

ГЛАВА 9

ПОКРЫТИЯ

Покрытия наносят на изделия из различных материалов для защиты от коррозии, придания изделиям декоративного вида, создания специальных поверхностных свойств (электропроводности, теплопроводности, электроизоляционных магнитных и немагнитных свойств, светоотражающей или свето-

поглощающей способности, износостойкости и др.). Покрытия могут быть металлическими и неметаллическими неорганическими (оксидные, фосфатные, фторидные и др.), пластмассовыми, резиновыми, лакокрасочными.

Таблица 9.1

Обозначение способов нанесения покрытий

Способ получения покрытия	Обозначение	Способ получения покрытия	Обозначение
Катодное восстановление	—	Металлизационный	Мет
Химический	Хим	Конденсационный	Кон
Анодное окисление	Ан	Контактный	Кт
Горячий	Гор	Вжигание	Вж
Диффузионный	Диф	Катодное распыление	Кр

Таблица 9.2

Обозначение металлических покрытий

Материал покрытия	Обозначение*	Материал покрытия	Обозначение*
Железо	Ж	Серебро	Ср
Золото	Зл	Серебро-сурьма	Ср-Су
Золото-серебро	Зл-Ср	Серебро-палладий	Ср-Пд
Золото-сурьма	Зл-Су	Хром	Х
Индий	Инд	Цинк	Ц
Кадмий	Кд	Платина	Пл
Кобальт	Ко	Палладий	Пд
Медь	М	Родий	Рд
Медь-олово	М-О	Рутений	Ру
Медь-олово-цинк*	М-О-Ц	Свинец	С
Медь-цинк	М-Ц	Титан	Ти
Никель	Н	Никель-вольфрам	Н-В
Никель-кобальт-фосфор	Н-Ко-Ф	Цинк-никель	Ц-Н
Олово	О	Оксиды	Окс
Олово-висмут	О-Ви	Фосфаты	Фос
Олово-кобальт	О-Ко	Алюминий	А
Олово-свинец	О-С	Золото-платина	Зл-Пл
Олово-цинк	О-Ц	Алюминий-цинк	А-Ц
Олово-никель	О-Н	Рений	Ре

* В обозначение покрытий, состоящих из сплава, включается максимальное процентное содержание первого или первого и второго компонентов сплава (в случае трехкомпонентного сплава). Например, медно-оловянно-свинцовое покрытие с массовой долей меди 70–78 %; олова 10–18 % и свинца 4–20 % обозначают М-О-С (78; 18).

Таблица 9.3

Обозначение признаков, характеризующих физико-механические свойства покрытий

Признак покрытия	Обозначение
Твердое	тв
Электропроводное	э
Электроизоляционное	эиз

Таблица 9.4

Обозначение видов дополнительной обработки покрытий

Вид дополнительной обработки покрытия	Обозначение	Вид дополнительной обработки покрытия	Обозначение
Фосфатирование	фос	Гидрофобизирование	гфз
Хроматирование	хр	Пропитка маслом	прм
Оксидирование	окс	Наполнение в воде	и в
Оплавление	опл	Нанесение лакокрасочного покрытия	лкп
Пропитка	прп		

Таблица 9.5

**Особенности контакта между металлами и неорганическими покрытиями
в различных условиях эксплуатации**

Соединяе- мые металлы и покрытия	Золото, платина, палла- дий, родий	Серебро	Хромоникелевые стали	Хром	Медь и ее сплавы	Никель	Олово и его сплавы	Свинец и его сплавы	Титан и его сплавы	Стали			Алюминий и его сплавы	Цинк и цинковые покрытия	Магний и его сплавы ок- сидированные	
	Л, С, Ж, ОЖ	Л, С, Ж, ОЖ	Л, С, Ж, ОЖ	Л, С, Ж, ОЖ	Л, С, Ж, ОЖ	Л, С, Ж, ОЖ	Л, С, Ж, ОЖ	Л, С, Ж, ОЖ	Л, С, Ж, ОЖ	Хромистые	Углеродистые	Кадмий	Хроматирован- ные	Фосфатирован- ные	Магний и его сплавы ок- сидированные	
Условия эксплуатации*																
Олово и его сплавы	0011	0011	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0222	0011	0011	0011	0000	2222	
Свинец и его сплавы	0222	0222	0011	0011	0011	0011	0000	0000	0000	0111	0222	0011	0111	0011	0000	2222
Титан и его сплавы	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0222	1122	1122	1122	0011	2222	
Хромистые стали	0000	0000	0000	0000	0011	0000	0000	0000	0000	0222	0222	0111	0111	0222	2222	
Стали углеродистые низколегированные	1222	1222	0222	0222	0222	0222	0222	0222	0222	0222	0000	0222	0222	1222	0022	2222
Кадмий и кадmiumевые покрытия хроматированные	2222	2222	0222	0222	1222	0222	0011	0011	1122	0222	0222	0000	0000	0000	0000	2222
Алюминий и его сплавы оксидированные	2222	2222	0222	0011	1222	0222	0011	0111	1122	0111	0222	0000	0000	0000	0000	2222
Цинк и цинковые покрытия: хроматированные фосфатированные	2222	2222	1222	0222	2222	0222	0011	0011	1122	0222	1222	0000	0000	0000	0000	2222
2222	2222	1222	0122	0011	0011	0000	0000	0011	0222	0022	0000	0000	0000	0000	2222	
Магний и его сплавы оксидированные	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	0000	

Обозначения: 0 — при соприкосновении коррозии не происходит; 1 — при соприкосновении возможна незначительная коррозия; 2 — при соприкосновении возникает сильная коррозия.

* Условия эксплуатации: л — легкие; с — средние; ж — жесткие; ож — очень жесткие.

Таблица 9.6

Свойства и назначение металлических покрытий

Покрытие	Способ получения	Свойства покрытий	Назначение
Цинковое	Диф, Мет, Гор, катодное восстановление	45–50 НВ; интервал рабочих температур – 70–250 °С; обладают хорошим сцеплением с деталью; хорошо работают на изгиб; низкая износостойкость	Задита от коррозии стали, чугуна, меди и ее сплавов
Кadmивое	Катодное восстановление	12–40 НВ; интервал рабочих температур ±60 °С; обладают высокой пластичностью, хорошо паяются, выдерживают изгиб, развалицовку, вытяжку, хорошо притираются, устойчивы в морской среде, щелочных растворах, неустойчивы в среде сернистых газов, масел, бензина	Задита от коррозии, в том числе в морских условиях, для обеспечения притирочных свойств деталим при сборке
Никелевое	Хим, катодное восстановление	150–600 НВ; легко полируются; коррозионно-стойкие при температурах до + 650 °С	Задита от коррозии пружин, корпусов и других деталей; декоративная отделка; придание поверхности твердости, получение светоотражающей или светопоглощающей (черный никель) поверхности. Придание магнитных свойств (Н-Ко)
Хромовое	Диф, катодное восстановление	750–110 НВ; химически стойкие, за исключением среды соляной кислоты, галогено-водородных соединений, устойчивы в условиях тропического климата	Задита от коррозии, декоративная отделка, увеличение твердости деталей, работающих на трение; получение светопоглощающей (черной) или светоотражающей поверхности
Медное	Хим, Мет, Вж, катодное восстановление	60–150 НВ; электрическое сопротивление при 18 °С равно $1,682 \cdot 10^{-6}$ Ом·см; обладают высокой прочностью сцепления, эластичностью, выдерживают глубокую вытяжку, развалицовку, хорошо паяются, полируются, быстро окисляются	Обеспечение способности к пайке, электропроводимости, экралирование от магнитного потока
Оловянное и его сплавами	Хим, Гор, Мет, катодное восстановление	15–20 НВ; эластичны; устойчивы к сероводороду, органическим кислотам, воздействию тропического климата; выдерживают изгибы, вытяжку, развалицовку	Задита при азотировании, гуммировании, защита от коррозии, обеспечение способности к пайке (О-Вп); декоративная отделка (О-Н)
Серебряное и его сплавами	Хим, Вж, катодное восстановление	50–150 НВ; электрическое сопротивление при 18 °С равно $1,5 \cdot 10^{-6}$ Ом·см; отражательная способность свежего покрытия 90–95 %; хорошо паяются; износостойкость пониженная; у сплавов Ср-Су твердость до 22 НВ; тускнеют и темнеют в атмосфере серы, хлора, аммиака	Улучшение электропроводимости, износостойкости (Ср-Су, Ср-П); обеспечение отражательной способности
Золотом и его сплавами	Хим, катодное восстановление	40–100 НВ; электрическое сопротивление при 18 °С равно $2,213 \cdot 10^{-6}$ Ом·см; обладают высокой теплопроводностью, хорошо обеспечивают сварку. Сплавы Зл-Ср, Зл-Н, Зл-К износостойки и обладают твердостью НВ до 200	Снижение переходного сопротивления контактов, повышение их износостойкости
Палладиевое	То же	200–350 НВ; электрическое сопротивление при 18 °С равно $10,8 \cdot 10^{-6}$ Ом·см; в контакте с пластмассами на покрытии образуются темные пленки, увеличивающие переходное сопротивление	Обеспечение электропроводимости, снижение износостойкости контактов
Родиевое	»	400–800 НВ; отражательная способность 73–75 %; покрытия стойки к кислотам, щелочам	Повышение электропроводимости, износостойкости, отражательной способности

Таблица 9.7

Свойства и назначение неорганических неметаллических покрытий

Покрытие	Материал деталей	Свойства	Назначение
Оксидное	Сталь, медь и ее сплавы, магниевые сплавы	Защитные свойства невысокие, повышаются при обработке покрытий маслами, лаками, гидрофобизирующими жидкостями	Межоперационное хранение; декоративная отделка и защита от коррозии (медь, магний и их сплавы)
Оксисно-фторидное; окисно-фосфатное	Алюминий и его сплавы	Обладают эластичностью, хорошей адгезией с металлом; окисно-фосфатное покрытие незлектропроводно, является хорошим грунтом под окраску	Декоративная отделка и защита от коррозии
Хроматно-фторидное	То же	Обладают токопроводящими свойствами, стабильностью переходного сопротивления, являются хорошим грунтом под окраску, механически непрочны	Обеспечение стабильного переходного сопротивления
Фосфатное	Стали	Обладают высоким электрическим сопротивлением, термостойкостью до +300 °C, не подвергаются пайке и сварке; защитные способности появляются после дополнительной обработки маслами, лаками	Защита от коррозии, создание непроводящего поверхностного слоя
Пассивное	Стали, медь и ее сплавы	Для повышения коррозионной стойкости применяют дополнительную пропитку маслами, лаками	Защита от коррозии
Оксидное анодизационное	Алюминий и его сплавы; медь и ее сплавы; магниевые сплавы; титан и его сплавы	Твердость покрытия на алюминии и его сплавах 28–44 НВ, электроизоляционные покрытия имеют пробивное напряжение до 600 В; электрическая прочность возрастает при пропитке покрытия лаками; эмальевые пленки на алюминии и окисные на титане обладают износостойкими свойствами	Защита от коррозии, придание электроизоляционных свойств; получение светопоглощающей поверхности (медь), защита от задиров при трении (титан), грунты под окраску

Таблица 9.8

Пластмассовые и резиновые покрытия

Материал	Толщина покрытия, мм	Материал детали	Грунт под покрытием	Температура нагрева, °C, в зависимости от метода нанесения покрытия	σ, %	Рабочая температура, °C	Покрытие стойко в среде					Поверхности детали							
							М	Д	Б	Т	К	Щ	О	Б	С	В	И	Д	Т
Полиэтилен ВД	0,1–1	+	+	+	—	—	240	—	200	—	—50+100	+	+	—	+	+	+	+	—
Полиэтилен НД	0,1–1	+	+	+	—	—	280	—	220	200	—50+100	+	+	—	+	+	+	+	—
Полиизобутилен ПГС	0,5–2	+	+	+	+	Клей 88-Н	—	20	—	200	—40+80	+	+	—	—	+	+	—	—
Полиакрилолен	0,1–1	+	+	+	—	—	250	—	—	200	—30+150	+	+	—	+	+	+	+	+
Винилласт	0,3–1	+	+	+	—	ХГС	—	170	—	15	—30+70	+	+	+	+	+	—	—	—
Поливинилхлоридная паста	0,1–1	+	+	+	—	—	—	160	100	—30+70	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Фторопласт-4Д, 4ДП	0,05	+	—	—	—	—	—	—	370	75	—200+250	+	+	+	+	+	+	—	+
Фторопласт-3, ЗМ	0,15	+	—	—	—	—	—	—	330	75	—100+120	+	+	+	+	+	+	—	+
Масса на основе поливинилбутира ПНФ-12, ТПФ-37	0,1–1	+	—	—	—	—	320	—	240	50	—40+120	+	+	—	+	—	+	+	+
Капрон; полизамид П-68; полизамид П-АК-7	0,1–1	+	—	—	—	—	260–300	—	220	30	—40+120	—	+	—	+	+	+	+	+
Эпоксидная смола со стекловолокном	0,5–2	+	+	+	—	—	20	—	—	10	—40+100	+	+	—	+	+	+	—	—

Продолжение табл. 9.8

Материал	Толщина покрытия, мм	Материал детали	Грунт под покрытием	Температура нагрева, °С, в зависимости от метода нанесения покрытия			σ, %	Рабочая температура, °С	Покрытие стойко в среде					Поверхности детали			
				Н	П	СВ			к	щ	о	б	с	в	и	д	т
Сырая резина на каучуках: СКБ, СКС	0,5–2	+	+	—	—	150 200	—	—	+	+	—	—	+	+	—	+	—
СКИ-40	0,5–2	+	+	—	—	150 200	—	—	+	+	+	+	+	+	—	+	—
Жидкий найрит	0,5–2	+	—	—	—	20 —	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—

Условные обозначения: 1. Знак «+» означает пригодность, знак «—» — непригодность покрытия для данных материалов и условий.

2. Материал детали: М — металл; Д — дерево; Б — бетон; Т — ткань.

3. Метод нанесения покрытия: Н — напыление; П — плакирование; СВ — спекание или вулканизация.

4. Среда: к — кислота; щ — щелочь; о — окислители; б — бензин; с — спирт.

5. Поверхности детали: в — внутренние; и — наружные; д — декоративные; т — трущиеся.

Таблица 9.9

Свойства и назначение грунтовок и шпатлевок

Наименование, марка (ГОСТ, ТУ)	Цвет*	Режим сушки		Свойства и назначение	
		температура, °С	длительность		
Грунтовки					
Сополимеры винихлорида: ХС-010 (ГОСТ 9355—81)	К-К	18–23 60	1 ч 0,5 ч	Наносят на черные металлы, медь и ее сплавы, под перхлорвиниловые и сополимерные эмали в комплексе химически стойких, атмосферостойких, масло- и бензостойких покрытий. Подготовка поверхности — пескоструйная, дробеструйная обработка, фосфатирование	
ХС-059 (ГОСТ 23494—79)	К-К	18–23	24 ч	Наносят на черные металлы, алюминий и его сплавы под сополимерные и перхлорвиниловые эмали в комплексе химически стойких и атмосферостойких покрытий	
Глифталевая ГФ-0119 (ГОСТ 23343—78)	К-К	18–23 100–110	12 ч 35 мин	Наносят на черные металлы, медь и ее сплавы под различные эмали; обладают удовлетворительной противокоррозионной стойкостью, маслостойкостью	
Фенольно-формальдегидные ФЛ-03К, ФЛ-03Ж (ГОСТ 9109—81)	К-К	10–23 100–110 175	12 ч 35мин 15 мин	Наносят под различные эмали; обладают повышенной противокоррозионной стойкостью; ФЛ-03К наносят на черные металлы, медь и ее сплавы, припой; ФЛ-03Ж наносят на коррозионностойкие стали, алюминий	
Масляные: КФ-030 (МРТУ 10-698—67) ФЛ-086 (ГОСТ 16302—79)	Ж Ж	40 ч 4 ч 5 ч 2 ч		Наносят на алюминий и его сплавы в комплексе атмосферостойких покрытий; КФ-030 под масляные, глифталевые, пентафталевые, меламинные, мочевинные, фенольные, кремнийорганические покрытия; ЛФ-086 под перхлорвиниловые, нитроцеллюлозные, масляные, глифталевые, пентафталевые, меламинные мочевинные эмали	
Алкидно-стирольная МС-015	К-К	18–23	2 ч	Наносят на черные металлы в комплексе с алкидно-стирольными эмалями для покрытий внутри помещений	

Продолжение табл. 9.9

Наименование, марка (ГОСТ, ТУ)	Цвет*	Режим сушки		Свойства и назначение
		температура, °C	длительность	
Акриловая АК-070	Ж	18–23	1 ч	Наносят на оксидированные алюминиевые и магниевые сплавы, на места паск припоями ПОС40, ПОС61 под сополимерные и перхлорвиниловые эмали
Поливинилбутиральные ВЛ-02; ВЛ-08	Ж	18–23	15 мин	Наносят на цветные металлы под перхлорвиниловые, масляные, глифталевые, пентафталевые, а при окраске черных металлов под алкидно-стирольные и поливинилбутиральные эмали в комплексе атмосферостойких и водостойких покрытий
Эпоксидная ЭП-09Г	Ж, К	150	1 ч	Наносят на черные и цветные металлы под эпоксидные, нитроэпоксидные эмали в комплексе атмосферостойких покрытий без воздействия солнечной радиации
Шпатлевки (ГОСТ 10277—76)				
Перхлорвиниловые: ХВ-005	С	18–23 60	2,5 ч 1 ч	Наносят под сополимерные и перхлорвиниловые эмали. При применении других эмалей шпатлевки необходимо перекрыть грунтовкой; ХВ-005 применяют для сплошного и местного шпатлевания; ХВ-004 — только для местного
ХВ-004	З	18–23	2 ч	
Пентафталевая ПФ-002	К-К	18–23 или 18–23 затем 80	24 ч 3 ч 1 ч	Применяют для сплошного и местного шпатлевания под различные эмали (перед нанесением нитроцеллюлозных и перхлорвиниловых эмалей шпатлевку следует перекрыть грунтом)
Масляная КФ-003	К, Защ	100	1 ч	Применяют для сплошного и жесткого шпатлевания под масляные и глифталевые и пентафталевые эмали для покрытий, стойких внутри помещения
Нитроцеллюлозная НЦ-007	К-К	18–23	1 ч	Применяют для исправления незначительных дефектов под нитроцеллюлозные эмали
Алкидно-стирольная МС-006	Р	18–23	15 мин	Применяют для исправления незначительных дефектов под меламинные, мочевинные, глифталевые, пентафталевые алкидно-стирольные эмали
Эпоксидные: ЭП-0010	К-К	18–23	24 ч	Применяют как самостоятельное химически стойкое покрытие и с перекрытием эпоксидными эмалями, для выправки дефектов глубиной до 2 мм, а с наполнителем — до 5 мм
ЭП-0020	К	18–23	24 ч	Применяют для выправки углублений глубиной до 5 мм; в качестве грунтовки под эпоксидные эмали

* К — красный; К-К — красно-коричневый; Ж — желтый; С — серый; З — зеленый; Р — розовый; Защ — защитный; Ч — черный.

Таблица 9.10

Условные обозначения групп лакокрасочных материалов по назначению (ГОСТ 9825—73)

Группа	Обозначение	Группа	Обозначение
Атмосферостойкие	1	Маслобензостойкие	6
Ограниченно атмосферостойкие (под навесом и внутри помещений)	2	Химически стойкие	7
Водостойкие	4	Термостойкие	8
Специальные	5	Электроизоляционные	9
		Консервационные	3

Таблица 9.11

Классификация лакокрасочных материалов по составу пленкообразователя (ГОСТ 9825-73)

Наименование смол, эфиров, целлюлозы, масел	Обозначение	Наименование смол, эфиров, целлюлозы, масел	Обозначение
Канифольные	КФ	Меламинные	МЛ
Битумные	БТ	Мочевинные	МЧ
Глифталевые	ГФ	Фенолалкидные	ФА
Фенольные	ФЛ	Эпоксидные	ЭП
Полизифирные ненасыщенные	ПЭ	Эпоксиэфирные	ЭФ
Алкидно- и масляностирольные	МС	Дивинилацетиленовые	ВИ
Полиуретановые	УР	Поливинилацетиленовые	ВЛ
Полиакриловые	АК	Масляные	МА
Сополимерно-акриловые	АС	Кремнийорганические	КО
Нитроцеллюлозные	НЦ	Полиамидные	АД
Этилцеллюлозные	ЭЦ	Пентафталевые	ПФ
Перхлорвиниловые	МВ	Фторопластовые	ФП
Сополимерно-винилхлоридные	ХС		

Таблица 9.12

Свойства и назначение лакокрасочных материалов

Способ нанесения покрытий	Условия сушки, характеристика покрытий
Кистью, распылением, обливанием, окунанием, в электростатическом поле (по глифталевым и фенольным грунтовкам)	Пентафталевые ПФ Высыхают при 18–23 °C за 24–28 ч; при 100–110 °C — за 3–4 ч. Покрытия эластичны, устойчивы к механическим воздействиям, атмосферостойки. Имеют хороший глянец. Применяют для окраски приборов и других изделий.
То же	Глифталевые ГФ Высыхают при 18–23 °C за 24–36 ч; при 80–100 °C — за 1,5 ч. Характеристики близки к характеристикам пентафталевых, но атмосферостойкость ниже. Применяют для защитной и декоративной окраски приборов и машин.
Распылением пневматическим и в электростатическом поле (по глифталевым и фенольным грунтовкам)	Меламиноалкидные МЛ Высыхают при 110–140 °C за 1–1,5 ч. Обладают высокой твердостью, эластичностью, хорошим глянцем, высокой атмосферостойкостью. Применяют для декоративной окраски приборов и машин.
То же, что и для пентафталевых	Мочевинные МЧ На древесине высыхают в естественных условиях при добавлении отвердителя (соляная кислота, контакт Петрова); на металлах высыхают при 120–140 °C. Обладают высокой твердостью, зеркальным блеском, бензомаслостойкостью. Применяют для окраски металлических и деревянных изделий.
Распылением, окунанием, кистью (по фенольным грунтовкам)	Фенольные смолы ФП Высыхают при 18–23 °C за 24–30 ч; при 180 °C — за 30 мин. Эластичны с высокой твердостью, атмосферостойки (содержат растительные масла). Применяют для окраски металлических изделий.
Распылением, кистью (по эпоксидным, фенольным, поливинилацетатным грунтовкам и эпоксидным, перхлорвиниловым шпатлевкам)	Эпоксидные смолы ЭП Для высыхания добавляют отвердитель (№ 1, АЭ-4). Сушат при 18–23 °C 25 ч или при 120–180 °C в течение 1–2 ч. Обладают высокой твердостью, атмосферостойкостью, бензостойкостью, водостойкостью, стойкостью к воздействию щелочей, длительной теплостойкостью при 200 °C, стойкостью к температурным перепадам –60 — +200 °C, высокими электроизоляционными свойствами. Применяют для окраски металлических изделий.
Распылением, поливом (по порозаполнителю, шпатлевке и без них)	Полизифирные ненасыщенные ПЭ Сушка ступенчатая: 18–23 °C 20 мин, затем 60 °C 30 мин. Обладают стойкостью к действию воды и растворителей, нагреву и охлаждению. Применяют для высококачественной окраски деревянных корпусов.

Способ нанесения покрытий	Условия сушки, характеристика покрытий
Распылением, окунанием, кистью (по грунтовке УР-01 или по металлу)	Полиуретановые УР Высыхают при 18–23 °С за 9 ч или при 120 °С за 1,5 ч. Обладают газонепроницаемостью, твердостью, бензостойкостью, эластичностью, стойкостью к истиранию. Применяют для окраски изделий из черных и цветных металлов, анодированного дуралюмина.
Распылением (по глифталевым и фенольным грунтовкам)	Нитроцеллюлозные НЦ Высыхают при 18–23 °С за 30 мин. Стойки к минеральным маслам, бензину, слабым щелочам. Пожаро- и взрывоопасны. Применяют для окраски изделий из металла и древесины.
Распылением (по глифталевым, фенольным и перхлорвиниловым грунтовкам)	Перхлорвиниловые ХВ Высыхают при 18–23 °С за 1–3 ч или при 60 °С за 0,5–1 ч. Для окончательного отверждения необходима выдержка при 18–23 °С не менее 7 суток. Обладают атмосферостойкостью, химической стойкостью, бензо- и маслостойкостью, невысокой светостойкостью и термостойкостью. Применяют для окраски изделий из металла и древесины, в том числе подвергающихся кратковременному воздействию морской и пресной воды.
Распылением (по глифталевым и перхлорвиниловым грунтовкам)	Сополимеры винилхлорида ХС Высыхают при 18–23 °С за 1–3 ч или при 60 °С за 0,5–1 ч. Обладают большей адгезией, химической стойкостью и морозостойкостью, чем перхлорвиниловые. Применяют для окраски оптических приборов.
Распылением пневматическим в электрическом поле, кистью	Алкидно-стирольные МС Высыхают при 18–23 °С за 1,5–2 ч. Обладают твердостью, стойкостью к повышенной влажности, солевым растворам, маслам, бензину, щелочным эмульсиям. Применяют для исправления дефектов в процессе окраски молотковыми эмалями (МП).
Пневматическим распылением	Каучуки КЧ Высыхают при 150–180 °С за 1 ч; обладают твердостью, эластичностью, атмосферостойкостью, бензо- и маслостойкостью. Применяют для окраски оптико-механических приборов.
Распылением, кистью	Кремнийорганические КО Высыхают при 18–23 °С за 24 ч или при 150–170 °С за 2 ч. Обладают повышенной термостойкостью (250–500 °С), атмосферостойкостью, водо-, бензо- и маслостойкостью. Применяют для окрашивания изделий из фосфатированных сталей и анодированных алюминиевых сплавов, работающих при повышенных температурах.
Распылением (по эпоксидным, фенольным и поликарболовым грунтовкам)	Полиакриловые АК, АС Высыхают при 18–23 °С за 24 ч или при 100 °С за 2 ч. Покрытие атмосферостойко к смазкам и спиртам, маслостойко. Применяют для окраски шкал приборов, стеклотекстолита, деталей приборов и машин.
Распылением, окунанием, кистью	Поливинилацетальные ВЛ Высыхают при 18–23 °С за 24 ч или при 120 °С за 1–4 ч. Покрытие водостойкое, масло- и бензостойкое. Применяют для окраски изделий из сталей, алюминиевых и магниевых сплавов, работающих при повышенной температуре в среде бензина и минеральных масел.
То же	Битумы БТ Высыхают при 18–23 °С за 20–24 ч. Покрытия влагостойкие и химически стойкие. Применяют в электроаппаратостроении.
Распылением, окунанием, кистью, в электрическом поле (без грунтовки по металлу и дереву)	Масляно-лаковые (канавольные) КФ Высыхают при 18–23 °С за 24–30 ч или при 60–65 °С за 4 ч. Покрытия атмосферостойки, эластичны. Применяют для окраски деталей, приборов и машин, декоративной окраски металлических и деревянных поверхностей.

Таблица 9.13

**Возможные сочетания грунтовок с эмалями (лаками) и материалами
окрашиваемых поверхностей**

Материалы окрашиваемых поверхностей	Грунтовка	Эмали и лаки						
		ПФ, ГФ	МЛ	МЧ	ФЛ	ЭП	МС	НЦ
Черные металлы	ГФ-020; ФЛ-03К; ФЛ-03Ж	+	+	+	+	+	+*2	+
Алюминий и его сплавы	ФЛ-03Ж; ГФ-031	+, КФ-030	+, КФ-030	+, КФ-030	+, КФ-030	—;	*2	+
Медь, латунь, бронза	ФЛ-03К; ФЛ-03КК	+	+	—	+	—;	*3	+
Магниевые сплавы	ФЛ-03Ж; ГФ-031	+	+	—	+	—;	—	+
Цинк	ФЛ-03Ж; ГФ-031	+	+	+	+	—;	—	+
Сталь кадмированная	ФЛ-03Ж; ФЛ-03К; ФЛ-03КК; ГФ-031	+	+	+	+	—;	—	+
Эмали и лаки								
		ХВ	ХС	К, КО*1	АС, АК	ВЛ	ВТ	КФ
		ХС-010	ХС-010	+*2	+	*3	+*3	+
Черные металлы	ФЛ-03К; ГФ-020; ФЛ-03Ж	+	+	+	+	+	+	+
Алюминий и его сплавы	ФЛ-03Ж; ГФ-031	+	+	ФЛ-03Ж КФ-030	ФЛ-03Ж; ЭП-09Т	*3	—	+
Медь, латунь, бронза	ФЛ-03К; ФЛ-03КК	+	+	—	+	*3	—	*3
Магниевые сплавы	ФЛ-03Ж; ГФ-031	+	+	—	ФЛ-03Ж; ЭП-09Т	*3	—	+
Цинк	ФЛ-03Ж; ГФ-031	+	+	—	ФЛ-03Ж; ЭП-09Т	—	—	+
Сталь кадмированная	ФЛ-03Ж; ФЛ-03К; ФЛ-03КК; ГФ-031	+	+	—	+	*3	—	+

Примечания. 1. Обозначения эмалей и лаков: ПФ и ГФ — алкидные; МЛ — меламинные; МЧ — мочевинные; ФЛ — фенольные; ЭП — эпоксидные; МС — алкидно-стирольные; НЦ — нитроцеллюлозные; ХВ — перхлорвиниловые; ХС — на основе сополимеров винилхлорида; К, КО — кремнийорганические; АС, АК — поликариловые; ВЛ — поливинилацетальные; ВТ — битумные; КФ — масляные эмали.

2. Знак «+» означает пригодность, знак «—» непригодность для данных эмалей (лаков); марки грунтовок рядом со знаком являются дополнительно применимыми.

*1 Для эксплуатации при высоких температурах.

*2 Эмали (лаки) можно наносить без грунтовок.

*3 Эмали (лаки) наносят без грунтовок.

9.1. Клей и другие вспомогательные материалы

Клей предназначены для неразъемного соединения металлов и неметаллических материалов.

Таблица 9.14

**Рекомендуемые марки клея для склеивания различных материалов
и минимальная рабочая температура, °C**

Марка	Материалы												
	Пластмассы порошко-вые	Винила-сты	Полиэти-лен	Фтороп-ласт-4	Полипро-пilen	Оргстекло	Цеплуплонд	Древесные материалы	Полисти-рол блоч-ный	Текстолит	Стеклотек-столиты	Пеноопа-сты	Теплоизо-ляционные материалы
АМК	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150
БФ-2 *	60	—	—	60	—	—	—	—	60	60	—	—	—
БФ-4 *	—	—	—	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—
В-107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВИАМ-19	80	—	—	—	—	—	—	60	—	80	80	80	80

Продолжение табл. 9.14

Марка	Материалы												
	Пластмассы порошковые	Винил-сты	Полиэти-лен	Фторопла-ст-4	Полипро-пилен	Оргстекло	Целлюлоза	Древесные материалы	Полисти-рол блоч-ный	Текстолит	Стеклотек-столиты	Пенопла-сты	Теплоизо-дакционные материалы
В-31-Ф9	80	—	60	—	80	150	—	60	—	80	—	100	100
ВК-32-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200
ВК-32-200	200	—	—	200	—	—	—	—	—	100	200	—	—
ВК-32-ЭМ *	80	—	—	—	—	—	—	—	—	80	80	80	—
ВКТ-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВКТ-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400
ВС-10М *	150	—	—	—	—	—	—	—	—	100	150	—	—
ВС-107 *	150	—	—	150	—	—	—	—	—	150	150	—	—
ВС-350 *	250	—	—	250	—	—	—	—	—	100	300	—	—
Карбонильные *	60	—	—	20	—	—	—	—	—	60	—	—	—
К-17 *	—	—	—	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—
К-32-70 *	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—
К-153 *	80	—	—	80	—	—	80	60	—	80	80	120	80
Л-4 *	80	—	—	—	—	—	—	60	—	80	80	80	—
ПВ-16	—	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—	—	—
ПК-5 *	60	—	—	60	—	—	—	—	—	60	—	—	—
ПУ-2 *	80	60	60	80	80	150	80	60	60	80	80	120	—
ПУ-2М *	80	60	60	80	60	—	80	60	60	80	80	80	100
№ 88	—	—	20	—	20	—	—	—	—	—	—	—	80

Приимечание. Склейивание полиэтилена, полипропилена, фторопласта-4 возможно только по обработанной химическим или другим способом поверхности материала.

* Клей пригодны для склеивания металлов с указанными в таблице материалами, если температурный режим склеивания не превышает рабочую температуру материала.

Таблица 9.15

Типовые режимы склеивания различных материалов синтетическими kleями

Марка клея	Температура, °С	Давление, МПа	Выдержка до отверждения, ч
Для металлов			
К-153	25	0,1–1,5	16–20
БФ-2, БФ-4	140–150	1,0–2,0	1
ВС-10Т	180	0,05–0,2	1–2
ВК-32-ЭМ	150	0,05–0,3	—
ВС-10М	180	0,3–1,0	2–3
ВК-32-200	180	1,0–2,0	1–2
П-4	120	0,01–0,073	4
ПК-5	80	0,05–0,3	6
ПУ-2М	105	0,05–0,3	4
ВС-350	200	0,1–0,2	2
Карбонильный	20	0,03–0,05	24–30
Для неметаллических материалов			
МАС-1	150	0,2–0,3	0,5
КТ-15	200	0,2–0,3	2
К-17	15	0,05–0,3	6–8
№ 88	15	—	3
АМК	105	—	4
АК-20	—	—	8
ВК-32-2	18	—	10
К-32-70	20	—	4
В-31-Ф	65	0,1–0,15	10–12
ПВ-16	20	0,1–0,3	4
В-107	20	0,1–0,15	—
ВИАМ-Б3	15	0,5–0,3	10–12
ВИАМ-К-12	16	0,05–0,5	8–10
ВИАМ-Ф	16	0,05–0,5	12–15
	18	0,05–0,5	—

Таблица 9.16

Свойства и назначение синтетических клеев

Марка	Прочность при 20 °С		Склейываемые материалы, свойства клея
	на сдвиг, МПа	на отрывание, Н/м	
Фенольные			
БФ-2, БФ-4	30	280	Металлы, текстолит, аминопласти, стекло, древесина, фибра, фарфор, кожа; вибростоек.
БФ-6	—	—	Ткани, резина, войлок между собой и для приклеивания его к металлам.
ВК-32-200	15	320	Дуралюмин, стали, текстолиты, пенопласти.
ВС-350	18	—	
ВС-10Т	18	320	
ВС-10М	20	320	Металлы, стеклотекстолиты и текстолиты.
КР-4	—	—	Пластмассы, древесина, текстильные материалы.
КБ-3	—	—	
Бакелитовые			
СБС-2	—	—	Пластмассы, тонкие древесные, бумажные и текстильные материалы.
Эпоксидные			
ЭД-5, ЭД-6	—	—	Металлы, винилласт, оргстекло, фарфор, керамика, древесина, пластмассы, приклеивание вулканизированной древесины к металлам.
ВК-32-ЭМ	25	200	Стали, дуралюмин между собой и с пенопластами.
ВК-7	7,5	—	Стоек в различных кинематических условиях.
Л-4	4,0	—	Стали, алюминиевые и титановые сплавы, работающие при температуре от -60 до +250 °С.
Полиамидные			
ПФЭ-2/10	6,0	600	Металлы, текстолит, древесина, капроновое волокно, полиамидные пленки, кожи.
ПК-5	15	—	Полиамидная пленка.
МПФ-1	17	600	Металлы и неметаллические материалы. Эластичен; обладает длительной прочностью.
Карбомидные			
КМ-3	—	—	Пластмассы, древесина, бумага, текстильные материалы; вибростоек.
К-17	14	—	
КМ-12	—	—	
Полиуретановые			
ПУ-2	14	—	Стали, алюминиевые сплавы между собой и с неметаллическими материалами. Обладает длительной прочностью и выносивостью, стоек в различных климатических условиях.
ВК-5	7,5	—	Стали, алюминиевые и титановые сплавы между собой и с неметаллическими материалами, работающие при ±60 °С в течение 1000 ч; вибростоек.
Перхлорвиниловые			
Д-10; М-10	—	—	Поливиниловые пластики между собой и с металлами.
«Лейкопат»	—	400	Невулканизированная резина с металлами.
Б-10	—	—	
ХВК-2а	—	—	Винилласт, ткани и пластики с металлами.
Глифталевые			
АМК	—	750	Стекло, теплоизоляция с металлами.
ИП-9	—	—	Силиконовые резины с металлами.
Металлические			
Мелкадин	—	—	Металлы, керамика, органические полимеры и др.; электропроводен, выдерживает нагрев до 700–800 °С.

Марка	Прочность при 20 °С		Склейваемые материалы, свойства клея
	на сдвиг, МПа	на отдирание, Н/м	
Алюмофосфатный клей	—	—	Фосфатные Стекло, ситалл, керамика, металлы (никель, молибден, вольфрам, титан, tantal, ковар, констант), работающие при -60 — +1400 °С.
Циакрин	14	—	Цианакриловые Различные материалы.
БОВ-1 БОВ-2 БОВ-3	—	—	Эпоксидно-фурфурольно-ацетатные Металлы и пластмассы, химически стойкие, теплостойкие.

9.2. Кислотоупорные замазки, цементы и герметики

Таблица 9.17

Рекомендуемые склеивающие и герметизирующие материалы для химической аппаратуры

Наименование, марка	Материалы	Плотность ρ, кг/м³	Краткая характеристика материала	Примерное назначение	Предел прочности, МПа, не менее	
					при растяжении	при сжатии
Арзамит 1	М-522-54	—	Замазки типа арзамит приготавливаются на основе фенольформальдегидной резольной смолы с порошкообразным наполнителем и кислым отвердителем. Замазки водонепроницаемы и затвердевают на холода. Замазки устойчивы к действию растворов неорганических кислот и солей, к салициловой, малеиновой, бензойной кислотам, бензину, хлорбензолу. Замазка арзамит 1 — кислотостойкая, арзамит 2 — кислотощелочестойкая, арзамит 4 и арзамит 5 — кислотощелочестойкие теплопроводные, арзамит 6 — химически- и теплостойкая до температуры 250 °С, арзамит 7 — кислотощелочестойкая, не дающая усадки при схватывании.	Применяется при футеровке емкостной аппаратуры кислотоупорным кирпичом и керамическими плитками, а также для склеивания деталей аппаратуры из фаяолита	3	30
Арзамит 2	—	1150	—	—	—	—
Арзамит 4	ТУ 6-16-1133-67	—	—	—	5	60
Арзамит 5	СТУ 58-009-59	1200	—	—	4,5	45
Арзамит 6	—	—	—	—	—	—
Арзамит 7	—	—	—	—	—	—
Цемент гидроглицериновый	—	2900	—	Применяется для склеивания деталей из керамики и кварцевого стекла	2,4	—
У-30М	—	1400	Тиоколовый герметик, самовулканизирующийся при температуре 70 °С через 2–3 ч, при 50 °С — через 3–4 ч, при 18–20 °С — через 24–48 ч. Допустимая температура эксплуатации герметика на воздухе от -40 до +70 °С и в жидком топливе от -60 до +130 °С. Герметик не обладает адгезией к металлу, поэтому его наносят на подслой из клея 88-Н или эпоксидно-тиколового клея К-50	Применяется для поверхностной герметизации металлических изделий, имеющих резьбовые, сварные или заклепочные соединения и нуждающиеся в уплотнении. Герметик наносится на изделие при помощи шпателя или шприца	2,0 (на отрыв)	—