>			
Антрацит, графит пропитанный	20	В	69

Примечания. ^{1*} В α -метилстироле.

^{2*} При высоких температурах ($\sim 600^\circ C$) нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Тетрахлорэтан $\text{CHCl}_2-\text{CHCl}_2$
(т. пл. $-43,8^\circ\text{C}$; т. кип. $146,3^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые легированные типа X13 X18Ni10T	20—100	$< 0,1^{1*}$	65, 86
Алюминий	20—кип.	$< 0,1^{2*}$	65
	20	$< 0,1$	159
	20	$0,0012^{3*}$	7
Медь	20	> 10	12, 159
Никель	20—100	$< 0,1$	159
Свинец	20	$< 0,1^{1*}$	159
Титан	20—кип., 20	$< 0,1$	105
		$0,0005^{3*}$	65
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	О	191
	60	Н	191
Полиизобутилен	20	Н	54
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20	Н	36, 191
Поливинилхлорид	20—60	Н	102
Фторопласт-3	20	В	142
Полиамиды	20—40	В	36
Поликарбонаты	20	В	102
Полиэфирные смолы	27	В	44
	70—100	Н	44
Резины на основе каучуков			
бутилкаучука	20	Н	177
фторкаучука	24	С	172
Неорганические материалы			
Кислотоупорная эмаль	Кип.	В	54
Прочие материалы			
Графит пропитанный	Кип.	В	176

Примечания. 1^* В присутствии влаги корродируют незначительно.
 2^* Данные для тетрахлорпропана.
 3^* Во влажном тетрахлорэтано.
 4^* В отсутствие влаги.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Тетраэтилсвинец $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ (т. кип. 200°C , разл.)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	$\sim 0,1$	159
Чугуны серые	20	$\sim 0,1$	159
	20	$< 0,1$	159
кремнистые	20	$\geq 3,0$	159
Алюминий	20	$> 3,0$	159
Медь	20	$> 3,0$	159
Бронзы алюминиевые	20	$< 0,1$	159
Латунь	20	$0,1-1,0^{1*}$	159
Никель, моель-металл	20	$< 0,1$	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	$< 0,1$	159
Свинец	20	$< 0,1$	159
Серебро	20	$< 0,1$	159
Тантал	20	$< 0,1$	159
Титан	20	$< 0,1$	150
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	В — Н	140, 141, 159
Полиизобутилен	20	Н	159
Полистирол	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	Н	159
Поливинилхлорид	20—60	В — Н	141, 159
Фторопласты	До 60	В	159
Полиамиды	20	Н	159
Полууретаны	20	Н	159
Фенопласты	20	В	159
Смолы полиэфирные	20	Н	159
	20	В	159
Лакокрасочные материалы	20	В	159
	20	Н	159

Примечание. 1^* При содержании цинка в латуни $< 39\%$.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	159
бутилкаучука	20	Н	159
уретанового	20	О—Н	3, 140, 159
хлоропренового	20	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	Н	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	Н	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20	Н	159

Толуол $C_6H_5CH_3$ (т. пл. $-95^\circ C$; т. кип. $110,6^\circ C$)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,05—0,1	121
	Кип.	0,1—1,0	159
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1	119
X21H5T	20	0,0002	
X18H10T	20	0,005—0,01	121
X18H10T, X17H13M2T	Кип.	< 0,1	119
OX23H28M3D3T	Кип.	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20	0,1—0,5	121
кремнистые	20	< 0,1	121
Алюминий	20	< 0,1	121
Мель	20	< 0,1	121
Никель, монель-металл	20	< 0,1	121, 173
Свинец	20	< 0,1	121, 173

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	О—Н	36, 177, 191
	60—100	Н	140, 191
Полипропилен	20	С	173, 191
	60	О	173, 191
	100	Н	173
Полиизобутилен	20—100	Н	1, 173
Полистирол	20—50	Н	1, 173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	1, 140
Поливинилхлорид	20—60	Н	1, 140
Фторопласт-4	20—кип.	В	177
Фторопласт-3	20	В—Н	36, 170
Полиформальдегид	20—50	Х	102
Асбовинил	20	Н	12
Пентапласт	20	Х	102
Полиамиды	20—60	В	140
Поликарбонаты	20—60	Н	102, 140
Фенопласты			
стеклопластики	25	В	125
фаолит	20—100	В	1, 43
текстолит	20—80	В	1, 12, 54
Замазки арзамит	20	В	43, 135
Смолы			
полиэфирные	20	Х	163
	70	О	163
	100	Н	163
фурановые	20—80	В	67, 91
эпоксидные	20—60	В	43, 125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—80	В	63, 135
Перхлорвиниловые лаки	20	Н	1, 121
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	Н	36, 92
бутилкаучука	20	Н	170
полисульфидного	20	Н	77, 177
силоксанового	80	С	43
уретанового	50	Н	177

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
хлоропренового фторкаучука ХСПЭ	20	Н	128, 140 72, 177 177
	24—38	Х	
	20	Н	
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20—50	В	122, 177
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	48, 122
Керамика, фарфор	20	В	122, 159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Антегмит, графит пропитанный	20—кип.	В	31, 159

Трикрезилфосфат $(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_3\text{P}_2\text{O}_5$
(т. пл. 30 °С; т. кип. 265 °С)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые легированные типа X13, X17, X25, X28	20	<0,1	159
X18N10T, X17N13M2T	20	<0,1	159
OX23N28M3D3T	20	<0,1	159
Чугуны серые	20	0,1—1,0	159
Алюминий	20	0,1—1,0	159
Медь, латунь	20	0,1—1,0	159
Никель	20	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	Н	140, 141
Полипропилен	20	С	191
	60	О	191
	80	В—Х	94

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металла, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20	Н	173
Поливинилхлорид	20—60	О—Н	48, 140, 191
Фторопласты	20	В	170
Полиамиды	20	О	140
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20	В	140
эпоксидные	20	В	170
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные лаки	20	Н	159
Перхлорвиниловые лаки	20	Н	54
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	С—Н	159, 170, 181
СКН, бутилкаучука	20	Н	159
полисульфидного	20	Н	77
силоксанового	20	Х	77
уретанового	20—60	Н	140
хлоропренового	20	О—Н	159, 170
фторкаучука	24	В	172
	150	Х—О ^{1*}	98, 172
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	54, 159
Кислотоупорные бетоны и замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Трифторхлорэтилен $\text{CClF}=\text{CF}_2$ (т. кип. -27,5 °С)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые легированные типа X18N10T	Кип.—20	От <0,1 до >10 ^{2*}	159
	20	<0,1 ^{3*}	159

Примечания. ^{1*} Набухание разных марок от 6,9% до 24%, по уменьшению прочности <7%.
^{2*} В присутствии влаги нестойки.
^{3*} Стойкость в отсутствие влаги.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали легированные типа Х17Н13М2Т, 0Х23Н28М3Д3Т	20	< 0,1 ^{2*}	159
Чугуны серые	Кип. — 20	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
Алюминий	Кип. — 20	От < 0,1 до > 10 ^{1*}	159
Медь	20—100	< 0,1 ^{2*}	159
Бронзы, латунь	20	< 0,1	159
Никель	20	< 0,1	159
Монель-металл	20—100	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	Н	159
Полиизобутилен	20	Н	159
Поливинилхлорид	20	Н	159
Фторопласт-4	20	Н	159
Полиэфирные смолы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	159
бутилкаучука	20	Н	159
хлоропренового	20	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Фарфор	29	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159

Примечания. 1* В присутствии влаги нестойки.

2* Стойкость в отсутствие влаги.

3* Медь корродирует в присутствии серы и сернистых соединений.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Трихлорэтан CH ₂ Cl—CHCl ₂ (т. пл. от —35,5 до —36,7 °С; т. кип. 113,5 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	0,010 ^{1*}	63
	Кип.	0,178 ^{2*}	164
<i>легированные типа</i>			
Х13	Кип.	0,1—1,0	63
Х18Н10Т	20	0,0004 ^{1*}	63
Х18Н10Т, Х17Н13М2Т	Кип.	< 0,1	65
Алюминий	20	0,0025 ^{1*}	63
	Кип.	< 0,1	65
Медь	20	0,0002 ^{1*}	63
Никель	Кип.	0,03 ^{1*}	65
Монель-металл	Кип.	0,1—1,0	65
Свинец	20 — кип.	От < 0,1 до 0,23	65
Титан	20	0,0001 ^{1*}	63
	Кип.	< 0,13	105
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	Н	187
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	187
Поливинилхлорид	20—60	Н	102
Фторопласт-4	20—100	В	187
Фторопласт-3	20	В	159
	100	Н	159
Поликарбонаты	20	Н	102
Фенопласты	20	В	159
Замазки арзамит	20 — кип.	В	36, 187
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—60	Н	187
эпоксидные	20	В	187
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63
Битумные материалы	20—60	Н	187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	Н	187

Примечания. 1* В трихлорпропане [63].

2* В присутствии влаги.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i> натурального, СКС, СКН полисульфидного хлорпренового фторкаучука	20	H	159
	20	H	77
	20—60	H	187
	24—100	B—H ^{1*}	24
<i>Неорганические материалы</i>			
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	B	159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	B	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—кип.	B	159

Трихлорэтилен $\text{CHCl}=\text{CCl}_2$ (т. пл. $-86,4^\circ\text{C}$;
т. кип. $88-90^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20—кип.	$<0,001^{2*}$	65
	20	$0,02^{3*}$	65
	Кип.	$<0,1^{3*}$	65
<i>легированные типа</i>			
X13	Кип.	3,0—10	119
X17	Кип.	1,0—3,0	119
X25, X28	Кип.	0,1—1,0	119
X13, X17, X25, X28	20	$<0,1$	119, 159
X21H5T	20	0,000	
X18H10T	20	$<0,1$	119
X17H13M2T	Кип.	$<0,001^{3*}$	65
OX23H28M3D3T	Кип.	$<0,001^{3*}$	65
Алюминий	20—кип.	$<0,1$	65, 159
Медь	20—кип.	$<0,1$	65, 159
Бронзы	20	$<0,1^{2*}$	65, 159
	Кип.	1,0—3,0	65, 159
Латунь	20	$<0,1$	159
Никель	25—30	0,01 ^{2*}	65
	Кип.	0,03 ^{3*}	65
	Кип.	0,001 ^{2*}	65

Примечания. ^{1*} При 20°C . Набухание 2,4%; при 100°C 46% и изменение прочности 31% [24].

^{2*} Стойкость в отсутствие влаги.

^{3*} Во влажном трихлорэтилене (0,1% влаги).

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Монель-металл	20—кип.	0,002 ^{1*}	65
	25—30	0,018 ^{2*}	65
	Кип.	0,28 ^{2*}	65
Сплавы типа H70M27Ф	20	$<0,1$	159
	Кип.	0,1—1,0	159
	Кип.	$<0,1^{1*}$	65
	20	$<0,1$	159
Серебро	20—кип.	$<0,1$	65, 159
Свинец	20—кип.	$<0,1$	65, 159
Титан	Кип.	$<0,001^{3*}$	65
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	O—H	65, 135, 191
	60—100	H	173, 191
Полипропилен	20—60	O—H	140, 177, 191
	100	H	173
	20—100	H	65, 173
Полиизобутилен	20—50	H	65, 173, 177
Полистирол	20—60	H	65, 140
Полиметилметакрилат	20—60	H	65, 102
Поливинилхлорид	20—60	H	65, 139
Фторопласт-4	20—кип.	B	65, 139
	20	B	65, 139
	70	O	65, 134
Фторопласт-3	90	H	65, 134
	65—80	C	163, 177
	20	X—O ^{4*}	36, 173
Пентапласт	20	X—O ^{4*}	36, 173
Полиамиды	20	X—O ^{4*}	36, 173
Фенопласты	25—95	B	125
	20—кип.	B	40, 65
стеклопластики	20—кип.	B	36, 65
фаолит	20—кип.	B	36, 65
Замазки арзамит	20—кип.	B	36, 65
Смоли	20—60	H	65, 125
	20—кип.	B	65, 125
	20	B—O	65, 135
	95	O	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	B	63, 65
Битумные материалы	20—60	H	65
Перхлорвиниловые лаки	20	H	54, 65

Примечания. ^{1*} Стойкость в отсутствие влаги.

^{2*} Во влажном трихлорэтилене (0,1% влаги).

^{3*} По данным [159] под нагрузкой титан склонен к коррозионному растрескиванию.

^{4*} Стойкость зависит от сорта и марки смолы.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	Н	36, 65, 170
СКН	20	О	92, 170
бутилкаучука	20	Н	65, 70, 177
полисульфидного	20	Н	176
силоксанового	50	Н	177
уретанового	20	Н	177
хлоропренового	20—60	Н	140
фторкаучука	20—70	В—Х	65, 98, 172
ХСПЭ	20—60	Н	65, 140
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	66—100	В	65, 177
Кислотоупорная эмаль	20	В	65, 159
Керамика	20	В	159
Фарфор	20	В	65
Цементы, бетоны, замазки	20	В	65, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Антемит, графит пропитанный	20—кип.	В	43, 65, 69

Триэтанолламин $N(CH_2CH_2OH)_3$ (т. пл. 21,2 °С; т. кип. 277—278 °С при 150 мм рт. ст.)

<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	50	0,000	60
легированные типа X13	50	0,0002	60
X21H5T	20	0,000	
	170—190	1,1—3,3 ^{1*}	60
X18H10T	50	0,0001	60
X17H13M2T	50	0,0001	60
Алюминий	50	0,0001	60
Медь	20	Не применима	159
Бронзы алюминиевые	20	Не применимы	159
Титал	20	<0,1	159

Примечание. ^{1*} В присутствии CO_2 и воды.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Неметаллические материалы</i>			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	С	1, 173, 191
Полипропилен	20	В	94, 127
Полиизобутилен	20	В	1, 173
Полистирол	20—50	В	173
Полвинилхлорид	20—60	В—Н	102, 140, 191
Фторопласты	От 20 до >60	С	127, 170
Пентапласт	>60	С	127
Полиамиды	20	В ^{1*}	173
Фенопласты (стеклопластики)	20	С—Н ^{2*}	191
<i>Смоли</i>			
кремнийорганические	25	Н	125
полиэфирные	20	С—Н	3, 125, 191
эпоксидные	20	В	35
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	В—О ^{3*}	129
СКС, СКН	20	В	129
бутилкаучука	20	В—О ^{3*}	129
силоксанового	20	С	129
уретанового	20	О—Н	129, 140
	60	Н	140
хлоропренового	20—70	В	128, 129
ХСПЭ	80	С	129
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20—150	В	147
Кислотоупорная эмаль	20	В	1, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—180	В	159, 176

Примечания. ^{1*} По данным [179], набухание 2,1%, но изменение твердости +51%.

^{2*} В 5%-ном растворе стойки, в 30%-ном нестойки [191].

^{3*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Углерод четыреххлористый CCl_4
(т. п. л. 21—28 °С; т. кип. 76,7 °С)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые			
	20	0,000 ^{1*}	59, 61
	30	0,203 ^{1*}	164
	Кип.	< 0,001 ^{1*}	59, 61
	Кип.	До 4,0 ^{2*}	39, 159, 164
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20 — кип.	< 0,1 ^{1*}	119
X21H5T	20 — кип.	< 0,1	119
X18H10T	20 — кип.	< 0,001	59, 61
	160	0,006	61
X17H13M2T	20—78	< 0,001	59, 61
	160	0,01	61
0X23H28M3Д3T	20—60	< 0,1	159
	Кип.	0,1—1,0	159
Чугуны			
серые			
	20	< 0,1	65, 159
	80	< 0,13	159
кремнистые	20 — кип.	< 0,1	65, 159
Алюминий			
	20	≤ 0,001	61, 65, 159
	67	4,1 ^{2*}	65
Медь	Кип.	От 3,8 до > 5	65
	20	0,001—0,003 ^{1*}	61, 119
	Кип.	0,03	61
Бронзы			
алюминиевые			
	20	< 0,1 ^{1*}	159
	Кип.	0,1—1,0 ^{1*}	159
оловянистые			
Латунь	20 — кип.	< 0,1 ^{1*}	159
	20 — кип.	< 0,1 ^{1*}	65, 159
	67	2,8—8,3 ^{2*}	65
Никель	20 — кип.	< 0,001	65, 119, 196
	Кип.	0,046—0,5 ^{2*}	65, 159, 196
Монель-металл	20 — кип.	0,0025	159
	Кип.	0,10—0,35 ^{2*}	65, 159, 196
Сплавы типа Н70М27Ф	20 — кип.	0,1—1,0	159
Свинец	20	< 0,001	65, 119
	Кип.	0,05 ^{2*}	65, 119

Примечания. ^{1*} В отсутствие влаги.
^{2*} Во влажном CCl_4 .

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Серебро	20 — кип.	0,000	65, 119
Тантал	20 — кип.	От 0,00 до < 0,001	65, 119
Титан	20 — кип.	< 0,001	105, 119, 196
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен			
	20	O—H	102, 173, 191
	60—100	H	65, 140, 173
Полипропилен	20—100	H	65, 94, 140
Полиизобутилен	20—60	H	65, 173
Полистирол	20	H	65, 127, 177
Полиметилметакрилат	20—60	H	140
Поливинилхлорид	20	O	102
	60	H	65, 102
Фторопласт-4	20—60	B	65, 127, 140
Фторопласт-3	20 — кип.	O—H	65, 143
Полиформальдегид	20	B	102
	50	C	65
Пентапласт	20 — кип.	B	65, 127, 159
Полиамиды	20—60	B	36, 65, 140
Поликарбонаты	20—60	H	65, 140
Фенопласты			
стеклопластики	20—95	B	125
фаолит	20 — кип.	B	65
текстолит	20 — кип.	B	65
Замазки арзамит	20 — кип.	B	3, 36, 65
Смолы			
кремнийорганические	20	H	159
полиэфирные	20	B	89, 140
	60 — кип.	O	65, 127, 163
	100	H	163
фурановые	20—70	C	65, 125, 127
эпоксидные	20	B	36, 65, 127
	Кип.—95	O	125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	B	65, 127
Битумные материалы	20—60	H	65, 187
Перхлорвиниловые лаки	20—60	H	65, 187

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20	Н	36, 65
СКН	20—60	О—Н	65, 92, 177
бутилкаучука	20	Н	65, 72, 177
полисульфидного	20	О—Н ¹	72, 77, 98
силоксанового	20	Н	77
уретанового	20—50	Н	7
хлоропренового	20—60	Н	36, 65, 127
фторкаучука	20—70	В	52, 177
ХСПЭ	20	Н	76, 106
этиленпропиленового	20	Н	
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, ситаллы, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	65, 159
Стекло, кислотоупорная эмаль	До 316	В	159
Керамика, фарфор	20—кип.	В	65, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В ^{2*}	65, 159
Прочие материалы			
Графит пропитанный	20—кип.	В	65, 159
Фенол C ₆ H ₅ OH (т. п. л. 41 °С; т. кип. 181,2 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,002	1
	50	0,02	1
	175	0,03	159
	260	0,40	159
	340	1,17	159
легированные типа X13	20	0,1	119
	Кип.	0,1—1,0	119
X17, X25, X28	20—кип.	0,1	11, 119
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип.	< 0,1	11, 119
	240	0,000 ^{3*}	159
OX23H28M3D3T	До 425	< 0,5	159
	20—кип.	< 0,1	119
	240	0,000 ^{3*}	159
	До 425	< 0,5	159

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от рецептуры и марки резины.
^{2*} Гидравлический и серый цементы нестойки.
^{3*} В чистом феноле.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны			
серые	40	< 0,5	159
кремнистые	20—100	От < 0,05 до < 0,1	1, 39, 159
Алюминий			
	20	0,000	5, 39
	60—70	< 0,013	5, 39
Медь			
	20	0,008	5, 39
	104	0,45	159
Бронзы			
	20	0,05	159
	100	0,1—1,0	159
Латунь			
	20	0,000	5, 39
	200	< 1,0 ^{1*}	159
Никель			
	20	От 0,002 до < 0,1	39, 196
Монель-металл			
	Кип.	≤ 0,05	159
	20	< 0,1	39
	Кип.	≤ 0,05	159
Сплавы типа			
H70M27Ф	Кип.	0,05	159
H55X15M16B	Кип.	0,05	159
Свинец			
	20	1,5—4,6	39, 159
Серебро			
	20—кип.	< 0,1	119
Тантал			
	20	0,000	39, 56, 119
Титан			
	20	< 0,13	39, 105
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен			
	20—40	С	36, 177
	60	С	173
Полиэтилен НД			
	20—60	В	173, 177
Полипропилен			
	20	В ^{2*}	159
Полиизобутилен			
	40—60	О	36, 177
	100	Н	1, 173
Полистирол			
	20	Х—О ^{2*}	173
	50	О—Н ^{2*}	173
Полиметилметакрилат			
	20—60	О	140
Поливинилхлорид			
	20	С	102, 140
	40	О—Н ^{2*}	14, 32, 102

Примечания. ^{1*} В парах феноля.
^{2*} В чистом феноле стойкость ниже, чем в водных растворах.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фторопласт-4	20 — кип.	В	1, 36, 177
Фторопласт-3	20—60	В	36
Полиформальдегид	60	Н	102
Пентапласт	20—105	В	163, 177
Полиамиды	20	Н	36, 159
Поликарбонаты	20—60	Н	102, 140
Фенопласты	20	Н	36, 43
Замазки арзамит	20—60	В — Н ^{1*}	1, 43, 122
Смолы			
полиэфирные	20—60	Н	125, 159
фурановые	20—100	В — Х ^{2*}	125, 159
эпоксидные	25	С — Н	14, 125
	95	О	125
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	С	63
Битумные материалы	20	Н	159
Перхлорвиниловые лаки	20	Н	14
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального	20—60	Х — Н ^{3*}	36, 92, 177
СКС, СКН	20—60	О — Н ^{3*}	36, 159, 177
бутылкаучука	20—60	С — О	155, 170, 181
силоксанового	100	Н	36, 177
уретанового	20	Х	177
хлорпренового	20	О — Н	18, 128, 177
фторкаучука	20—100	В	159, 177
	149	Х	159, 177
ХСПЭ	20	Н	177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20—100	В	54
Стекло, кислотоупорная эмаль	20 — кип.	В	1, 159
Керамика, фарфор	20—100	В	1, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159

Примечания. ^{1*} Арзамит-2 и Арзамит-5 более стойки, чем Арзамит-1 и Арзамит-4.

^{2*} Стойкость замазок на фурановых смолах в чистом феноле выше, чем в 5%-ном водном растворе [159], стеклопластики стойки до 120 °С [125].

^{3*} Эбониты более стойки, чем мягкие резины. В чистом 100%-ном феноле нестойки.

^{4*} Серный и портландцементы нестойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	159
Антегмин, графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	43, 69, 159
Формальдегид НСНО (~40%-ный раствор)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
Стали			
углеродистые	20	0,038	39
	65	0,81	63
легированные типа			
X13, X17, X25, X28	20 — кип.	< 0,1	11, 63, 119
X21H5T	90—100	< 0,1	11, 119
X18H10T	20 — кип.	< 0,1	11, 119
	135	< 0,1	63
X18H10T,	65	0,002	63
X17H13M2T	(пары)		
X17H13M2T,	20 — кип.	< 0,1	119
0X23H28M3Д3T			
Чугуны			
серые	20	0,07	39
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	0,0—0,32 ^{1*}	39, 63, 119
	60—70	0,5—3,2 ^{1*}	39, 63, 119
Медь, бронзы	20 — кип.	< 0,1	119, 159
	104	< 0,013	63
Бронзы алюминиевые	135	0,018	5, 63
Латунь	20—100	0,1—1,0	159
	135	0,01	63
Никель	20 — кип.	< 0,1	159
	104	0,023 ^{2*}	119
	135	0,08—0,56 ^{3*}	63
Монель-металл	20 — кип.	< 0,1	159
	104	0,013 ^{2*}	63
	135	0,20	63
Сплавы типа			
H70M27Ф	20 — кип.	< 0,1	159
H55X15M16B	135	0,002	63

Примечания. ^{1*} При увеличении концентрации раствора скорость коррозии резко возрастает.

^{2*} В 10%-ном растворе.

^{3*} Стойкость зависит от содержания муравьиной кислоты.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20—135	0,05—0,09	39, 63
Серебро	20 — кип.	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	Кип.	< 0,0001	63
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—60 100	В С	63, 140, 173 36
Полипропилен	20—60	В	173
Полиизобутилен	20—60	В	63, 173
Полистирол	20—50	Х—О	63, 159, 173
Полиметилметакрилат	20—60	В—Н	63, 140, 163
Фторопласт-4	20 — кип.	В	63, 164
Фторопласт-3	20—60	В	140
Пентапласт	20—105	В	78
Полиамиды	20	В—Н	36, 173
Поликарбонаты	20	В—Н	102, 140
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	В	125
фаолит	20	В	63
текстолит	20	В	12, 63
Замазки арзамит	20—120	В	63, 187
Смоли			
кремнийорганические	20	С	191
полиэфирные	20—70 90—100	В С	163 36
фурановые	20—120	В ^{1*}	63, 125
эпоксидные	20—100	В	63, 125, 187
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—100	В	63, 159
Битумные материалы	20 60	Х О	1, 63, 193 193
Перхлорвиниловые лаки	20—60	В	1, 14, 63

Примечание. ^{1*} Смоли ФЛ-1 и ФЛ-4 нестойки при 100 °С в 33%-ном растворе [91, 102].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Резины на основе каучуков			
натурального	20—60	В—О ^{1*}	63, 129
СКС	20—60	С—О ^{1*}	36, 63, 129
СКН	20	С	92
	60	С—Н ^{1*}	129
бутилкаучука	20—60	С	129
полисульфидного	20—65	Х—О ^{1*}	35, 63, 77
силоксанового	60	С	129
уретанового	20	О	129
хлоропренового	20	В	36, 140
фторкаучука	20	В	159
ХСПЭ	60—80	С—О ^{1*}	63, 128, 129
	20	В	63, 106, 129
	70	Н ^{2*}	85, 107
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—кип.	В	63
Кислотоупорная эмаль	20—150	В	63
Керамика, фарфор	20—кип.	В	63
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В—Н ^{3*}	63
Прочие материалы			
Дерево	20	С	131
Ангит, графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	31, 43, 63
Формаид HCONH_2 (т. пл. 2,5 °С; т. кип. 111 °С при 20 мм рт. ст.)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—100 > 100	< 0,1 Не применимы	159 159
легированные типа X18H10T	20—кип. 350—450	< 0,1 < 0,1 ^{4*}	159 195

Примечания. ^{1*} Стойкость зависит от рецептуры (марки) резины; обиты более стойки, чем мягкие резины.

^{2*} Данные [85] для покрытий. По другим данным [129] при 60 °С стойки.

^{3*} Серый цемент стойк до 90 °С, гидравлический цемент нестойк.

^{4*} Для аппаратов, работающих под давлением при этих температурах не рекомендуется.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали легированные типа X17H13M2T, 0X23H28M3Д3Т	20—кип.	<0,1	159
Чугуны серые	20—100	<0,1	159
кремнистые	>100	Не применимы	159
Алюминий	20	<0,1	159
Медь	20—100	<0,1	159, 185
Никель, монель-металл	20—кип.	<0,1 ^{1*}	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	<0,1	159
Свинец	20—100	<0,1	159
Серебро	20—кип.	<0,1	159
Тантал	20—100	<0,1	159
Титан	20—100	<0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	С ^{2*}	191
	60	О ^{2*}	191
Полиизобутилен	20—60	С—Н ^{3*}	159
Полистирол	20	В	159
Поливинилхлорид	20—60	В—Н ^{4*}	159
Фторопласты	20	В	159
Полиформальдегид	60	С ^{2*}	102
Полиамиды	20	В—Х ^{5*}	173
Поликарбонаты	20	Н ^{2*}	102
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159

Примечания. 1* В отсутствие кислорода воздуха.

2* Данные для диметилформамида.

3* В присутствии синильной кислоты нестойк.

4* В безводном формамиде и его концентрированных растворах нестойк, в разбавленных водных растворах стойк.

5* Стойкость зависит от марки полиамида.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фосген COCl₂ (т. пл. -118 °С; т. кип. 8,3 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые легированные типа X18H10T, X17H13M2T	20	<0,1	97
Алюминий	20	<0,1	12, 119
Свинец	20	<0,1	97
	20	Не применим	12
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен ^{1*}	20	В	173
	60	О	173
Полиизобутилен ^{1*}	20	В	173
	60	О	173
Поливинилхлорид	20—60	В ^{1*}	102
Фторопласт-4	20—60	В	54
Фоолит	20	В	40
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20	Н ^{2*}	170
СКН, бутилкаучука	20	О	159
хлоропренового	20	О	159
Фреоны^{3*} C_nCl_mF_p (CFCl₂—CFCl₂; т. пл. 24,6 °С; т. кип. 92,8 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали ^{4*} углеродистые	50	От <0,001 до 0,008	61
	100	0,004	61
	150	От <0,01 до 0,05	51, 61

Примечания. 1* Данные для газа, в жидком нестойк.

2* Эбониты более стойки, чем мягкие резины.

3* Стойкость материалов во фреонах (фтор- и хлорзамещенные производные метана и этана) разного состава колеблется в различных пределах.

4* Скорость коррозии сталей в чистых фреонах, в сырье коррозии значительно сильнее.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Стали			
легированные типа X13	50 100—150	< 0,001 0,003	61 61
X18H10T	50 100 150	0,001 0,004 0,005	61 61 61
X17H13M2T	20—кип.	От < 0,1 до 1,0 ^{1*}	159
OX23H28M3ДЗТ	20	< 0,1	159
Чугуны серые	20—кип.	От 0,1 до 3,0 ^{2*}	159
Алюминий	50 150 180	0,00—0,003 ^{3*} От 0,01 до 0,05 0,002—0,04 ^{2*}	61 51 51
Медь	50 80—100 150—180	< 0,001 ^{4*} 0,014—0,02 От < 0,001 до 0,1 ^{2*}	59, 61 59, 61 51
Бронзы			
алюминиевые	50 100	0,001 0,02	61 61
оловянистые	50	От < 0,001 до 0,13	61
Латунь	50	0,001—0,047	61
Никель	50 100 150	< 0,001 0,003 0,005 ^{5*}	61 61 61
Монель-металл	50 100 150	≤ 0,001 0,0005 0,004 ^{5*}	61 61 61
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	50 100 150	0,003 0,003 0,19	61 61 61
Серебро	20—кип.	0,1	159
Титан	50 150	От 0,01 до 0,006 0,049	63 63

Примечания. 1* Стойкость зависит от влажности, температуры, давления и марки фреона. В условиях ректификации фреона-22 при температуре 50—80 °С скорость коррозии < 0,001 мм/год.

2* Корродируют в присутствии влаги.

3* Скорость коррозии в сыре 0,55 мм/год для фреона-113 и 0,63 мм/год для фреона-22 [51].

4* Во фреоне-сырце скорость коррозии возрастает до 0,04—0,1 мм/год.

5* В газовой фазе в реакторе синтеза фреона-113 скорость известной коррозии 0,21 мм/год (монель-металла—0,097 мм/год); в холодильнике при 70 °С—1,19 мм/год (монель-металла—0,86 мм/год); характер коррозии точечный [59].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
Пластмассы ^{1*}			
Полиэтилен	20—40	В—О	59, 61
Полипропилен	20	С—Н	61, 173
Полиизобутилен	20—50	О—Н ^{2*}	59
Полистирол	20	Н	61, 173
Полиметилметакрилат	20	Н	61
Поливинилхлорид	20—40	С—Н	59, 61
Фторопласт-4	20—50	В—Х	59, 61
Фторопласт-3	20—40	В—Н	61, 159, 177
Пентапласт	20—66	В	102, 177
Полиамиды	20	В—О	177
Поликарбонаты	20—50	Н	61, 102
Фенопласты			
стеклопластики	10—50	В—О	61
фэолит	10—40	О	59
текстолит	10—40	Х—Н	61
Замазки арзамит	20—50	С	61, 177
Эпоксидные смолы	10—50	В—Х	59, 61
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—50	В	61
Битумные материалы	20	Н	159
Резины на основе каучуков ^{1*}			
натурального, СКС	20	Н	61, 129
СКН	20	С—Н	61, 129, 177
бутилкаучука	20	О	129
полисульфидного	20	С—Н	177
силоксанового	20	О—Н	61, 129, 177
уретанового	20	В—Н	129, 177
хлоропренового	20	С—Н	128, 129, 177
фторкаучука	20—50	С—Н	59, 61, 177
ХСПЭ	20	В	108, 129, 177
Неорганические материалы			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Фарфор	20	В	159

Примечания. 1* В зависимости от марки фреона.

2* В фреоне-22 набухание < 1,0%, но изменение относительного удлинения ~50%; в фреоне-113 растворяется [59].

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	С — Н ^{1*}	159
Графит пропитанный	20—50	В	59
Уголь	20—кип.	В	159
Фурфурол C ₄ H ₂ OCHO (т. пл. —36,5 °С; т. кип. 162 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,05	63
	Кип.	0,45 ^{2*}	5, 6
	104	0,27	6
легированные типа X13	20	0,0014	63
	235	0,035	159
	Кип.	< 0,01	67
X17	Кип.	< 0,1	11, 119
X25, X28	104	0,03	6, 63
	Кип.	0,008	6, 63
X21H5T	20	0,0002	63
X18H10T	20	0,0003	63
	235	< 0,0025	159
	Кип.	0,000	67
X17H13M2T	20—кип.	< 0,001	5, 6, 63
OX23H28M3D3T	20—кип.	0,1	119
Чугуны			
серые	20—кип.	От 0,1 до 3,0 ^{3*}	159
	235	0,0025	159
кремнистые	20—кип.	< 0,1	159
Алюминий			
	20	0,005	63, 159
	Кип.	0,09—0,19	5, 6, 67
Медь			
	20—кип.	От < 0,1 до < 0,1	5, 63, 159
Медь, бронзы			
	До 200	< 0,15	185
	> 200	> 0,5	185
Латунь	Кип.	0,14—0,29	67
Никель, монель-металл	20—кип.	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—кип.	< 0,1	159

Примечания. 1* Стойко, но прогниваемо.

2* В паровой фазе скорость коррозии 2,44 мм/год [5].

3* В зависимости от условий эксплуатации.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20—100	< 0,1	159
	235	0,065	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—100	Н	36, 63
Полиизобутилен	20—60	Н	36, 63
Полистирол	20—50	Н	63, 173
Полиметилметакрилат	20	Н	36
Поливинилхлорид	20	Н	36
Фторопласты	20	В	63, 176
Фторопласт-3	100	Н	63
Пентапласт	66	В	63
Полиамиды	20	В — X ^{1*}	173
Фенопласты	20	Н	63
Смолы			
полиэфирные	20—60	Х	193
	100	Н	193
фурановые	20	О — Н	36, 63
эпоксидные	20	Н	159
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	С	159
Битумные материалы	20—60	Н	193
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20	С — Н ^{2*}	159
СКН	20	О — Н ^{2*}	72, 92, 155
бутилкаучука	20	В	181
полисульфидного	20	Н	77
силоксанового	20	В	77
хлоропренового	24—30	О	36, 128
фторкаучука	70	Н	
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Кислотоупорная эмаль	20	В	63, 159

Примечания. 1* Стойкость зависит от сорта и марки смолы.

2* Эбоиты более стойки, чем мягкие резины.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика	20—100	В	63
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В ^{1*}	63, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный	20—100	В	193
Хлорбензол C ₆ H ₅ Cl (т. п. —45 °С; т. кип. 132 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20—30	1,3 ^{2*}	65
	100	0,1—1,0	159
	Кип.	1,0—3,0	159
легированные типа			
X13	20	<0,1	159
X21H5T	20—30	0,3 ^{2*}	65
X18H10T	110—120	0,08 ^{2*}	65
X18H10T,	Кип.	<0,1	11, 119
X17H13M2T			
OX23H28M3D3T	20—кип.	<0,1	119, 159
Чугуны			
серые	20	0,1—1,0	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20—100	<0,1	159
Медь, латунь	20—100	<0,1	159
Бронзы			
алюминиевые	20—100	0,1—1,0	159
оловянные	20	<0,1	159
Никель	20—100	<0,1	159
Монель-металл	20—кип.	<0,1	39, 159
Сплавы типа H70M27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20—60	<0,1 ^{3*}	159
Серебро	20—100	<0,1	159
Тантал	20	0,000	56
	100	<0,1	159
Титан	20—30	0,000 ^{2*}	65
	Кип.	<0,1	159

Примечания. 1* Гидравлический цемент нестойк.

2* Данные скорости коррозии производственных аппаратов.

3* По данным [12], нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20	O—H	36, 65, 173
	60	H	140, 173
Полипропилен	20—60	H	65, 140
Полиизобутилен	20—60	H	65
Полистирол	20—60	H	65, 173
Фторопласты	20—60	В	36, 65
Асбонинид	20—30	В	65, 135
Пентапласт	66	C ^{1*}	65
Полиамиды	20	В—X ^{2*}	173
Поликарбонаты	20—60	H	102, 140
Полиарилаты	20	H	102
Фаслит	20	C	65
Замазки арзамит	20	В ^{3*}	65
Смолы	20—кип.		
полнэфирные	20—60	В—O	65, 140, 142
фурановые	20	C—O	36, 65
	60	H	65
эпоксидные	20	O	44
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—36	В	1, 65
Битумные материалы	20—60	H	65
Перхлорвиниловые лаки	20	H	121
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС,	20	H	65
СКН			
бутилкаучука	20	H	65
полисульфидного	20	H	77
силоксанового	20	H	77
уретанового	20—60	H	140
хлоропренового	20	H	65
фторкаучука	24	O	24
	90	H	65

Примечания. 1* В дихлорбензоле.

2* Стойкость зависит от марки полиамида.

3* Данные для Арзамита-4 и Арзамита-5.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неорганические материалы			
Природные кислотоупорные	20—кип.	В	65
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	65
Керамика, фарфор	20—кип.	В	65
Цементы (кроме гидравлического), бетоны, замазки	20—100	В	65, 159
Прочие материалы			
Дерево	20—100	С — Н ^{1*}	159
Антрацит, графит пропитанный	20—кип.	В	65, 159
Уголь	20	В	159

Хлористый аллил $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$ (т. пл. $-136,4^\circ\text{C}$;
т. кип. $44,6^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали	45	0,35 ^{2*}	65
углеродистые			
легированные типа			
X18H10T	45	0,003—0,047 ^{3*}	65
X17H13M2T	45	0,01—0,03 ^{3*}	65
OX23H28M3D3T	45	0,014—0,11 ^{3*}	65
Чугуны серые	20	< 0,1 ^{4*}	65
Алюминий	45	< 0,1	65
Медь, бронзы, латунь	45	< 0,1	65
Никель, монель-металл	45	< 0,1	65
Сплавы типа			
H70H27Ф	45	< 0,1	65
H55X15M16B	45	< 0,1	65
Свинец	45	< 0,1	65
Серебро	45	< 0,1	65
Титан	45	0,002	65

Примечания. ^{1*} Нестойко в техническом хлорбензоле.
^{2*} В присутствии 1% воды скорость коррозии 1,0 мм/год.
^{3*} При увеличении содержания воды скорость коррозии возрастает.
^{4*} В сухом, нейтральном хлористом аллиле.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	25	В — Н	3, 36
Поллизобутилен	20	Н	36
Полиметилметакрилат	20	Н	36
Поливинилхлорид	20	Н	36
Фторопласт-4	40	С	36
Фторопласт-3	25	О	36
Полиамиды	20	С	36
Фенопласты	20	С	36
Фурановые смолы	20	С	36
Резины на основе каучуков			
натурального	20	Н	36
хлоропренового	20	Н	36
Прочие материалы			
Графит, пропитанный фурилоформальдегидной смолой	Кип.	В	36

Хлористый ацетил CH_3COCl (т. пл. -112°C ;
т. кип. $51-52^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали	20—кип.	> 3,0	159
углеродистые			
легированные типа			
X13	20	> 3,0	159
X17	Кип.	0,1—1,0	119
X18H10T	Кип.	От < 0,1 до 1,0	11, 39
X17H13M2T	Кип.	0,1—1,0	39, 159
OX23H28M3D3T	20	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20—кип.	> 3,0	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	> 3,0	159
Медь, бронзы	20	0,1—1,0	159
Никель	20	< 0,1	159

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Монель-металл	20	0,1—1,0	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—кип.	От <0,1 до 1,0 ^{1*}	159
Свинец	20	0,1—1,0	159
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	20	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	Н	159
Полиизобутилен	20	Н	159
Полистирол	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	Н	159
Поливинилхлорид	20	Н	159
Фторопласт-3	20	О	36
Полиамиды	20	Н	159
Полиэфирные смолы	20	Н	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные лаки	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	159
бутилкаучука	20	Н	159
хлоропренового	20	Н	36, 128
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В — Н ^{2*}	159

Примечания. 1* Скорость коррозии зависит от чистоты продукта.

2* Простые цементы и бетоны нестойки, кислотоупорные вполне стойки.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Хлористый бензил $C_6H_5CH_2Cl$ (т. пл. $-39^\circ C$; т. кип. $179^\circ C$)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые легированные типа X13	20	>10	159
X18H10T, X17H13M2T	20	>3,0	159
OX23H28M3D3T	20—100	<0,1	159
Чугуны			
серые	20	>10	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20	>3,0	159
Медь	20—кип.	От <0,1 до 3,0 ^{1*}	159
Бронзы, латунь	20	<0,1	159
Никель	20—100	<0,1	159
Монель-металл	20—100	0,1—1,0	180
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20—кип.	<0,1 ^{2*}	159
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	20	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	О — Н	36, 159, 170
Полиизобутилен	20	Н	36
Полистирол	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	Н ^{3*}	159
Поливинилхлорид	20	Н	36
Фторопласт-4	20—кип.	В	36
Фторопласт-3	20	В	36

Примечания. 1* Скорость коррозии возрастает с повышенной температурой.

2* При температуре кипения в отсутствие воздуха.

3* Сополимер метилметакрилата с акрилонитрилом относительно стоек [64].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Пентапласт	20	В	159
Полиамиды	20	В	159
Полникarbonаты	20	Н	159
Полиуретаны	20	Н	159
Фенопласты	20	В ^{1*}	159
Замазки арзамит	20	В	159
Полиэфирные смолы	20	Н	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	Н	159
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	О — Н	36, 159, 170
СКН, хлоропренового	20	Н	36, 170
бутылкаучука	20	С	170
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло	20—100	В	55, 159
Кислотоупорная эмаль, керамика	20—кип.	В	54, 159
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{2*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	В	159
Хлористый бензоил C_6H_5COCl (т. пл. $-0,6^\circ C$; т. кип. $198^\circ C$)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые легированные типа 0Х23Н28М3Д3Т	20—кип.	0,1—1,0 ^{3*}	159
Чугуны серые	20	< 0,1	159
Алюминий	20—кип.	0,1—1,0 ^{3*}	159
	20	0,000 ^{4*}	39, 159
	200	> 10	39, 159

Примечания. 1* Данные [159], по другим [36] нестойки.

2* Вполне стойки только кислотоупорные материалы.

3* В присутствии кислорода воздуха и влаги коррозия возрастает.

4* В безводном хлористом бензоиле коррозии нет, в 50%-ном растворе при 20 °С нестойк [119].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Медь, бронзы	20	< 0,1	159
Никель	20	0,1—1,0	159
Монель-металл	20—100	0,5	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	0,1—1,0	159
Серебро	20	< 0,1	159
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	О	191
Полипропилен	20	О	191
Поливинилхлорид	20—60	Н	191
Фторопласт-4	20—100	В	159
Фторопласт-3	20	В	159
Полиамиды	20	В — Н ^{1*}	159
Фаолит	20	В	159
Замазки арзамит	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	159
бутылкаучука	20	Н	159
хлоропренового	20	Н	128
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{2*}	159

Примечания. 1* Стойкость зависит от сорта и марки смолы.

2* Вполне стойки только силикатные кислотоупорные материалы.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Хлористый метил CH_3Cl (т. пл. $-97,6^\circ\text{C}$;
т. кип. $-23,7^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,001—0,07 ^{1*}	37, 63
	70	0,16—0,36	63, 65
легированные типа			
X13, X17	Кип.—100	< 0,1	119
X21H5T	20—45	0,000 ^{2*}	37
X18H10T	20	0,001 ^{3*}	63
	70	0,58 ^{3*}	63
X17H13M2T	20	< 0,1	119
	100	0,1—1,0	159
0X23H28M3Д3T	20	< 0,1	159
	60	0,1—1,0	159
	100	1,0—3,0	159
Чугуны			
серые	15	0,03	65
	70	0,30 ^{3*}	63, 65
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	≤ 0,001	65
Медь	20	< 0,1	159
	70	0,013 ^{3*}	63
Бронзы алюминиевые	70	0,035 ^{3*}	63
Бронзы, латунь	20	< 0,1	159
Никель	20—60	< 0,1	159
Монель-металл	20—100	< 0,1	119, 159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—60	< 0,1	159
	80	0,1—1,0	11
Свинец	20—100	< 0,1 ^{4*}	65, 159
Серебро	20—100	< 0,1	65, 159
Тантал	20	0,000	56
	100	< 0,1	159
Титан	20—100	≤ 0,001	65

Примечания. 1* В присутствии влаги скорость коррозии резко возрастает.

2* В присутствии 0,02% воды [37].

3* В насыщенном паре хлористом метиле [63].

4* По данным [53] нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	Н	65, 140
Полиизобутилен	20	Н	65, 173
Полистирол	20—50	Н	65, 173
Полиметилметакрилат	20	Н	36, 65
Полвинилхлорид	20	О—Н	36, 65, 140
Фторопласты	20	В	65, 170, 176
Полиамиды	20	В	36, 65
Фенопласты	20	В	36, 65
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20—65	В	65, 125
эпоксидные	20	Н	36, 65
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	О—Н	36, 72, 92
бутилкаучука	20	С—О	65, 72, 176
полисульфидного	20	Н	65, 72
силоксанового	20	Н	36, 65
хлоропренового	20	Н	128
фторкаучука	24	Н	24
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В—Н ^{1*}	159
Стекло, ситаллы, кислотоупорная эмаль	20	В	65, 159
Керамика, фарфор	20	В	65, 159
Фарфор	100	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—60	В—Н	65, 159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	Н	131
Графит пропитанный	20—100	В	65, 159
Уголь	20	В	159

Примечание. 1* Стойки, по проницаемости.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Хлористый метилен CH_2Cl_2 (т. пл. $-96,8^\circ\text{C}$;
т. кип. 40°C)

Металлы и сплавы			
Сплавы типа H70M27Ф, H55X15M16B H55X15M16B	50—60 Кип.	<0,1 0,1—1,0	11 119
Неметаллические материалы			
Пластмассы			
Полиэтилен	20—кип.	О—Н	65, 177
Полипропилен	20 Кип.	О Н	191 191
Полиизобутилен	20—кип.	Н	65, 177
Полистирол	20—50	Н	177
Полиметилметакрилат	20	Н	36, 65, 140
Полivinилхлорид	20—кип.	Н	65, 102
Фторопласты	20	В	140
Полиамиды	20	С—Н	3, 36, 65
Поликарбонаты	20	С—Н	102, 140
Полиарилаты	20	Н	102
Фенопласты			
стеклопластики	20	О	191
фаолит	20	С	65
Замазки арзамит	20	С	43
Смоли			
полиэфирные	20	Н	191
фурановые	20	С	65
эпоксидные	20	Н	191
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20	Н	36, 65
уретанового	38	Н	177
хлоропренового	20—кип.	Н	65, 128
фторкаучука	38	Х	177
ХСПЭ	20	Н	177

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
----------	-----------------	--	------------

Неорганические материалы

Стекло, ситаллы	20	В	65
Кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	65
Керамика фарфор	20	В	65
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В—О	65

Прочие материалы

Графит пропитанный	18	В	31
--------------------	----	---	----

Хлористый этил $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ (т. пл. $-138,7^\circ\text{C}$;
т. кип. $12,5^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали	20—100	<0,1 ^{1*}	65, 159
углеродистые			
легированные типа	Кип.	<0,1	119
X13, X17	100	<0,1	159
X13, X17, X25, X28	20	<0,1	11, 119
X18H10T, X17H13M2T OX23H28M3D3T	20—100	<0,1 ^{2*}	11, 65
Чугуны	20	<0,1	65, 159
серые	20	0,1 ^{1*}	65, 159
кремнистые	20	<0,1	65, 159
Алюминий	20—100	Не применим ^{3*}	65, 159
Медь	20—100	<0,1	65
Бронзы	20	<0,1	159
Бронзы алюминиевые, латунь	Кип.	0,02—0,03	65, 159
Никель, монель-металл	20—кип.	<0,1	65, 159
Сплавы типа H70M27Ф, H55X15M16B	Кип.	<0,1	65, 159
Свинец	20	<0,1	159
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	Кип.	<0,1	65
Титан	20	<0,1	159

Примечания. 1* В присутствии влаги нестойки.
2* Во влажном наблюдается точечная коррозия и коррозия под напряжением.
3* Во влажном хлористом этиле; в чистом и сухом при 20 °С стойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	Н	36
Полипропилен	0	О	94
	20	Н	140
Полиизобутилен	20	Н	36
Полистирол	20	Н	159
Полиметилметакрилат	20	Н	36
Поливинилхлорид	20	Н	36
Фторопласт-4	20—100	В	159
Фторопласт-3	20	В	170
Полиамиды	20	В	36
Фенопласты	20	В	36
Замзки арзамит	20—120	В	187
Смолы			
полиэфирные	20	С—Н	125, 140, 159
фурановые	20	С	36
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	Н	159
Перхлорвиниловые лаки	20	Н	187
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	Н	36
СКН, бутилкаучука	20	С—Н	159, 170, 181
полисульфидного	20	О	176
уретанового	20	Н	140
хлоропренового	20	С—Н	159, 170, 176
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замзки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Антегмит, графит пропитанный	Кип.	В	159
Уголь	20—100	В	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Хлороформ CHCl_3 (т. пл. $-63,5^\circ\text{C}$; т. кип. $61,2^\circ\text{C}$)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	От -40 до $+30$ 20 Кип.	$0,14^{1*}$ $< 0,001^{2*}$ $0,22^{2*}$	59 22, 65 65
легированные типа X13, X17	20 Кип.	$< 0,1$ $0,01-1,0^{3*}$	11, 119 65
X25, X28	20—кип.	$< 0,1$	119
X21H5T	20—25	$< 0,001$	66
X18H10T	От -40 до $+30$	$0,12^{1*}$	59
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20—кип. От -40 до $+30$	$< 0,1$ $0,10^{1*}$	11, 65, 119 59
0X23H28M3D3T	20—кип.	$< 0,1$	119
Чугуны серые	20—кип.	От $0,1$ до $3,0^{3*}$	159
кремнистые	20	$< 0,1$	159
Алюминий	20 Кип.	$< 0,001$ $0,000^{2*}$	22, 65 39, 119
Медь	20 Кип.	$0,003-0,02$ $0,2-0,3$	65 65
Бронзы алюминиевые	20 Кип.	$< 0,1$ $0,15$	159 65
Бронзы оловянистые, латунь	20—кип.	От $< 0,1$ до $3,0^{3*}$	159
Никель	25—30 Кип.	$< 0,001$ $< 0,005$	65, 196 39, 65, 196
Монель-металл	25—30 Кип.	От $< 0,001$ до $0,005$ $0,005-0,11$	65 39, 65
Сплавы типа H70M27Ф	20—кип.	$< 0,1$	159
Свинец	20—кип.	$< 0,08$	65
Серебро	20—кип.	$< 0,1$	159

Примечания. 1^* В техническом хлороформе.
 2^* В отсутствие влаги.
 3^* В присутствии влаги коррозия усиливается.
 4^* В присутствии аммиака коррозия усиливается.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Тантал	20	0,000	56
	Кип.	< 0,1	159
Титан	От -40 до +30	< 0,0001	59
	20 — кип.	0,0002	196
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	О — Н	102, 173, 191
	60—100	Н	173
Полипропилен	20	О	191
	60—100	Н	173
Полиизобутилен	20—100	Н	173
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	140
Поливинилхлорид	20—60	Н	102
Фторопласт-4	20 — кип.	В	65
Фторопласт-3	20	В	65
	Кип.	О	65
Полнамиды	20—60	С — Н	3, 36, 132
Поликарбонаты	20—60	Н	102, 140
Полиарилаты	20	Х	102
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	В	125
фаолит	20—60	В — Н	36, 65, 159
Замазки арзамит	20	О	122
Смолы			
полиэфирные	20—60	О — Н	125
фурановые	20 — кип.	В	65, 125
эпоксидные	20	В	65, 125
	60—95	О	65, 125
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20	Х — Н ^{1*}	65, 125
Битумные материалы	20—60	Н	44
Перхлорвиниловые лаки	20—60	Н	187
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС, СКН	20	Н	36, 181
бутилкаучука	20	Н	159, 181

Примечание. ^{1*} Стойкость зависит от сорта смолы.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
силоксанового хлоропренового фторкаучука	20—60 20—60 24	Н Н О	140 36, 140 24
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	65
Стекло, ситаллы	20 — кип.	В	65
Кислотоупорная эмаль	20	В	65
Керамика, фарфор	20—100	В	65, 159
Цементы, бетоны, замазки	20—60	В — Н ^{1*}	65
Прочие материалы			
Дерево	20—60	В — Н ^{2*}	159
Графит пропитанный, уголь	20 — кип.	В	69, 159
Хлорсиланы (т. кип. от -30,4 до -70 °С и выше)			
Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20	От < 0,001 до 0,003	22, 63
легированные типа 2Х13	20	0,0097	63
Х18Н10Т,	20	< 0,1	159
Х17Н13М2Т			
0Х23Н28М3Д3Т	20	< 0,1	159
Чугуны серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Медь, бронзы	20	< 0,1	159
	Кип.	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20—100	< 0,1	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159

Примечания. ^{1*} Гидравлический и серый цементы нестойки.
^{2*} Для хранения хлороформа дерево непригодно, но применяется в перемешивающих устройствах.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	Н	159
Полиизобутилен	20	Н	63, 159
Полистирол	20	Н	159
	60	Н	159
Поливинилхлорид	20	В	63
Фаолит	20	В	63
<i>Смолы</i>			
полиэфирные	20	Н	159
эпоксидные	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные лаки	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	Н	159
бутилкаучука	20	Н	159
хлоропренового	20	Н	159
Циклогексан $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2$ (т. пл. 6,5 °С; т. кип. 80,7 °С)			
Металлы и сплавы			
<i>Стали</i>			
углеродистые	30—40	< 0,001	66
	20—кип.	< 0,1	159
<i>легированные типа</i>			
X13	20—кип.	< 0,1	159
X21H5T,	20—кип.	< 0,1	66, 159
X17H13M2T			
X18H10T,	20—кип.	< 0,1	159
OX23H28M3Д3T			
<i>Чугуны</i>			
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
	20—кип.	< 0,1	159
Алюминий	20—кип.	< 0,1	159
Медь, бронзы, латунь	20	< 0,1	159
Никель	20	< 0,1	159
Моисель-металл	20—кип.	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Свинец	20—кип.	< 0,1	159
Серебро	20—кип.	< 0,1	159
Тантал	20—кип.	< 0,1	159
Титан	20—кип.	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	В	173
Полиэтилен НД	60	С	173
Полипропилен	20	С	173
Полиизобутилен	20	Н	159
Полистирол	20—50	Н	173
Поливинилхлорид	20—40	В	159
Фторопласты	20	В	159, 170
Полиамиды	20	В	159, 173
Фаолит	20	В	159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	159
Битумные материалы	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	Н	159, 170
СКН	20	X ^{1*}	159, 170
бутилкаучука	20	Н	159, 170
полисульфидного	20	В	159
силоксанового	20	Н	77
хлоропренового	20	X	70, 170
фторкаучука	24	В	24
этиленпропиленового	20	Н	52, 75
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159

Примечание. * В зависимости от марки резины набухание при 20 °С за 5 дней составляет 10—20%.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В 1*	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Циклогексанон $\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2$ (т. пл. -45°C ;
т. кип. $155-156,7^\circ\text{C}$)

Металлы и сплавы			
Стали углеродистые	20—кип.	От $< 0,1$ до $> 3,0^{2*}$	159
легированные типа X13	20	$< 0,1$	159
X18N10T, X17N13M2T	20	$< 0,1$	159
OX23N28M3Д3T	20	$< 0,1$	159
Чугуны серые	20—кип.	От $< 0,1$ до $> 3,0^{2*}$	159
кремнистые	20	$< 0,1$	159
Алюминий	20—100	$< 0,1$	159
Медь, бронзы, латунь	20—кип.	От $< 0,1$ до $> 3,0^{3*}$	159
Никель	20	$< 0,1$	159
Монель-металл	20—100	$< 0,1$	159
Сплавы типа N70M27Ф	20	$< 0,1$	159
Свинец	20—100	$< 0,1^{4*}$	159
Серебро	20—100	$< 0,1$	159
Тантал	20—100	$< 0,1$	159
Титан	20—100	$< 0,1$	159

Примечания. 1* Стойки, но проницаемы.

2* В чистом безводном и нейтральном циклогексане вполне стойки, во влажном нестойки.

3* В отсутствие кислорода медь и ее сплавы вполне стойки до температуры кипения.

4* Вполне стоек в отсутствие примесей.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	C — H	173, 191
	60	O — H	173, 191
	100	H	173
	20	B	94
Полипропилен	60	O	191
	100	H	173
	20—100	H	36, 173
	20—50	H	173
Фторопласт-4	20—150	B	36
Фторопласт-3	20—60	B	140
Пентапласт	25	B	163
Полиамиды	20—60	B	140
Поликарбонаты	20—60	H	140
Смоли			
полиэфирные	20	H	159
эпоксидные	20	O — H	36, 159
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Битумные лаки	20	H	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС, СКН	20	H	129
бутилкаучука	20	H	129
силоксанового	20	O	129
уретанового	20—60	H	140
хлорпренового	20	H	129
фторкаучука	20	H	129
ХСПЭ	20	H	129
стиленпропиленового	20	O	52, 75
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	B	159

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В — Н ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В ^{2*}	159
Этан CH_3CH_3 (см. Бутан, стр. 614)			
Этилацетат $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$ (т. пл. —84 °С; т. кип. 77,15 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	< 0,1	159
легированные типа X13	20	< 0,1	159
X15M, OX17M2T	90—100	0,001—0,003	5
X21H5T, X18H10T, X17H13M2T	20	< 0,1	119
OX23H28M3D3T	20	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20—кип.	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,1	159
Медь, бронзы, латунь	20	< 0,1	159
	90—100	0,023	5
Никель, монель-металл	20—кип.	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20—кип.	< 0,1	159
Серебро	20—кип.	< 0,1	159
Тантал	20—кип.	< 0,1	159
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	С — О	140, 177, 191
	60	О — Н	36, 173, 191
Полипропилен	20—60	С — Н	94, 127, 177
Полиизобутилен	20—60	Н	159

Примечания. 1* Серный и портландцементы нестойки.
2* Стойко, но прогниваемо.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полистирол	20—50	Н	173
Полиметилметакрилат	20—60	Н	140
Полиформальдегид	20—50	Х	102
Фторопласт-4	20—кип.	В	127
Фторопласт-3	20—60	Х — О	127, 159
Полivinилхлорид	20	С — Н	36, 43, 102
Асбовинил	20—кип.	В	43, 135
Пентапласт	20—кип.	Х	135
Полиамиды	20	В	140, 177
Поликарбонаты	20	Н	127
Фенопласты			
стеклопластики	25—95	С	125
фаолит	20	В — Н	3, 43, 127
Замазки арзамит	20	Н	36, 43, 127
Смолы			
полиэфирные	20	О — Н ^{1*}	163, 191
	60—100	Н	163
фурановые	20—27	С	36, 122
	До 120	С	125
эпоксидные	20	С — Н ^{1*}	35, 125, 135
Лакокрасочные материалы			
Бакелитовые лаки	20—60	В — Н	63, 127
Битумные материалы	20—60	Н	159, 181
Перхлорвиниловые лаки	20—60	Н	187
Резины на основе каучуков			
натурального, СКС	20	Н	36, 170, 176
СКН	20	С — Н	92, 163, 170
бутилкаучука	20	Н	159, 163
полисульфидного	20	Х — О	35, 72, 177
силоксанового	80	В	177
уретанового	20	Х — Н	7, 76
	50	Н	177
хлоропренового	20—60	Н	36, 128
фторкаучука	20	Н	52, 177
ХСПЭ	60	Н	163, 177
этиленпропиленового	20	Н	177
Неорганические материалы			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—60	В	159, 186

Примечание. 1* Стеклопластики нестойки.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Керамика, фарфор	20—кип.	В	159, 186
Цементы, бетоны, замазки	20—кип.	В—Н	159, 186
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	В	159
Графит пропитанный, уголь	20—кип.	В	69, 159

Этиленбензол $C_6H_5CH_2CH_3$ (т. пл. $-94^\circ C$; т. кип. $136,2^\circ C$)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	<0,1	159
легированные типа			
X13	20	<0,1	159
X21H5T,	20	<0,1	119, 159
X17H13M2T			
X18H10T,	20	<0,1	159
OX23H28M3Д3T			
Чугуны			
серые	20	<0,1	159
кремнистые	20	<0,1	159
Алюминий	20	<0,1 ^{1*}	159
Медь	20—100	<0,1	159
Бронзы, латунь	20	<0,1	159
Латунь	60	0,1—1,0	159
Никель	20	<0,1 ^{2*}	159
	100	He применим	159
Монель-металл	20	<0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
Свинец	20	<0,1	159
Серебро	20	<0,1	159
Тантал	20	<0,1	159
Титан	20	<0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	Н	159
Полиизобутилен	20	Н	159
Полистирол	20—50	Н	159

Примечания. ^{1*} В отсутствие влаги.
^{2*} Применим при ограниченной влажности.

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиметилметакрилат	20	Н	159
Поливинилхлорид	20	Н	159, 170
Фторопласты	20	В	159, 170
Полиамиды	20	В	159
Фаялит	20—100	В	40
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20	В	63, 159
Битумные материалы	20	Н	159
Перхлорвиниловые лаки	20	Н	159
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС,	20	Н	159, 181
СКН			
бутилкаучука	20	Н	159, 170
хлоропренового	20	Н	159
<i>Неорганические материалы</i>			
Кислоупорная эмаль	20—100	В	159
Керамика, фарфор	20—60	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Аптегмит, графит пропитанный	20—100	В	159

Этилен $CH_2=CH_2$ (см. Бутадиен, стр. 612)

Этилена окись $(CH_2)_2O$ (т. пл. $-133,3^\circ C$; т. кип. $10,7^\circ C$)

Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	<0,1 ^{1*}	159
легированные типа			
X13	20	<0,1	159
X18H10T,	20	<0,1	159
X17H13M2T			
OX23H28M3Д3T	20	<0,1	159

Примечание. ^{1*} Применим только для чистой окиси этилена [159].

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Чугуны	20	< 0,1	159
серые	20	< 0,1	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	< 0,1	159
Медь, бронзы, латунь	20	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159
Титан	20	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	Н	36
Полиизобутилен	20	Н	36
Полистирол	20—50	Н ^{1*}	173
Поливинилхлорид	20—60	Н	36, 102
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	60	Н	63
<i>Резины на основе каучуков</i>			
хлоропренового	38	Н	128
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло, кислотоупорная эмаль	20	В	159
Керамика, фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замазки	20	В	159
<i>Прочие материалы</i>			
Графит пропитанный, уголь	20	В	159

Примечание. ^{1*} Данные для окиси пропилена.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Этиленгликоль CH ₂ OH—CH ₂ OH (т. пл. —12,3 °С; т. кип. 197,2 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,1—1,0	121
	150	0,766	22
легированные типа			
X13	20	0,0016	22
	150	< 0,1	
X17	20	От < 0,1 до > 3,0 ^{1*}	112
X25, X28	20	< 0,1	119
X21H5T, X18H10T	20	< 0,1	119
X18H10T	150	0,0486	22
X17H13M2T	150	0,0006	22
X17H13M2T, OX23H28M3D3T	20	< 0,1	119
Чугуны			
серые	20	0,0039	22
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20	0,0039	22
	100	< 0,1	159
Медь, латунь	20—кип.	От < 0,1 до 1,0 ^{2*}	159
Бронзы			
алюминиевые	20—кип.	< 0,1	159
оловянистые	20—60	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20—100	< 0,1	159
Сплавы типа Н70М27Ф	20—100	< 0,1	159
Свинец	20	< 0,1	159
	Кип.	1,0—3,0	159
Серебро	20—100	< 0,1	159
Тантал	20—100	< 0,1	159
Титан	20—100	< 0,1	159
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20—60	В	140
Полипропилен	20—60	В	140

Примечания. ^{1*} В этиленгликоле стойкость ниже, чем в пропиленгликоле.

^{2*} Стойкость зависит от присутствия воздуха и содержания цинка в латуни.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Полиизобутилен	20—60	В	1, 36
Полистирол	20—70	В	1, 36, 173
Полиметилметакрилат	20	В—О	55, 140, 191
Поливинилхлорид	20—40	В	1, 102
	60	В—Н	102, 140
Фторопласты	20—60	В	140
Пентапласт	20—105	В	177
Полиамиды	20—60	В	140
	80	Н	36
Поликарбонаты	20	В	102
Фаолит	20—100	В	36
Смолы	20—100	В	163, 173
		В	36
		В	121, 177
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	В	63
Битумные материалы	20	В	121
	60	В	178
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН, СКС	20—70	В	36, 129
бутилкаучука	20—100	В	129, 177
	20	В	77
полисульфидного	60	О ^{1*}	35
	20—65	В	129, 177
силоксанового	До 65	С	129
уретанового	20—70	В	36, 129
хлоропренового	20—120	В ^{2*}	129, 177
фторкаучука	20	С	177
этиленпропиленового	20	С	177
ХСПЭ	20—95	В ^{2*}	129, 177
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	В	159
Стекло	20—100	В	159, 186
Кислотоупорная эмаль	20	В	1
Керамика, фарфор	20—100	В	159, 186
Цементы, бетоны, замазки	20—100	В—Н ^{2*}	146, 159

Примечания. ^{1*} Стойкость герметика ГШ-1 в диэтиленгликоле.
^{2*} Верхний предел температур применения по данным [177], по другим данным [129] до 65 °С.
^{3*} Стойкость зависит от сорта вяжущего и температуры.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20—100	В—Н ^{1*}	159
Антрацит, уголь	20—100	В	159
Графит пропитанный	20—170	В	1, 177
Этиленхлоргидрин HOCH ₂ CH ₂ Cl (т. пл. —67,5 °С; т. кип. 129 °С)			
<i>Металлы и сплавы</i>			
<i>Стали</i>			
углеродистые	20	0,10	63
	95	1,9	63
легированные типа X13	20	<0,1	159
	50—70	0,08—1,3	
	100	9,9	
X21H5T	20	<0,1	63
X18H10T	20	0,07	
	100	1,78	63
X17H13M2T	20	0,03	
	100	1,5	159
OX23H28M3D3T	20	<0,1	
<i>Чугуны</i>			
серые	20	<0,1	159
кремнистые	20	<0,1	159
<i>Алюминий^{2*}</i>			
	20	0,039	63
	95	2,4	63
<i>Медь^{2*}</i>			
	20	0,013	63
	95	1,1	63
	100	0,1—1,0	159
<i>Бронзы</i>			
Латунь ^{2*}	20	<0,1	159
	20	0,067	63
	90	0,39	63
	90	1,2	63
<i>Никель, монель-металл</i>			
Сплавы типа Н70М27Ф	20	<0,1	159
	20	<0,1	159
Свинец	20	0,014	63
	95	1,0	63

Примечания. ^{1*} Стойко, но проницаемо.
^{2*} В ободненном этиленхлоргидрине.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159
Титан ^{1*}	20	< 0,001	63
	100—128	< 0,005	63
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	O—H	36, 191
	60	H	191
Полипропилен	22	B	94
Полиизобутилен	70	H	159
Полистирол	60—70	H	36
Поливинилхлорид	20—60	H	36, 48, 159
Полиамиды	20	B	159
Фаолит	20	B	36
Замазки арзамит	20—60	B	193
Смолы			
полиэфирные	20—65	B	125
фурановые	20	C	36
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—60	B	159
Битумные материалы	20—60	H	193
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКН	20	H	159
СКС	20	X	181
бутилкаучука	20	B	181
полисульфидного	20—70	H	35
хлоропренового	20	X	193
<i>Неорганические материалы</i>			
Природные кислотоупоры	20	B	159
Стекло	20—100	B	159, 186
Кислотоупорная эмаль	20	B	159
Керамика	20—100	B	186
Фарфор	20	B	159
Цементы, бетоны, замазки	20—100	B ^{2*}	159, 186, 193

Примечания. ^{1*} При кислотности этиленхлоргидрида 0,1—1,0%.
^{2*} Гидравлический цемент нестойк.

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	B	159
Графит пропитанный, уголь	20—100	B	69, 159
Этиловый эфир (C₂H₅)₂O (т. п. л. —116,3 °С; т. кип. 34,5 °С)			
Металлы и сплавы			
Стали			
углеродистые	20	0,1—1,0	159
легированные типа X13, X17, X25, X28	20—кип.	< 0,1	11, 119
X21H5T, X18H10T	20—кип.	< 0,1	11, 119
X17H13M2T, OX23H26M3D3T	20—кип.	< 0,1	11, 119
Чугуны			
серые	20	0,1—1,0	159
кремнистые	20	< 0,1	159
Алюминий	20—кип.	От < 0,1 до 0,3	159, 196
Медь, бронзы, латунь	20—кип.	< 0,1	159
Никель, монель-металл	20—кип.	< 0,1	159
Сплавы типа H70M27Ф	20—кип.	< 0,1	159
Свинец	20—кип.	< 0,1	159
Серебро	20	< 0,1	159
Тантал	20	< 0,1	159
Титан	20—кип.	< 0,13	106
Неметаллические материалы			
<i>Пластмассы</i>			
Полиэтилен	20	C—H	173, 191
	Кип.	O—H	173, 191
Полипропилен	20	C	94, 177, 191
Полиизобутилен	20	H	1, 63, 173
Полистирол	20—кип.	H	63, 173
Полиметилметакрилат	20—кип.	H	36, 63
Поливинилхлорид	20—кип.	H	63, 191
Фторопласты	20—кип.	B	1, 127
Пентапласт	20—кип.	C	102, 135
Полиамиды	20	B	26, 173
Поликарбонаты	20	H	177

Продолжение

Материал	Температура, °С	Скорость коррозии металлов, мм/год или оценка стойкости неметаллических материалов	Литература
Фенопласты	20	В	191
стеклопластики	20	В	36, 127
фаолит	20	В	127
Замазки арзамит	20	В	
Смолы			
полиэфирные	20	Н	177
фураиновые	20	В	36, 127
эпоксидные	20	В	36, 127
<i>Лакокрасочные материалы</i>			
Бакелитовые лаки	20—кип.	В	63
Битумные материалы	20	Н	159
Перхлорвиниловые лаки	20	Х	54
<i>Резины на основе каучуков</i>			
натурального, СКС	20	Н	36, 129
СКН	20	С—Н	72, 129, 170
бутилкаучука	20	Н	129
полисульфидного	20	О—Н	72, 77
силоксанового	20	Н	77
уретанового	20	В—О	7, 76
хлоропренового	20	О—Н	72, 129, 170
ХСПЭ	20	С—Н	108, 129, 177
<i>Неорганические материалы</i>			
Стекло, кислотоупорная эмаль	20—кип.	В	159, 186
Фарфор	20	В	159
Цементы, бетоны, замаски	20—кип.	В ^{1*}	159
<i>Прочие материалы</i>			
Дерево	20	О—Н	1, 159
Антегмит, графит пропитанный	20	В	63, 159

Примечание. 1* Гидравлический цемент нестойк.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева А. В. Коррозия металлов в пищевых производствах и способы защиты. Изд. 3-е. М., «Пищевая промышленность», 1972. 276 с.
2. Авербух А. Я. Свойства и применение высокомолекулярных соединений. Ч. I и II. ЛДНТП, 1959. 75 с.
3. Антикоррозионная защита оборудования химических производств пластическими массами. М., НИИТЭХИМ, 1967. 65 с.
4. Анучин П. И. и др. «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1971, № 3, с. 16—17.
5. Анучин П. И., Фирсов А. И. «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1967, № 5, с. 23—24.
6. Анучин П. И., Чащин А. М. Коррозия и способы защиты оборудования лесохимических производств. Справочник. М., «Лесная промышленность», 1970. 390 с.
7. Апухтина Н. П. и др. Высокомолекулярные соединения, 1966, № 6, с. 1057—1062; «Каучук и резина», 1971, № 2, с. 28—30.
8. Асатрян В. Г. и др. Хим. и нефт. машиностр., 1968, № 8, с. 25—26.
9. Бабаков А. А. Нержавеющие стали. М., Госхимиздат, 1956. 130 с.
10. Бабаков А. А. Новые коррозионностойкие стали и сплавы. М., ЦНИИЧЕРМЕТ, 1966. 132 с.
11. Бабаков А. А., Приданцев М. В. Коррозионностойкие стали и сплавы. М., «Металлургия», 1971. 319 с.
12. Баранник В. П. Краткий справочник по коррозии. М., Госхимиздат, 1953. 454 с.
13. Батраков В. П. Коррозия конструкционных материалов в агрессивных средах. М., Оборонгиз, 1952. 452 с.
14. Белотуркина С. П., Анучин П. И. «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1966, № 1, с. 24—26.
15. Белоус В. Н. и др. «Атомная энергия», 1965, т. 19, вып. 6, с. 546—549.
16. Биксон И. А., Петрова А. Н. Хим. пром., 1960, № 4, с. 28.
17. Богаевский А. П., Жеребков С. К. «Каучук и резина», 1964, № 1, с. 3—7.
18. Богатков Л. Г. и др. В кн.: Неметаллические материалы в химическом машиностроении. Под ред. А. В. Горяиновой. «Труды НИИХИММАШ», 1967, вып. 52, с. 140—149.
19. Богоявленская М. А. Хим. пром., 1968, № 12, с. 912—913.
20. В кн.: Борьба с коррозией в химической и нефтехимической промышленности. Под ред. И. Я. Клинова. М., «Машиностроение», 1967, с. 15, 161—165, 174, 180—188.
21. Булдукян А. М., «Промышленность Армении», 1970, № 12, с. 56—57.
22. Вигдорович В. И. и др. Изв. высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 1971, т. 14, № 6, с. 915—918.
23. Вопросы металловедения и коррозии металлов. Тбилиси, «Мицинереба», 1968. 240 с.
24. Галил-Оглы Ф. А. и др. Фторкаучуки и резины на их основе. М., «Химия», 1966. 235 с.
25. Ген С. С. В кн.: Вопросы биохимии и технологии пищевого производства. Вып. 5. Харьковский университет, 1967, с. 147—153.

26. Гинабург В. И., Кабанова О. И. «Защита металлов», 1969, т. 5, № 6, с. 627—632.
27. Гольденберг И. Н. «Техника защиты от коррозии», 1964, вып. 2 (35), с. 15—19.
28. Горяинова А. В. и др. Хим. и нефт. машиностр., 1966, № 11, с. 26—29.
29. Горяинова А. В. Хим. и нефт. машиностр., 1971, № 9, с. 23—24.
30. Гофен Д. А. «Техника защиты от коррозии», 1966, вып. 4 (45), с. 1—4.
31. Графит в химическом аппаратостроении. Ч. 1. М., ЦНИИ и ТЭИ цветной металлургии, 1969. 71 с.
32. Громов Е. М. и др. «Кожс и химия», 1964, № 5, с. 42—44; 1969, № 7, с. 51—54.
33. Громова А. М. и др. Коррозионная стойкость реакторных материалов. М., Атомиздат, 1966. 606 с.
34. Грожан Е. М. «Техника защиты от коррозии», 1964, вып. 4 (37), с. 34—35.
35. Доклады нефтехимической секции Башкирского республиканского правления ВХО им. Д. И. Менделеева. Вып. 3. Уфа, 1967, с. 153—220.
36. Долежел Б. Коррозия пластических материалов и резин. М., «Химия», 1964. 248 с.
37. Долинкин В. Н. «Промышленность синтетического каучука», 1970, № 9, с. 10—13.
38. Друх Ц. Л. и др. «Химическая промышленность Украины», 1969, № 2, с. 51—53.
39. Дятлова В. Н. Коррозионная стойкость металлов и сплавов. Справочник. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1964. 352 с.
40. Егоров И. Л. В кн.: Защита химического оборудования от коррозии. Под ред. И. Я. Клинова. М., НИИТЭХИМ, 1960, с. 5—15.
41. Жеребков С. К. и др. «Стандартизация», 1962, № 2, с. 37—38.
42. Журавлева Л. В. «Холодильная техника», 1966, № 11, с. 11—15.
43. Защита ствольных конструкций и технологического оборудования от коррозии. Справочник по специальным работам. Изд. 2-е. Под ред. Г. А. Балалаева, Н. А. Мощанского. М., Изд-во литер. по строительству, 1971. 384 с.
44. Золотницкий И. М. «Техника защиты от коррозии», 1960, № 2 (19), с. 59—66.
45. Зуев Ю. С., Грожан Е. М. «Каучук и резина», 1966, № 9, с. 10—13.
46. Инструкция по изготовлению аппаратуры из винилпласта. «Техника защиты от коррозии», 1960, № 1 (18), с. 27—37.
47. «Информационный бюллетень зарубежной химической промышленности», 1960, № 16, с. 47—52.
48. «Информационный бюллетень зарубежной химической промышленности», 1961, № 12, с. 49—51; 1961, № 20, с. 56—58.
49. Исследования в области неорганической и физической химии. Ч. 2. Баку, изд-во АН АзССР, 1971. 426 с.
50. Исследования материалов для новой техники. Тбилиси, «Мицнереба», 1971. 380 с.
51. Калласт В. А., Пагосте О. И. В кн.: Сборник статей научного и исследовательского проектно-технологического института систем планирования и управления в электропромышленности. Вып. 13, 1971, с. 172—178.
52. Каучуки специального назначения. М., ЦНИИНефтехим, 1967.
53. Клинов И. Я., Воробьева М. А. «Вестник технической и экономической информации НИИТЭХИМ», 1962, № 5, с. 41—44.
54. Коррозионная и химическая стойкость материалов. Справочник. Под ред. Н. А. Долежел. М., Машгиз, 1954. 568 с.
55. Коррозионная стойкость сополимеров метакрилата и акрилонитрила. Экспресс-информация. «Коррозия и защита металлов», 1964, № 12, реф. 87.
56. Коррозионностойкие металлы и сплавы. М., НИИТЭХИМ, 1968. 124 с.
57. Коррозия и защита конструкционных сплавов. Отв. ред. А. И. Голубев. М., «Наука», 1966. 311 с.
58. Коррозия и защита оборудования в производстве мономеров для синтетического каучука, М., НИИТЭХИМ, 1966. 138 с.
59. Коррозия и защита химической аппаратуры. Справочное руководство. Под ред. А. М. Сухотина. Т. 1. Л., «Химия», 1969, 556 с.
60. То же. Т. 2. Л., «Химия», 1969. 284 с.
61. То же. Т. 3. Л., «Химия», 1970. 308 с.
62. То же. Под ред. А. М. Сухотина, В. С. Зотикова. Т. 4. Л., «Химия», 1970. 272 с.
63. То же. Под ред. А. Л. Лабутина. Т. 5. Л., «Химия», 1971. 368 с.
64. То же. Под ред. А. М. Сухотина, А. Л. Лабутина. Т. 6. Л., «Химия», 1972. 376 с.
65. То же. Т. 7. Л., «Химия», 1972. 440 с.
66. То же. Под ред. А. М. Сухотина, В. М. Беренблит. Т. 8. Л., «Химия», 1972. 320 с.
67. Коррозия, материалы, покрытия. «Труды Государственного научно-исследовательского и проектного института нефтяного машиностроения», 1967, вып. 4 (14), с. 26—29, 243—249.
68. Коррозия сталей в меркаптанах. Экспресс-информация. «Коррозия и защита металлов», 1964, № 8, реф. 45.
69. Крылов В. Н., Вильк Ю. Н. Углеродистые материалы и их применение в химической промышленности. М.—Л., «Химия», 1965. 147 с.
70. Лабутин А. Л. В кн.: Защита изделий от воздействия тропического климата. Л., ЦБТИ, 1950, с. 82—109.
71. Лабутин А. Л. «Каучук и резина», 1966, № 10, с. 34.
72. Лабутин А. Л. Каучуки в антикоррозионной технике. М., Госхимиздат, 1962. 113 с.
73. Лабутин А. Л. Коррозия и способы защиты оборудования в производстве органических кислот и их производных. М., Госхимиздат, 1959. 186 с.
74. Лабутин А. Л. «Промышленность синтетического каучука», 1966, № 1, с. 27—28.
75. Лабутин А. Л. «Техника защиты от коррозии», 1965, вып. 2 (39), с. 27—29.

76. Лабутин А. Л., Монова К. С. «Защита металлов», 1969, т. 5, № 2, с. 240—242.
77. Лабутин А. Л., Монова К. С., Федорова Н. С. Антикоррозионные и герметизирующие материалы на основе жидких каучуков. М.—Л., «Химия», 1966. 208 с.
78. Левин А. Н., Клинов И. Я. Пластмассы в химическом машиностроении. М., Машгиз, 1963. 215 с.
79. Любимов Ю. Е. «Защита металлов», 1968, т. 4, № 2, с. 208—210.
80. Лядин К. В. «Труды МИХМ», Т. 22. М., Машгиз, 1960, с. 105—118.
81. Мамылихина М. В., Романушкина А. Е. «Защита металлов», 1968, т. 4, № 5, с. 603—613.
82. Маслов В. А., Семенова Л. А. «Сварочное производство», 1968, № 3, с. 34—35.
83. Материалы в машиностроении. Справочник. Т. 5. М., «Машиностроение», 1969. 544 с.
84. Михантьев Б. И. и др. Полимеры — новые коррозионно-стойкие материалы. Изд. Воронежск. ун-та, 1960. 108 с.
85. Можаяева Д. Д., Борисова Л. Г. Хим. и нефт. машиностр., 1969, № 9, с. 17.
86. Натрадзе А. Г. и др. Защита химической аппаратуры от коррозии в химико-фармацевтической промышленности. М., Медгиз, 1958. 284 с.
87. Негреев В. Ф. и др. «Труды научно-технической конференции по производству синтетических спиртов», Госхимиздат, 1960, с. 229—230.
88. Неорганические материалы на основе стекла, стойкие в хлоридах редких металлов. Составитель Л. А. Бочковский. М., ЦНИИ и ТЭИсследований цветной металлургии, 1965. 35 с.
89. Новикова Т. В., Голынкина В. Б. Ненасыщенные полиэфирные смолы. ЛДНТП, 1966. 36 с.
90. «Оборудование и средства автоматизации нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности», 1968, № 5, с. 12—14.
91. Оробченко Е. В., Прянишникова Н. Ю. Фурановые смолы. Киев, Гостехиздат УССР, 1963. 168 с.; Остер-Волков Н. И. Новые синтетические материалы на основе фурановых соединений. Ташкент, Госиздат УзССР, 1963. 47 с.
92. Пени В. С. Технология переработки синтетических каучуков. М., «Химия», 1964. 404 с.
93. Пери Ю. И. Хим. и нефт. машиностр., 1970, № 7, с. 20—21.
94. Полипропилен. Под ред. В. И. Филиповского и И. К. Янцева. Пер. со словацкого В. А. Егорова. Л., «Химия», 1967. 316 с.
95. Полубоярцева А. А. Хим. и нефт. машиностр., 1966, № 9, с. 38.
96. Пономаренко В. Н. и др. В кн.: Разработка и усовершенствование технологии химических производств. Тезисы докладов. Башкирское республиканское правление ВХО им. Д. И. Менделеева. Стерлитамак, 1969, с. 43—46.
97. Поршнев И. Н. Борьба с коррозией в санитарно-технических установках. Л.—М., Гостройиздат, 1953. 159 с.
98. Применение полимеров в антикоррозионной технике. М., Машгиз, 1962. 219 с.
99. Резина — конструкционный материал современного машиностроения. Под ред. П. Ф. Баденкова. М., «Химия», 1967. 518 с.
100. Савчук И. А. «Техника защиты от коррозии», 1964, № 1 (34), с. 25—26.
101. Сеидов Н. М. Новый синтетический каучук на основе этилена и пропилена. Баку, «Азернефшр», 1966. 126 с.
102. Справочник по пластическим массам. Под ред. М. И. Гарбаря, В. М. Катаева, М. С. Акутина. Т. 1—2. М., «Химия», 1967—1969.
103. Степанов Ю. Ж. «Каучук и резина», 1969, № 10, с. 16—17.
104. Сухотин А. М. В кн.: Диссоциирующие газы как теплоносители и рабочие тела энергетических установок. Минск, «Наука и техника», 1970, с. 120—130.
105. Таблицы коррозионной стойкости титана и его сплавов в агрессивных промышленных средах. М., 1968. 249 с.
106. Таблицы коррозионной стойкости титана и его сплавов в различных агрессивных средах. М., НИИХИММАШ, 1961. 137 с.
107. Тавадзе Ф. Н. «Защита металлов», 1967, т. 3, № 5, с. 576—580.
108. «Техника защиты от коррозии», 1965, вып. 2 (39), с. 27—29; 1965, вып. 3 (40), с. 21—26.
109. «Титан и его сплавы. Технология электротехнического производства», 1970, вып. 16, с. 39—42.
110. Тихомиров В. Б. «Лакокрасочные материалы и их применение», 1964, № 5, с. 31—33.
111. Тихонова М. С. Хим. и нефт. машиностр., 1968, № 8, с. 23.
112. Тихонова М. С., Горяинова А. В. В кн.: Неметаллические материалы в химическом машиностроении. «Труды НИИХИММАШ», 1967, вып. 52, с. 3—12.
113. Труды Всес. научно-иссл. и технол. инст. ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка, 1969, т. 23, с. 47—62.
114. Труды Гос. инст. прикладной химии, 1971, вып. 67, с. 123—128, 159—173, 199—204.
115. «Труды МИХМ», 1971, вып. 37, с. 31—43, 100—107, 113—120.
116. «Труды НИУИФ», 1970, вып. 212, с. 69—74.
117. Труды Уфимского нефтяного науч.-иссл. ин-та., 1969, вып. 21, с. 106—116.
118. «Труды третьего Международного конгресса по коррозии металлов», 1968. Т. 3, с. 161—168.
119. Туфанов Д. Г. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей. Справочник. Изд. 2-е. М., «Металлургия», 1969. 179 с.
120. Уваров Е. М., Копылов В. А. Хим. пром., 1968, № 1, с. 44—45.
121. Удыма П. Г. Борьба с коррозией оборудования в производстве полупродуктов и красителей. М., Госхимиздат, 1957. 159 с.
122. Удыма П. Г. Коррозионно-стойкие трубопроводы из неметаллических материалов. М., Госхимиздат, 1963. 220 с.
123. Уткина Н. А., Ларин В. В. «Защита металлов», 1968, т. 4, № 6, с. 576—578.
124. Фабрикант Т. Л., Вольтман В. Л. Асбестовый и его применение в химической промышленности. М., Госхимиздат, 1958. 79 с.

125. Физические и механические свойства стеклопластиков. Под ред. Ю. М. Молчанова. Рига, «Зинатне», 1969. 263 с.
126. Филенко А. И., Кужель А. М. ЖПХ, 1968, № 12, с. 2784—2786.
127. Хим. пром. за рубежом. НИИТЭХИМ, 1964, вып. 1, с. 11—22.
128. Химическая стойкость неопреновых покрытий. Экспресс-информация. «Коррозия и защита металлов», 1964, № 8, реф. 50.
129. Химическая стойкость резины и эбонитов в агрессивных средах. Под ред. Ю. С. Зуева. М., ЦНИИТНЕФТЕХИМ, 1967. 55 с.
130. Химическая технология. Республиканский научно-технич. сборник. Харьков, 1968, вып. 14, с. 59—64.
131. «Хлорная промышленность», 1968, вып. 2, с. 42—43.
132. Хопфф Г. и др. Полиамиды. М., Госхимиздат, 1958. 452 с.
133. Цейтлин Х. Л. и др. ЖПХ, 1957, № 10, с. 1553—1558.
134. Чегодаев Д. Д. и др. Фторопласты. Л., Госхимиздат, 1960. 192 с.
135. Чехов А. П. Полимеры в антикоррозионной технике. Киев, «Будівельник», 1968. 128 с.
136. Шарин А. А. «Промышленность Армении», 1969, № 5, с. 24—26.
137. Шлакосталлы. М., Стройиздат, 1970. 279 с.
138. Шубин В. В. «Техника защиты от коррозии», 1966, вып. 4 (45), с. 14—16.
139. Юдн Г. А. Электронная техника. Сер. «Технология и организация производства», 1970, № 2, с. 141—149.
140. Яковлев А. Д. Антикоррозионное назначение пластмасс и лакокрасок. Рига, «Зинатне», 1964. 165 с.
141. Alexander D. Rubb. J. Intern. Plast., 1960, № 7, p. 235—237; Экспресс-информация. «Синтетические высокомолекулярные материалы», 1960, № 43, реф. 594.
142. Barnett R. E., Anderson T. F. «Corrosion», 1959, № 12, p. 29—35; Экспресс-информация. «Коррозия и защита металлов», 1960, № 11, реф. 111.
143. Bringer R. P. Chem. Eng. Prog., 1960, № 10, p. 37—42.
144. Bruns F. I. «Corrosion», 1961, v. 17, № 5, p. 105—109.
145. Buckmann K. Kunststoffe Plast., 1961, № 4, S. 480.
146. Chem. Eng., 1954, № 11, p. 172—219.
147. Chem. Proc. Eng., 1961, № 8, p. 364—368.
148. Chem. v. Chem. Industry, 1960, № 3, p. 296—298.
149. «Chemika», 1960. Dodatek Specjaly do nr 7/8, s. 1—10.
150. Chem. Eng., 1961, № 13, p. 154, 156, 158.
151. Colombier L. Corros. et anticorros., 1961, № 3, p. 87—92.
152. «Corrosion», 1960, № 12, p. 107.
153. «Corrosion», 1961, № 9, p. 121—127.
154. Corros. Prevent. v. Control, 1960, v. 7, № 9, p. 42—44; Экспресс-информация. «Коррозия и защита металлов», 1960, № 47, реф. 381.
155. Corros. Prevent. v. Control, 1959, v. 6, № 7, p. 39—41.
156. Corros. Prevent. v. Control, 1961, v. 8, 1961, p. 52—53.
157. «Corrosion», 1966, № 5, p. 137—142.
158. Corros. Technol., 1961, v. 8, № 8, p. 240—243.
159. Dechema — Werkstoffe — Tabelle. Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen, Frankfurt/M., Lief., 1—17, 1952—1972.
160. Doffin H., Bung's W., Gabler R. «Kunststoffe», 1966, № 8, S. 542—546.
161. Donndorf R. Werkstoffe und Korrosionsschutz in der Erdölindustrie. Leipzig, 1966. 188 S.
162. Eiffelender K. Chem. Ing. Techn., 1959, № 9, S. 555.
163. Evans V. Plastics as corrosionresistant materials. Oxford—London, «Pergamon Press», 1966. 223 p.
164. Gladis G. P. Chem. Eng. Prog., 1960, № 10, p. 43—51.
165. Le Govie, Inform's Chim., 1970, № 87, p. 100—106, 109—114.
166. Herda W. Brennstoff. Chemie, 1968, Bd. 49, № 7, S. 193—196.
167. Holmberg E. G. Chem. Eng. Prog., 1961, № 4, p. 74—78. Экспресс-информация. «Коррозия и защита металлов», 1961, № 29, реф. 262.
168. Hodges W. C., Bogner I. J. «Corrosion», 1961, № 10, p. 34—38.
169. Jackson J. D. Chem. Eng. Prog., 1961, № 4, p. 61—65.
170. Karlik I., Babek M. Справочник по антикоррозионным свойствам резины. Изд. 2-е. Пластмассы за рубежом, Сб. переводов НИИПМ, М., 1961, стр. 65.
171. Knapik S. W. Ochr. przed koroz., 1970, № 8, p. 10—12.
172. Kohler W. «Werkstoffe und Korrosion», 1962, № 6, S. 337—341.
173. Kunststoff — Handbuch. Bd. IV—VI, München, 1966—1969.
174. Kovačič L., Bina J., Komárek Z. Plasty a korozia. Bratislava, 1969. 460 с.
175. Lingnau E. «Werkstoffe und Korrosion», 1957, № 4, S. 216—233.
176. Mantell Ch. L. Engineering Materials Handbook. New York, McGraw-Hill Book Co., 1958.
177. Mater. Eng., 1971, № 2, p. 36—59.
178. Mater. Protect., 1966, № 1, p. 81—83.
179. Mitteilungen des Chemischen Forschungsinstituts der Wirtschaft Österreichs, 1959, Hf 3—5 und Hf 1—5, 1960.
180. Nelson G. A. Corrosion data Survey. New York, 1954, 88 p.
181. Polysar Handbook, Sarnia, Canada, Polymer Corp. V. 1, 1956, p. 457—480.
182. Reilsback H. E. Rubb. World, 1960, № 2, p. 67—77.
183. Reiner St. «Werkstoffe und Korrosion», 1958, № 1, S. 1—4.
184. Ried G. «Werkstoffe und Korrosion», 1964, № 6, S. 468—483.
185. Ritter F. Korrosionstabellen metallischer Werkstoffe. Wien, «Springer», 1958. 290 S.
186. Ritter F. Korrosionstabellen nichtmetallischer Werkstoffe. Wien, «Springer», 1956. 232 S.
187. Seymour R. B., Steiner R. H. Plastics for Corrosions-resistant Application. New York, Reinhold, 1955. 423 p.
188. Seymour R. B. Hot organic coatings, New York—London, Reinhold, Chapman & Hall, 1959. 233 p.
189. Shūking G. «Werkstoffe und Korrosion», 1958, № 5, S. 301—304.
190. Chemists' association. Inc. Washington. February, 1957.
191. Techn. Rundschau, 1969, № 6, S. 11—15.
192. Teeple H. O. «Corrosions», 1952, № 1, p. 14—28.
193. «Werkstoffe und Korrosion», 1956, № 11, S. 615—617.
194. «Werkstoffe und Korrosion», 1958, № 5, S. 301—304.
195. Wilson B. J. Corros. Techn., 1955, v. 2, № 4, p. 107—112.
196. Zaštita Mater., 1967, № 6, 7, 8, p. 385—395; № 11—12, p. 496—507; 1968, № 1, 2, p. 6—16.
197. «Železnici» (Jogosl), 1968, № 11, p. 23—28.



ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Агрессивные среды неорганические *

- азоты окислы 518—520
- алюминий
 - азотнокислый (нитрат) 321—323
 - сернистый (сульфат) 323—325
 - уксуснокислый (ацетат) 325—327
 - хлористый (хлорид) 327—329
- алюминия квасцы 331—333
- окись и гидроокись 329—331
- аммиак 520—522
- аммоний
 - азотнокислый (нитрат) 333—335
 - бромистый (бромид) 335, 336
 - надсернистый (персульфат) 337, 338
 - сернистый (сульфид) 338—340
 - сернистоокислый (сульфит) 340, 341
 - сернистый (сульфат) 341—343
 - углекислый (карбонат) 344, 345
 - уксуснокислый (ацетат) 346, 347
 - фосфорнокислый (фосфат) 347—349
 - фтористый (фторид) 349—351
 - хлористый (хлорид) 351—354
- аммония гидроокись 354—356

Агрессивные среды неорганические барий

- сернистый (сульфат) 356, 357
- хлористый (хлорид) 358, 359
- бария перекись 522—523
- бор хлористый (хлорид) 360, 361
- бром (сухой) 523—525
- бром (влажный и водные растворы) 525—527
- бромистый водород 527, 528
- вода пресная 529—531
- вода морская 531—533
- водород 533, 534
- водорода перекись 534—536
- железо
 - азотнокислое окисное (нитрат) 351—363
 - сернистое закисное (сульфат) 363—365
 - — окисное (сульфат) 365—367
 - хлористое (хлорид) 367—369
 - хлорное (хлорид III) 369—371
 - нод 536—538
- иодистый водород 539, 540
- калий
 - (натрий) бромистый (бромид) 371—373
 - двухромовокислый (бихромат) 373—375
 - железосинеродистый (феррицианид) 375—377
 - иодистый (иодид) 377—379
 - кобальтовокислый (нодат) 379, 389

Агрессивные среды неорганические *

- калий
 - марганцовокислый (перманганат) 380—382
 - надсернистый (персульфат) 382—384
 - роданистый (роданид) 384—386
 - сернистоокислый (сульфит) 386—388
 - — кислый (бисульфит) 388, 389
 - сернистый (сульфат) 390—392
 - — кислый (бисульфат) 392, 393
 - уксуснокислый (ацетат) 393, 394
 - хлористый (хлорид) 395—397
 - хлорноватистокислый (гипохлорит) 397—399
 - хлорноватокислый (хлорат) 399—401
 - хлорнокислый (перхлорат) 401—403
 - (натрий) цианистый (цианид) 403—405
- калия гидроокись (едкое кали) 405—408
- кальций
 - азотнокислый (нитрат) 408—410
 - сернистый (сульфат) 410—412
 - (магний) углекислый (карбонат) 412—414
 - фтористый (фторид) 414, 415
 - хлористый (хлорид) 415—418
 - хлорноватистокислый (гипохлорит) 418—421
 - хлорноватокислый (хлорат) 421, 422
- кальция гидроокись 423—425
- кислород 542, 543
- кислота
 - азотная 265 сл.
 - борная 270 сл.
 - бромистоводородная 273—275
 - иодистоводородная 275—277
 - кремнефтористоводородная 277—279
 - мышьяковая 280, 281
 - серная 282 сл.
 - — дымящая (олеум) 292, 293
 - сернистая 293—295

Агрессивные среды неорганические *

- кислота
 - соляная 296 сл.
 - фосфорная 302 сл.
 - фтористоводородная 305 сл.
 - хлорная 308, 309
 - хлорноватая 310, 311
 - хлорноватистая 311, 312
 - хлорсульфоновая 312—314
 - хромовая 314 сл.
 - цианистоводородная (сильная) 319—321
- литий хлористый (хлорид) 425, 426
- лития гидрид и аллюмогидрид 427
- магний
 - сернистый (сульфат) 428, 429
 - хлористый (хлорид) 430—432
- марганец
 - сернистый (сульфат) 432—434
 - хлористый (хлорид) 434—436
- медно-аммиачный комплекс 436, 437
- медь
 - азотнокислая (нитрат) 438, 439
 - сернистая (сульфат) 439—441
 - уксуснокислая (ацетат) 442, 443
 - хлористая (хлорид I) 443—445
 - хлорная (хлорид II) 445—447
 - цианистая (цианид) 447, 448
- мышьяк хлористый (хлорид) 448, 449
- мышьяковистый ангидрид 543, 544
- натрий
 - азотистокислый (нитрит) 449, 450
 - (калий) азотнокислый (нитрат) 450—453
 - борнокислый (борат) 453, 454
 - (калий) кремнекислый (силикат) 454—456
 - кремнефтористый (фторосиликат) 456, 457
 - сернистоокислый (сульфит) 457—459
 - — кислый (бисульфит) 459—461
 - сернистый (сульфид) 461—463

* Отщите заданную среду (по алфавиту). В пределах страниц, указанных для данной среды. Вы найдете сведения (если они приведены) о коррозионной стойкости интересующего Вас материала.

† См. справку на с. 808

Агрессивные среды неорганические *
натрий
— сернистокислотный (гипосульфит) 453—465
— сернокислотный (сульфат) 465—467
— кислотный (бисульфат) 467—470
— тетраборнокислотный (бура) 470—472
— (калий) углекислотный (карбонат) 472—474
— кислотный (бикарбонат) 475—477
— уксуснокислотный (ацетат) 477, 478
— фосфорнокислотный (фосфат) 479, 480
— фтористый (фторид) 481, 482
— хлористый (хлорид) 482—486
— хлорноватистокислотный (гипохлорит) 486—488
— хлорноватокислотный (хлорат) 489—491
нитрия гидроокись (едкий натр) 491—494
— гидросульфид 494, 495
никель
— азотнокислотный (нитрат) 496, 497
— сернокислотный (сульфат) 497—499
— хлористый (хлорид) 499—501
озон 544, 545
олово
— хлористое (хлорид II) 501—503
— хлорное (хлорид IV) 503, 504
ртуть 546, 547
— азотнокислотная окисная (нитрат) 506
— хлорная (хлорид II) 505—507
спинец 547, 548
— азотнокислотный (нитрат) 507, 508
— уксуснокислотный (ацетат) 509, 510
свинца окислы 548, 549
сера 549, 550
— двуххлористая и однохлористая 551, 552
серебро азотнокислотное (нитрат) 511, 512
сернистый ангидрид 552—554

Агрессивные среды неорганические *
серный ангидрид 554, 555
сероводород (сухой газ) 555—557
— (алмазный) 557—559
сурьма треххлористая (хлорид III) 512—514
углерода двуокись (сухой газ) 559—561
— окись 561—563
фосфор треххлористый 563—565
фосфора пятиокись 565, 566
фтор (сухой газ) 566—568
фтористый водород (сухой газ) 568—570
хлор (сухой и жидкий) 570—573
— (влажный газ) 573—575
хлора двуокись (водные растворы) 576, 577
хлористый водород 577—580
цинк
— сернокислотный (сульфат) 514—516
— хлористый (хлорид) 516—518

Агрессивные среды органические *
акрилонитрил 580, 581
амилацетат 582, 583
амины и диамины 584, 585
анилин 586—588
— солянокислотный 588, 589
ацетальдегид 590—592
ацетанилд 592, 593
ацетилацетон 594, 595
ацетилен 595, 596
ацетон 597—599
бензальдегид 599—601
бензилацетат 601
бензин 601—603
бензол 604—606
бензотрихлорид 606, 607
бромистый метил 607—608
бромистый этилен 609, 610
бромоформ 610, 611
бутадиев 1,3 (дивинил), этилен 611—613
бутан, этан 614, 615
бутилацетат 616, 617
глицерин 618—620
глюкоза 620, 621
декалин 621
дибутилфталат 621—623
диоксан 623—625
дихлорбензол 625

Агрессивные среды органические *
дихлорметан 626, 627
дихлорэтан 627—629
дихлорэтилен 629—631
жиры растительные и животные 631—633
нодоформ 633, 634
камфора 634
канифоль 635, 636
керосин 636—638
кислота(ы)
— абетиновая 638, 639
— адипиновая 640, 641
— акриловая 641, 642
— аминобензойная 642, 643
— бензойная 643—645
— бензосульфоновая 646, 647
— винная 648—650
— галловая 650, 651
— гуминовые 651, 652
— дигалловая (танин) 652—654
— жирные, выше С₁₂, 654, 655
— каприловая, каприновая 655—657
— капроновая 657, 658
— леволиновая 658—660
— лимонная 660—662
— масляная 665—667
— метакриловая 641, 642
— молочная 667—670
— муравьиная 670 сл.
— олеиновая 678—680
— пикриновая 681, 682
— пропионовая 683, 684
— салициловая 685, 686
— стеариновая 686—688
— уксусная 688 сл.
— ангидрид 694—696
— фталевая 697, 698
— хлоруксусные 698—700
— шавелевая 700—703
— яблочная 703, 704
— янтарная 704, 705
крезол 705—707
крононовый альдегид 708, 709
кислота 709—711
кумол (изопропилбензол) 711, 712
масла минеральные 712, 713
меркаптаны 714, 715
метилэтилкетон 715—717
мочевина (карбамид) 717—719

Агрессивные среды органические *
нафталин 719, 720
нитробензол 720—722
парафин 722, 723
пиридин 723—725
пирогаллол 726
сероуглерод 725—727
скипидар 727—729
спирт
— аллиловый 729
— амиловый 729—731
— бензиловый 731—733
— бутиловый 733—735
— метиловый 735—738
— этиловый 738—740
стирол 740, 741
тетрахлорэтан 742
тетраэтилсвинец 743, 744
толуол 744—746
трикрезилфосфат 746, 747
трифторхлорэтилен 747, 748
трихлорэтан 749, 750
трихлорэтилен 750—752
триэтилоламин 752, 753
углерод четыреххлористый 754—756
фенол 756—759
формальдегид 759—761
формамид 761, 762
фосген 763
фреоны 763—766
фулфурол 766—768
хлорбензол 768—770
хлористый аллил 770, 771
— ацетил 771, 772
— бензил 773, 774
— бензилл 774, 775
— метил 776, 777
— метилен 778, 779
— этил 779, 780
хлороформ 781—783
хлоренаны 783, 784
циклогексан 784—786
циклогексанон 786—788
этан, см. Бутан
этилацетат 788—790
этилен, см. Бутадиев
этилбензол 790, 791
этилена окись 791, 792
этиленгликоль 793—795
этиленхлоридрия 795—797
этиловый эфир 797, 799

* См. справку на с. 806

* См. справку на с. 806.

- Алюминий**
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
 свойства 110
 сплавы III, 112
 стойкость в серной и азотной кислотах 110, 111
- Аминопласты** 160
 свойства 177
- Антемит (графитопласт)** 229—231, 250
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
- Асбест** 235
- Асбонит** 147, 163, 164
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
- Бетоны** 239
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
- Биметаллы, см.** Двухслойные металлы
- Бештаунит и андезит** 234
- Бипластмассы**
 методы получения 201, 202
 свойства 202, 204
 наполненные 202
- Битумно-асфальтовые пластмассы**
 202, 203
- Битумные материалы и мастики**
 203, 205
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
- Бронзы**
 алюминиевые 470
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
 оловянистые
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
- Водородная коррозия металлов** 29—32
- Волокнит** 178
- Вязущие полимерные материалы на основе фенолоформальдегидной смолы** 205, 206
- Вязущие полимерные материалы на основе фурилово-фурановых смол** 207, 208
- Газовая (химическая) коррозия металлов** 24 сл.
 в водороде 29—32
 — окисл углерода 28, 29
- Газовая (химическая) коррозия металлов**
 и сернистых газах 26
 — сероводороде 26, 27
 — хлоре и хлористом водороде 27
 кинетика процесса 46—48
- Газовые среды** 24
- Герметики на основе каучуков**
 бутадиенилнитрильных 217
 полисульфидных (тиоколы) 216
 полиуретановых 225
 силиконовых 217
- Граниты** 234
- Графит**
 пропитанный 229, 231, 250
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
 свойства и применение 229, 230
- Графитопласты** 230, 231
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
- Гуммирование химического оборудования** 246—248
- Двухслойные металлы и биметаллы**
 131 сл.
 коррозионная стойкость 133
 механические свойства 133
 способы соединения основного металла с плакирующим слоем 133
- Деполяризация** 35
 водородная 37
- Дерево** 228
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
- Диаграммы коррозионной стойкости**
 256 сл.
 материалов в серной кислоте 259
 — — соляной кислоте 258
 — — уксусной кислоте 260
 — — фосфорной кислоте 260
 металлов в плавиковой кислоте 258
 — — гидроксиды натрия 261
 неметаллических материалов в азотной кислоте 261
 пластмасс в неорганических средах и растворителях 257
 титана в растворах хлоридов 261
- Диффузия и сорбция агрессивной среды полимером** 67, 70, 71
 влияние различных факторов 70, 71

- Замазки**
 арзамит 178, 205—207, 250
 и мастики 207, 208
 — — герметизирующие 216
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
 силикатные 250
 — кислотоупорные 239
- Защита аппаратуры и оборудования**
 графитовыми материалами 250
 покрытиями 239 сл.
 — лакокрасочными
 — металлическими 134—136
 — неметаллическими 239 сл.
 — пластмассовыми 240 сл.
 — резиновыми 246—248
 футеровочными материалами 249, 250
 эмалью 250

- Каменное литье**
 изделия 235
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
 свойства и назначение 235

- Каучук(и)**
 бутадиенилнитрильный (СКИ) 210, 211
 бутадиенстирольный (СКС) 210
 бутылкаучук 210, 211
 кинетика набухания 211
 классификация 209, 210
 кремнийорганические 210, 229
 натуральный 210, 211
 новые виды 217 сл.
 полисульфидный 210, 211
 полиуретановые 210, 222
 применение 209, 210
 фторсодержащие 210, 220—222
 изопреновый (СКИ) 210, 213
 хлорсульфированный полиэтилен (ХСПЭ) 210, 218, 219
 этиленпропиленовые (СКЭП и СКЭПТ) 210, 211, 217

- Керамика кислотоупорная** 237, 238
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
- Коррозионная активность сред** 17 сл.
 влияние на коррозию металлов 17
 характеристика 17
 — неэлектролитов 22
 — электролитов 17 сл.

- Коррозионная стойкость материалов в неорганических средах** 265 сл.
 — кислотах 265 сл.
 — окислах, перекисях, газах и прочих неорганических средах 518 сл.
 — солях и основаниях 321 сл.
 в органических средах 22, 24, 580 сл.

- Коррозия металлов**
 в органических жидкостях 22—24
 — электролитах 17 сл.
 водородная 28 сл.
 газовая 24 сл.
 классификация процессов 11, 88
 оценка скорости 48—50
 физико-химическая природа и кинетика процессов 32 сл.
 электрохимическая 32 сл.

- Коррозия оборудования** 50 сл.
 влияние внешнего электрического поля 61, 62
 — гидродинамических нагрузок 56
 — конструктивных особенностей 51 сл.

- Коррозия оборудования**
 влияние контакта разнородных металлов 57, 58
 — механических напряжений 54, 56
 — микроорганизмов 60, 61
 — скорости движения среды 59, 60
 — трения 61
 — ширины зазора 62

- Кремнийорганические полимеры**
 180 сл.
 классификация 180
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
 марки 181
 модифицированные 182, 183
 применение 181, 182
 свойства 177, 181

- Лакокрасочные материалы** 225 сл.
 и покрытия 226, 227, 248, 249
 — — свойства 225, 228
 классификация 225—227
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
 на основе ХСПЭ 219

Латунь

коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
маркировка 114, 115
свойства 115

Легированные стали 93 сл.

граница химической устойчивости 94

классификация 93, 95
коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды
маркировка 93

области применения 96, 97

способы повышения коррозионной стойкости 94, 95

хромистые 97 сл.

хромоникелевые 100 сл.

Легированные чугуны 107 сл.

классификация и маркировка 107

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды
применение 107, 108

состав и свойства 108—110

Мастика фанзол 207, 208**Материалы**

битумные 203, 205

графитовые 229—231

керамические 234, 237, 238

кислотоупорные 237, 238

— природные 234, 235

классификация каучуков 210

— неметаллических неорганического происхождения 234

— органического происхождения 140

— эпоксидных смол 190

коррозионная стойкость в агрессивных средах 263 сл.

коррозионностойкие

— металлические 88 сл.

— неметаллические 139 сл.

— неорганического происхождения 231 сл.

— органического происхождения 139 сл.

— принципы выбора 9 сл.

лакокрасочные 225 сл.

на основе каучуков 209 сл.

полимерные 66 сл.

полимерные, влияние структуры и состава на коррозию 66, 68

Материалы

— вижущие 205—208

— методы оценки химической стойкости 76

— механизм действия среды 67

— стабильность свойств 72

силикатные 62 сл.

— кислото- и щелочестойкость 63, 64

— методы оценки стойкости 64

— плавяные 234—237

— стойкость в растворах солей 64

Медь и сплавы 112 сл.

бронзы 114

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

латуни 114, 115

маркировка 113

свойства 112, 113

Металлы 11 сл.

и сплавы коррозионностойкие 88 сл.

коррозионная стойкость 256 сл.

коррозия см. Коррозия металлов

характеристики, определяющие коррозионную стойкость 12 сл.

Методика подбора коррозионно-

стойких материалов и покрытий 77 сл.

Монель-металл

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

свойства 118

Мономер ФА 187, 207**Никель и его сплавы 116 сл.**

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

маркировка 117—119

свойства никеля 116

— сплавов 118 сл.

Оценка коррозионной стойкости

металлов и сплавов 50

полимерных материалов 76, 77

Пентапласт

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

применение 170

свойства 167, 169, 170

Пластбетоны 207**Пластмассы**

битумно-асфальтовые 202 сл.

влияние функциональных групп на свойства 144

и смолы термопластичные 164 сл.

— — терморезистивные 174 сл.

классификация 139 сл.

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

поликонденсационные 164 сл.

— свойства 166, 167, 176, 177

полимеризационные 145 сл.

— свойства 146 сл.

— проницаемость 70, 71

стабильность свойств 72, 73

Показатели скорости коррозии 48—

50

весовой 48, 49

глубинной 49

десятибалльная шкала 50

пятибалльная шкала 50

Покрытия защитные

металлические 134 сл.

неметаллические 239 сл.

— пластмассовые 240 сл.

— — из порошков 241 сл.

— — — суспензий 243, 244

— назначение 240, 241, 246

— — способы защиты 240, 241, 246

— резиновые 246 сл.

— — на основе титанов 217

— — — полиуретановых каучуков 226

— — — способы повышения адгезии 74, 75

— — — получения 75

— — — требования 74

— эмальированные 250

принципы выбора 9, 10

Полиамиды

ассортимент и назначение 164,

165

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

свойства 165, 166

Полнарилаты

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

маркировка 172

применение 173

свойства 167, 172, 173

Поливинилденхлорид (саран) 156**Поливинилхлорид 147, 153 сл.****ассортимент 155**

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

применение 154, 155

свойства 147, 154

сополимеры 156

Полиизобутилен 146, 151, 152

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

маркировка 151, 152

применение 151, 152

свойства 146

Полиимиды

и материалы на их основе 157,

198

применение 196

свойства 177, 196, 197

химическая стойкость 174

Поликарбонаты

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

маркировка 172

применение 172

свойства 167, 170—172

Полимербетоны 239**Полимеррастворы 207****Полиметилметакрилат 147, 153**

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

Полипропилен 146, 150, 151

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

маркировка 150, 151

применение 151

свойства 146, 150, 151

Полистирол 147, 152, 153

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

Полисульфон 173, 174

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

Политетрафторэтилен (фторопласт-4) 156 сл.**Политрифторхлорэтилен (фторопласт-3) 156, 157, 160, 161****Полиуретаны 185, 186**

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

Полиформальдегид (полиоксиметилен)

коррозионная стойкость, см.

Агрессивные среды

маркировка 163

Полиформальдегид
свойства 147, 162, 163
способы переработки 163

Полиэтилен 145 сл.
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
маркировка 145
применение 148, 149
свойства 146, 148, 150, 151

Полиэфирные смолы
классификация 184, 185
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
применение 185
свойства 177, 182 сл.

Поляризация электродов 35 сл.
анодная 35, 36
катодная 35—37

Поляризационные кривые 38 сл.
окисления металла 39, 41
построение 38 сл.
потенциостатические 42 сл.
совместного окисления двух металлов в одном электролите 42

Природные кислотоупоры
классификация 234
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды

Пропитанный графит см. Графит

Резина(ы) 210 сл.
герметизирующие 214, 216
гуммировочные 213, 214
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
кремнийорганические 220
листовая техническая 214
на основе каучуков
— — — бутадиенового 215
— — — бутадиевнитрильного 214—216
— — — бутилкаучука 211, 212, 214
— — — нитрита 211, 212
— — — натурального 211, 213
— — — полисульфидного (тиокола) 211, 216
— — — силиконового (силоксанового) 212, 216, 217, 220
— — — фторкаучука 211, 214, 222
— — — хлорсульфированного полиэтилена 219
— — — этиленпропиленовых 218
наполнители 210, 211

Резина(ы)
невулканизованные товары 212
полууретановые 223—225
применение 212
свойства 211 сл.
уплотнительные 214

Самец
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
свойства 123

Серебро 123
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
применение 123, 124
свойства 124

Силикатные вяжущие материалы 238, 239

Ситаллы и шлакситаллы 236, 237
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды

Сталь
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
легированные 93 сл.
— — нержавеющие 97, 103—105
— — хромистые 97 сл.
— — — граница устойчивости 97
— — — маркировка 100, 101, 105
— — — рекомендации по применению 105, 106
— — — сравнительная стойкость в серной кислоте 103, 105
углеродистые 88 сл.
— — — качественные 90
— — — коррозионное растрескивание 91
— — — коррозия 93
— — — обыкновенные 89, 90
— — — состав и механические свойства 89, 92

Стекла
классификация 234, 235
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
свойства и применение 235, 236

Стеклопластики 198 сл.
классификация 199
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
маркировка 200
свойства 198 сл.
связующие 200

Таблица коррозионной стойкости материалов в различных средах 256, 262 сл.
принцип построения 256 сл.

Тантал
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
применение 131
свойства 130, 131

Текстолит
ассортимент 160
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
свойства 176, 179

Тнколовые герметики 216, 217

Титан и сплавы 124 сл.
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
маркировка 128
новые сплавы 129
применение 125, 130
свойства 124 сл.
сортамент полуфабрикатов 127
состав 126, 127

Уголь 229
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды

Фаллит
ассортимент полуфабрикатов 179
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
применение 178, 179
свойства 176, 178

Фарфор
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
свойства и применение 238

Фенилон
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
маркировка 168
применение 168, 169
свойства 166, 168, 169

Фенопласты 176 сл.
классификация 176, 178
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
свойства 176, 178

Фенопласты
слоистые 179, 180

Фторопласты или фторлоны (полифторолефины) 156 сл.
ассортимент 161
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды

Фторопласт(ы)
маркировка 156
модифицированные 159
— — — способы обработки 160
наполненные 160
применение 160
растворимые в органических растворителях 160
свойства 156—158

Фурановые смолы и пресс-материалы 186, 187
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
модифицированные 187, 189
— — — марки 188

Фурилово-фульфурольные (фурановые) смолы 186 сл.
исходное сырье 186
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
маркировка 187
модифицированные 187, 188
наполнители 187, 189
применение 187, 188
свойства 177, 187—189

Фуриловые смолы 187—189
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
свойства и применение 188, 189

Футеровочные плитки 249, 250

Цветные металлы и сплавы 110 сл.
алюминий 110—112
бронзы 114, 116
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
латуни 114, 116
медь и сплавы 112, 113
никель и сплавы 116 сл.
самец, серебро 123, 124
тантал 130, 131
титан и сплавы 124 сл.

Цементы
коррозионная стойкость, см.
Агрессивные среды
свойства 239

Чугуны 106 сл.
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
 легированные 107 сл.
 нелегированные 106, 107

Эбониты 209, 215

Электрохимическая коррозия метал-
 лов 32 сл.

Эмаль кислотоупорная 237
 коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды

Эпоксидные клеи 195, 196

Эпоксидные смолы 189 сл.
 классификация и маркировка
 189, 190

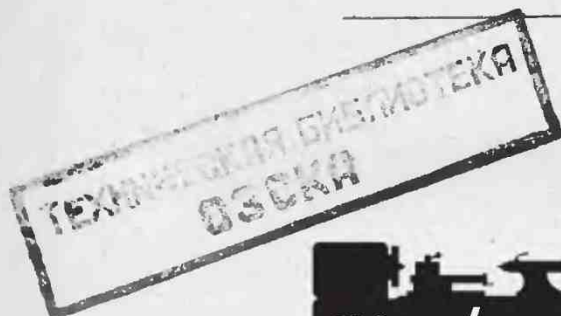
коррозионная стойкость, см.
 Агрессивные среды
 модифицированные (компауиды)
 193—195

отвердители 190, 195

— влияние на свойства 191

применение 192, 194, 195

свойства 177, 193, 195



Галина Яковлевна Воробьева

**Коррозионная стойкость материалов
 в агрессивных средах химических производств**

Редакторы *Беленькая С. М., Ростовская Н. П.*
 Технический редактор *Г. И. Косачева*
 Художник *А. Я. Михайлов*
 Корректор *Н. А. Козловская*

Т 16998. Сдано в наб. 18/1 1974 г. Подп. к печ. 18/X 1974 г. Формат бумаги 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Усл. печ. л. 42,84. Уч.-изд. л. 45,04. Тираж 10 000 экз. Зак. № 48. Изд. № 290. Цена 2 руб. 45 коп.

Издательство «Химия», 107076. Москва, ул. Стромьнка, 13

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградская типография № 2 имени Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 193052, Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29