

СПРАВОЧНИК

Лакокрасочные покрытия Технология и оборудование

*Под редакцией канд. хим. наук
А. М. ЕЛИСАВЕТСКОГО*



МОСКВА
"ХИМИЯ"
1992

ББК 35.74
Л 19
УДК 667 (03)

Авторы:

канд. хим. наук *А. М. Елисаветский*, канд. техн. наук *В. Н. Ратников*,
В. Г. Дорошенко, канд. техн. наук *В. Л. Гоц*, канд. техн. наук
М. К. Дубинин, *В. П. Козлов*, *С. П. Котова*, д-р хим. наук *И. А. Кры-*
лова, *О. Б. Сумина*.

Спонсоры издания:

Ассоциация «Лакокраска» МХНП СССР, Центр «Коррозия»
Всесоюзной ассоциации коррозионистов,
Московское правление ВХО им. Д. И. Менделеева

Лакокрасочные покрытия. Технология и оборудование:
Л 19 Справ. изд./*А. М. Елисаветский*, *В. Н. Ратников*, *В. Г. До-*
рошенко и др.; Под ред. *А. М. Елисаветского*. М.: Химия,
1992 — 416 с., ил.

ISBN 5—7245—0401—4

Дана классификация лакокрасочных материалов по преимущественному назначению применительно к условиям эксплуатации покрытий. Приведены различные системы лакокрасочных покрытий. Даны рекомендации по выбору покрытий в зависимости от условий эксплуатации. Рассмотрены средства химической подготовки поверхности. Описана технология получения покрытий. Подробно рассматривается оборудование для химической подготовки поверхности, нанесения лакокрасочных материалов и сушки покрытий. Даны основы расчета экономической эффективности применения лакокрасочных покрытий и нормы расхода лакокрасочных материалов.

Для специалистов всех отраслей народного хозяйства, занятых в области получения и эксплуатации лакокрасочных покрытий.

2804090000—25
Л—050(1)—92 Без объявл.

ББК 35.74

ISBN 5—7245—0401—4

© *А. М. Елисаветский*, *В. Н. Ратников*,
В. Г. Дорошенко, *В. Л. Гоц*, *М. К. Ду-*
бинин, *В. П. Козлов*, *С. П. Котова*,
И. А. Крылова, *О. Б. Сумина*

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| Предисловие | 6 |
| Глава 1. Классификация и обозначение лакокрасочных материалов и покрытий (А. М. Елисаветский, С. П. Котова) | 8 |
| 1.1. Классификация и обозначение ЛКМ | 8 |
| 1.2. Классификация ЛКП по внешнему виду | 12 |
| 1.3. Классификация и обозначение ЛКП по условиям эксплуатации | 21 |
| 1.3.1. Покрытия, стойкие к воздействию климатических факторов | 21 |
| 1.3.2. Покрытия, стойкие в особых средах | 23 |
| 1.3.3. Обозначение покрытий | 24 |
| Глава 2. Ассортимент и системы лакокрасочных покрытий (А. М. Елисаветский, С. П. Котова) | 25 |
| 2.1. Ассортимент ЛКМ для различных условий эксплуатации | 25 |
| 2.1.1. Ассортимент грунтовок для различных металлов и макроклиматических районов | 26 |
| 2.1.2. Ассортимент покрывных ЛКМ для районов с умеренным климатом | 29 |
| 2.1.3. Ассортимент покрывных ЛКМ для районов с тропическим климатом | 30 |
| 2.1.4. Ассортимент покрывных ЛКМ для районов с холодным климатом | 30 |
| 2.1.5. Ассортимент ЛКМ для покрытия металлических поверхностей без предварительного грунтования | 30 |
| 2.1.6. Ассортимент ЛКМ для маркировки изделий | 30 |
| 2.2. Системы ЛКП | 30 |
| 2.2.1. Системы ЛКП для районов с умеренным климатом | 51 |
| 2.2.2. Системы ЛКП для районов с тропическим климатом | 67 |
| 2.2.3. Системы ЛКП для районов с холодным климатом | 67 |
| 2.2.4. Системы ЛКП для особых сред | 67 |
| 2.2.5. Системы ЛКП для неметаллических поверхностей | 67 |
| Глава 3. Подготовка поверхности перед окрашиванием | 96 |
| 3.1. Средства химической подготовки поверхности и технология их применения | 96 |
| 3.1.1. Обезжиривающие растворы (В. Г. Дорошенко) | 96 |
| 3.1.2. Фосфатирующие растворы (В. Г. Дорошенко) | 102 |
| 3.1.3. Активирующие растворы (В. Г. Дорошенко) | 103 |
| 3.1.4. Хроматирующие растворы (В. Г. Дорошенко) | 103 |
| 3.1.5. Пассивирующие растворы (В. Г. Дорошенко) | 108 |
| 3.1.6. Травильные растворы (В. Г. Дорошенко) | 108 |
| 3.1.7. Модификаторы (преобразователи) ржавчины (А. М. Елисаветский) | 113 |
| 3.2. Выбор схемы подготовки поверхности в зависимости от условий эксплуатации покрытий (В. Г. Дорошенко) | 121 |
| 3.3. Контроль качества подготовки поверхности (В. Г. Дорошенко) | 123 |
| 3.3.1. Качество обезжиривания | 123 |
| 3.3.2. Поверхностная плотность фосфатного покрытия | 130 |
| 3.3.3. Защитные свойства фосфатных покрытий | 131 |
| 3.3.4. Защитные свойства хроматных покрытий | 132 |
| 3.3.5. pH поверхности | 132 |

| | |
|---|-----|
| 3.4. Контроль и корректирование растворов для подготовки поверхности (В. Г. Дорошенко) | 132 |
| 3.4.1. Контроль и корректирование щелочных обезжиривающих растворов | 132 |
| 3.4.2. Контроль и корректирование фосфатирующих растворов | 133 |
| 3.4.3. Контроль цинк-барий-фосфатного раствора | 136 |
| 3.4.4. Контроль и корректирование цинк-магний-фосфатного раствора | 138 |
| 3.4.5. Контроль и корректирование активирующих растворов | 140 |
| 3.4.6. Контроль и корректирование хроматирующих растворов | 141 |
| 3.4.7. Контроль и корректирование пассивирующих растворов | 141 |
| <i>Глава 4. Окрашивание изделий</i> | 142 |
| 4.1. Классификация и выбор методов окрашивания (В. Н. Ратников) | 142 |
| 4.2. Пневматическое распыление (В. Н. Ратников) | 145 |
| 4.3. Безвоздушное распыление (В. Н. Ратников) | 150 |
| 4.4. Распыление в электрическом поле высокого напряжения (М. К. Дубинин) | 151 |
| 4.5. Окрашивание порошковыми полимерными красками (В. Н. Ратников) | 156 |
| 4.6. Окунение (В. Н. Ратников) | 162 |
| 4.7. Окрашивание в барабанах, центрифугах, протягиванием (В. Н. Ратников) | 166 |
| 4.8. Струйный облив (А. М. Елисаветский, В. Н. Ратников) | 167 |
| 4.9. Налив (В. Н. Ратников) | 172 |
| 4.10. Вальковый метод (В. Н. Ратников) | 174 |
| 4.11. Электроосаждение (И. А. Крылова) | 177 |
| 4.12. Автоосаждение (В. Г. Дорошенко) | 187 |
| <i>Глава 5. Сушка лакокрасочных покрытий (В. Н. Ратников)</i> | 191 |
| 5.1. Способы искусственной сушки | 193 |
| 5.2. Определение режимов горячей сушки | 197 |
| <i>Глава 6. Стандартизованные методы испытаний лакокрасочных материалов и покрытий (А. М. Елисаветский)</i> | 200 |
| 6.1. Определение технологических свойств ЛКМ | 200 |
| 6.2. Определение физико-механических свойств ЛКП | 204 |
| 6.3. Определение показателей декоративных и защитных свойств покрытий | 208 |
| 6.4. Ускоренные климатические испытания ЛКП | 214 |
| <i>Глава 7. Оборудование для нанесения лакокрасочных материалов</i> | 223 |
| 7.1. Краскораспылители пневматические ручные (В. Л. Гоц) | 223 |
| 7.2. Аппараты для распыления ЛКМ с подогревом (В. Л. Гоц) | 231 |
| 7.3. Краскораспылители и установки для нанесения высоковязких ЛКМ (В. Г. Гоц) | 237 |
| 7.4. Краскораспылители и установки для нанесения двухкомпонентных материалов (В. Л. Гоц) | 238 |
| 7.5. КРП и установки для нанесения ЛКМ на труднодоступные места и внутренние поверхности (В. Л. Гоц) | 244 |
| 7.6. Вспомогательное оборудование (В. Л. Гоц) | 247 |
| 7.7. Установки безвоздушного распыления (В. Л. Гоц) | 256 |

| | |
|--|-----|
| 7.8. Установки комбинированного распыления (В. Л. Гоц) | 270 |
| 7.9. Оборудование и аппаратура для окрашивания в электрическом поле высокого напряжения (М. К. Дубинин) | 276 |
| 7.10. Оборудование для окрашивания методом электроосаждения (И. А. Крылова) | 289 |
| 7.11. Оборудование для окрашивания автоосаждением (В. Г. Дорошенко) | 294 |
| 7.12. Оборудование для нанесения порошковых полимерных красок (В. Н. Ратников) | 296 |
| <i>Глава 8. Типовые агрегаты комплексных окрасочных линий (В. Н. Ратников)</i> | 302 |
| 8.1. Типовые агрегаты подготовки поверхности | 302 |
| 8.2. Окрасочные распылительные камеры | 305 |
| 8.3. Сушильные камеры | 319 |
| <i>Глава 9. Автоматизация процессов окрашивания (В. П. Козлов)</i> | 331 |
| 9.1. Автоматизация окрашивания изделий методом распыления | |
| 9.2. Автоматическое нанесение ЛКМ в электрическом поле высокого напряжения | 333 |
| 9.3. Распылители для автоматического окрашивания | 339 |
| 9.4. Манипуляторы и промышленные роботы | 342 |
| 9.5. Системы управления краскораспылителями | 345 |
| 9.6. Автоматизация краскоподдачи | 352 |
| <i>Глава 10. Требования техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии для окрасочных цехов и краскоприготовительных отделений (М. К. Дубинин)</i> | 357 |
| 10.1. Требования к технологическим процессам | 359 |
| 10.2. Требования к помещениям окрасочных цехов и участков | 363 |
| 10.3. Требования к исходным материалам | 365 |
| 10.4. Требования к оборудованию, размещению и организации рабочих мест | 367 |
| 10.5. Требования к хранению и транспортированию исходных материалов и отходов производства | 370 |
| 10.6. Требования к персоналу | 371 |
| 10.7. Контроль выполнения требований безопасности | 372 |
| <i>Глава 11. Основы расчета экономической эффективности применения лакокрасочных материалов (О. Б. Суминова)</i> | 373 |
| 11.1. Расчет годового экономического эффекта | 374 |
| 11.2. Экономический эффект от проведения природоохранных мероприятий | 377 |
| 11.3. Примеры расчета экономического эффекта | 383 |
| <i>Глава 12. Нормирование расхода лакокрасочных материалов (О. Б. Суминова)</i> | 385 |
| 12.1. Общий подход при нормировании ЛКМ | 385 |
| 12.2. Методика расчета норм расхода | 386 |
| 12.3. Нормативы расхода | 399 |
| Библиографический список | 413 |

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лакокрасочные покрытия (ЛКП) нашли широкое распространение практически во всех отраслях народного хозяйства для защиты от коррозии и придания изделиям декоративного вида.

Отечественная лакокрасочная промышленность выпускает большой ассортимент материалов, что, с одной стороны, расширяет возможности обеспечения заданных свойств покрытий, а с другой — затрудняет их выбор и эффективное применение.

Окрашивание изделий — сложный, многостадийный, трудоемкий и энергоемкий технологический процесс, организация которого требует специальных знаний и основывается на передовом отечественном и зарубежном опыте. За последние годы вышли в свет книги, пособия и справочники, посвященные лакокрасочным материалам, отдельным стадиям технологических процессов, окрасочному оборудованию, что в определенной степени позволяет потребителям лакокрасочных материалов (ЛКМ) организовать технологический процесс окрашивания на современном уровне. Однако ни одна из выпущенных в последнее время книг не дает возможности комплексно решить вопросы окрашивания с учетом требований экологии, пожаро-взрывобезопасности, механизации и автоматизации, повышения качества покрытий, снижения потерь лакокрасочных материалов и др. Справочники «Лакокрасочные покрытия в машиностроении» под ред. М. М. Гольберга. М.: Машиностроение, 1974, «Окраска металлических поверхностей». ОМРТМ 7312—010—78. М.: Химия, 1978, наиболее полно описывающие технологию покрытий и оборудование, морально устарели, в них отсутствуют сведения о новых направлениях разработки и применения ЛКМ, отвечающих требованиям экологии (водоразбавляемых, вододисперсионных, порошковых), эффективных средствах подготовки поверхности, новых технологических процессах (катодном электроосаждении, автоосаждении), современном оборудовании для нанесения покрытий, включая робототехнику.

В основу настоящего справочника положена единая система защиты от коррозии и старения лакокрасочными покрытиями, которая разрабатывалась и совершенствовалась в течение последних десяти лет и включает более сорока стандартов.

По мнению авторов, эта система может служить базой для комплексного подхода при создании современных, экологически чистых технологических процессов окрашивания в различных отраслях промышленности.

Следует отметить, что авторы принимали непосредствен-

ное участие в разработке и совершенствовании этой системы и внедряли ее на практике. Это позволило включить в справочник наиболее важные и проверенные данные. Кроме того, при написании справочника проанализированы известные и новые работы, касающиеся технологии лакокрасочных покрытий и оборудования.

Наиболее важные вопросы, затронутые в этих работах, подробно освещены в различных главах справочника.

В книге представлены справочные сведения, позволяющие организовать современный, экологически чистый технологический процесс окрашивания промышленных изделий из черных и цветных металлов, пластмасс и дерева.

В справочнике рассмотрены вопросы применения новых ЛКМ, средств подготовки поверхности, методов нанесения и формирования покрытий. Дана классификация оптимальных систем ЛКП в зависимости от требований, предъявляемых к окрашенным изделиям в различных условиях эксплуатации, с учетом требований эргономики и эстетики. Описаны основные стандартизованные методы испытаний ЛКМ и ЛКП.

Технологические процессы окрашивания рассмотрены во взаимосвязи с эффективным окрасочным оборудованием. Подробно описаны как традиционные методы и оборудование, так и перспективные, позволяющие полностью механизировать и автоматизировать процесс окрашивания.

Рассмотрены вопросы техники безопасности, нормирования расхода ЛКМ при различных методах нанесения, размерах и конфигурации окрашиваемых изделий. Даны основы расчета экономической эффективности применения ЛКМ.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ЛКМ

Основные лакокрасочные материалы (ЛКМ) согласно ГОСТ 9825—73 (с изменениями № 1, 2) классифицируются по виду, роду пленкообразующего вещества и преимущественному назначению материала.

В зависимости от состава основные ЛКМ делятся на: лаки, краски, порошковые краски, эмали, грунтовки, шпатлевки, полуфабрикатные лаки.

| | |
|-------------------|--|
| Лак | — раствор пленкообразующих веществ в органических растворителях или в воде, образующий после высыхания твердую прозрачную однородную пленку. Лаки могут содержать красители и матирующие добавки |
| Краска | — суспензия пигмента или смеси пигментов с наполнителями в олифе, масле или дисперсии пленкообразующего вещества, образующая после высыхания непрозрачную однородную пленку |
| Порошковая краска | — сухая композиция пленкообразующего вещества, пигментов и наполнителей, образующая после сплавления, охлаждения и отверждения твердую непрозрачную пленку |
| Эмаль | — суспензия пигмента или смеси пигментов с наполнителями в растворе синтетического пленкообразующего вещества, образующая после высыхания непрозрачную твердую пленку с различным блеском и фактурой поверхности |
| Грунтовка | — суспензия пигмента или смеси пигментов с наполнителями в пленкообразующем веществе, |

образующая после высыхания непрозрачную однородную пленку с хорошей адгезией к подложке и покрывным слоям и предназначенная для повышения защитных свойств системы покрытий

Шпатлевка

— суспензия смеси пигментов с наполнителями в пленкообразующем веществе, предназначенная для заполнения неровностей и сглаживания окрашиваемой поверхности

Полуфабрикатный лак

— лак для получения эмалей, грунтовок, шпатлевок

По химическому составу (роду пленкообразующего вещества) классификация ЛКМ производится по группам, как показано ниже:

| | | | |
|---|----|-----------------------------------|----|
| Алкидно-акриловые | АС | Канифольные | КФ |
| Алкидно-уретановые | АУ | Каучуковые | КЧ |
| Ацетилцеллюлозные | АЦ | Копаловые | КП |
| Ацетобутиратцеллюлозные | АБ | Кремнийорганические | КО |
| Битумные | БТ | Ксифталевые | КТ |
| Винилацетиленовые и дивинилацетиленовые | ВН | Масляно- и алкидности- рольные | МС |
| Глифталевые | ГФ | Масляные | МА |
| Карбамидные | МЧ | Меламинные | МЛ |
| Нитроцеллюлозные | НЦ | Сополимеро-винилацетатные | ВС |
| Пентафталевые | ПФ | Фенолоалкидные | ФА |
| Перхлорвиниловые и поливинилхлоридные | ХВ | Фенольные | ФЛ |
| Полиакриловые | АК | Фторопластовые | ФП |
| Полиамидные | ПА | Фуриловые | ФР |
| Поливинилацетальные | ВЛ | Хлорированные полиэтиленовые | ХП |
| Поливинилацетатные | ВА | Циклогексановые | ЦГ |
| Полиимидные | ПИ | Шеллачные | ШЛ |
| Полиуретановые | УР | Эпоксидные | ЭП |
| Полиэфирные насыщенные | ПЭ | Эпоксифирные | ЭФ |
| Полиэфирные ненасыщенные | ПЭ | Этилцеллюлозные | ЭЦ |
| Сополимеро-винилхлоридные | ХС | Этрифталевые | ЭТ |
| | | Янтарные | ЯН |
| | | Нефтеполимерные | НП |
| | | Силикатные | ЖС |

ЛКМ на основе новых пленкообразующих веществ допускается присваивать обозначения, не приведенные выше.

В зависимости от преимущественного назначения (применительно к условиям эксплуатации покрытий) ЛКМ делятся на группы:

| ЛКМ | Группа | Условия эксплуатации покрытий |
|---|--------|---|
| Атмосферостойкие | 1 | Покрытия, стойкие к атмосферным воздействиям в различных климатических условиях, эксплуатируемые на открытых площадках |
| Ограниченно атмосферостойкие | 2 | Покрытия, эксплуатируемые под навесом и внутри неотапливаемых и отапливаемых помещений в различных климатических условиях |
| Консервационные | 3 | ЛКП для временной защиты окрашиваемой поверхности в процессе производства, транспортирования и хранения изделий |
| Водостойкие | 4 | Покрытия, стойкие к действию пресной воды и ее паров, а также морской воды |
| Специальные | 5 | Покрытия, обладающие специфическими свойствами: стойкие к рентгеновским и другим излучениям, светящиеся, терморегулирующие, противообрастающие, для пропитки тканей, окрашивания кожи, резины, пластмасс, гигиенические, противоскользкие и т. п. |
| Маслобензостойкие | 6 | Покрытия, стойкие к воздействию минеральных масел и консистентных смазок, бензина, керосина и других нефтяных продуктов |
| Химически стойкие | 7 | Покрытия, стойкие к воздействию кислот, щелочей и других жидких химических реагентов и их паров |
| Термостойкие | 8 | Покрытия, стойкие к воздействию повышенных температур |
| Электронизоляционные и электропроводные | 9 | Покрытия, подвергающиеся воздействию электрических напряжений, тока, электрической дуги и поверхностных разрядов |

Обозначение ЛКМ записывают в следующем порядке:
 вид ЛКМ;
 обозначение пленкообразующего вещества;
 обозначение группы ЛКМ по преимущественному назначению;
 порядковый номер, присвоенный данному ЛКМ;
 словесное обозначение цвета краски, эмали, грунтовки, шпатлевки.

Для ряда ЛКМ перед обозначением пленкообразующего вещества ставится индекс, определяющий разновидность материала: Б — без растворителя; В — водоразбавляемые; ВД — вододисперсионные; ОД — органодисперсионные; П — порошковые.

Для грунтовок и полуфабрикатных лаков вместо обозначения группы ЛКМ по преимущественному назначению записывается цифра 0, для шпатлевок — цифры 00. Для масляных густотертых красок перед обозначением группы ЛКМ по преимущественному назначению также ставится 0.

Порядковый номер, присвоенный ЛКМ, обозначается одной, двумя или тремя цифрами. Для масляных красок вместо порядкового номера ставится цифра, определяющая наименование олифы, на которой изготовлена краска: 1 — олифа натуральная; 2 — олифа оксоль; 3 — олифа глифталевая; 4 — олифа пентафталева; 5 — олифа комбинированная. После порядкового номера ЛКМ допускается добавлять буквенный индекс, характеризующий некоторые особенности материала. Например, ВЭ — содержащий воду, эмульгированную в полимере; ГС, ХС — горячей и холодной сушки; М, ПМ, ГМ — матовый, полуматовый, глубокоматовый; ПГ — пониженной горючести и т. п.

При большом разнообразии оттенков одного и того же цвета цвет указывается с порядковым номером (зеленая-1, зеленая-2, голубая-1, голубая-2, голубая-3 и т. д.). Допускается после наименования цвета указывать номер первого из образцов (эталонов) цвета «Картотеки образцов (эталонов) цвета лакокрасочных материалов», нормирующих цвет (оранжевая 121, вишневая 25, серая 571, серая 579 и т. п.).

Примеры обозначения ЛКМ:
лак ГФ-95 — глифталевый (ГФ); электроизоляционный (9), 5 — порядковый номер;
краска МА-25 красно-коричневая — масляная (МА), ограничено атмосферостойкая (2), на комбинированной олифе (5);
краска МА-015 желтая — масляная (МА), густотертая (0), атмосферостойкая (1), на комбинированной олифе (5);
краска П-ЭП-45 серая — порошковая (П), эпоксидная (ЭП), водостойкая (4), 5 — порядковый номер;
эмаль ХВ-238 серая 571 — перхлорвиниловая (ХВ), ограничено атмосферостойкая (2), 38 — порядковый номер, 571 — номер первого из образцов (эталонов) цвета «Картотеки образцов (эталонов) цвета лакокрасочных материалов»;
эмаль В-ЭП-2100 красная — водоразбавляемая (В), эпоксидная (ЭП), ограничено атмосферостойкая (2), 100 — порядковый номер;
грунтовка АК-070 желтая — полиакриловая (АК), 0 — грунтовка, 70 — порядковый номер;
грунтовка В-МЛ-0143 черная — меламиновая (МЛ), водоразбавляемая (В), 0 — грунтовка, 143 — порядковый номер;
шпатлевка ПФ-002 красно-коричневая — пентафталева (ПФ), 00 — шпатлевка; 2 — порядковый номер;
лак МЛ-044 — меламиновый (МЛ), 0 — полуфабрикатный, 44 — порядковый номер

Отнесение ЛКМ к определенной группе по условиям эксплуатации с учетом наиболее характерного признака не исключает возможности его применения в других условиях эксплуатации. При обозначении ЛКМ, состоящего из смеси пленкообразующих веществ, ему присваивается обозначение по типу пленкообразующего, содержание которого наибольшее или которое определяет основные свойства материала.

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛКП ПО ВНЕШНЕМУ ВИДУ

Внешний вид поверхности покрытия характеризуется цветом, фактурой и качеством исполнения покрытия — наличием или отсутствием дефектов. Ниже приведены определения основных дефектов ЛКП.

| | |
|------------------------|--|
| Шагрень | — углубления, напоминающие специально выделанную кожу |
| Потеки | — утолщения на окрашиваемой поверхности, образовавшиеся при стекании ЛКМ и сохранившиеся после сушки |
| Волнистость | — периодические неровности |
| Сморщивание | — складки в виде регулярных неровностей |
| Кратеры | — макроскопические круглые углубления |
| Оспины | — углубления, не достигающие до окрашиваемой поверхности |
| Поры | — макроскопические круглые сквозные отверстия |
| Риски | — следы царапин от абразивной обработки окрашиваемой поверхности |
| Включения | — посторонние частицы |
| Разнооттеночность | — пятна различных оттенков |
| Неоднородность рисунка | — нарушение формы и размеров элементов рисунка |

По фактуре покрытия делятся на гладкие и рельефные, гладкие в свою очередь подразделяются на однотонные и рисунчатые (молотковые), рельефные подразделяются на муаровые и шагреньевые. Фактура покрытия — это внешнее строение поверхности покрытия. Степень блеска покрытий для различных фактур по блескомеру ФБ-2 (%) приведена ниже:

| | | | |
|----------------------------------|-------|--------------------------|-------|
| Гладкие: | | Рисунчатые (молотковые): | |
| однотонные: | | глянцевые | 59—39 |
| высокоглянцевые | >59 | полуглянцевые | 38—24 |
| глянцевые, в том числе | 59—50 | Рельефные: | |
| глянцевые с лессирующим эффектом | | муаровые: | — |
| полуглянцевые | 49—37 | полуматовые | — |
| полуматовые | 36—20 | матовые | — |
| матовые | 19—4 | шагреньевые: | |
| глубокоматовые | ≤3 | полуглянцевые | 12—8 |

Для характеристики качества исполнения покрытий выбраны следующие показатели:

наличие на покрытии посторонних включений, их допустимое количество и размеры;

наличие других дефектов, полученных в процессе окрашивания (шагрени, рисок, штрихов, потеков, разнооттеночности, волнистости, неоднородности рисунка).

Различные уровни указанных дефектов и их сочетание обуславливают неодинаковый внешний вид покрытий и необходимость их разделения на различные классы. В соответствии с ГОСТ 9.032—74 по качеству исполнения покрытия делятся на семь классов.

К классу I относятся покрытия гладкие однотонные: высокоглянцевые, глянцевые и матовые; для класса II применяются покрытия всех фактур с различной степенью блеска; для III—IV классов не рекомендуются высокоглянцевые покрытия; для V—VII классов кроме высокоглянцевых не рекомендуются также и гладкие однотонные глянцевые, так как экономически не целесообразно применять высокодекоративные покрытия для пониженных и низких классов, в то же время на таких покрытиях дефекты более заметны. Только в технически обоснованных случаях высокоглянцевые покрытия применяются для III—IV классов, гладкие однотонные глянцевые — для V—VII классов. При этом нормы для высокоглянцевых покрытий III—IV классов должны соответствовать нормам для глянцевых покрытий; а глянцевых V—VII классов — для полуглянцевых.

Для I класса дефекты на покрытиях не допускаются, за исключением включений для матовых покрытий, так как включения на матовых покрытиях менее заметны. Допускается не более 4-х включений на 1 м² размером не более 0,2 мм с расстоянием между включениями не менее 100 мм.

На покрытиях класса II допускаются незначительная шагрень, а также отдельные штрихи и риски. На гладких однотонных высокоглянцевых, глянцевых, полуглянцевых, полуматовых покрытиях допускаются включения в количестве не более 4 шт/м², на гладких однотонных матовых и глубокоматовых, молотковых, муаровых и шагреновых покрытиях — не более 8 шт/м². Размер включений на всех покрытиях не должен превышать 0,5 мм, расстояние между включениями должно составлять не менее 100 мм.

На покрытиях III класса допускаются незначительная шагрень, отдельные штрихи и риски, волнистость не более 1,5 мм. На гладких однотонных глянцевых покрытиях допускаются включения в количестве не более 10 шт/м², на гладких однотонных полуглянцевых и полуматовых покрытиях — не более 15 шт/м², на гладких однотонных матовых и глубокоматовых, молотковых, муаровых и шагреновых покрытиях — не более 25 шт/м². Размер включений для всех покрытий должен быть не более 0,5 мм, расстояние между включениями для гладких

однотонных глянцевых, полуглянцевых, полуматовых покрытий должно быть не менее 50 мм, для гладких однотонных матовых и глубокоматовых, молотковых, муаровых, шагреньевых — не менее 30 мм.

На покрытиях IV класса допускаются шагрень без ограничений величины, отдельные штрихи и риски, волнистость величиной не более 2 мм. На гладких однотонных глянцевых, полуглянцевых, полуматовых покрытиях допускаются включения в количестве не более 1 шт/дм², на гладких однотонных матовых и глубокоматовых, молотковых, муаровых и шагреньевых покрытиях — не более 2 шт/дм². Размер включений на всех покрытиях должен быть не более 1 мм, расстояние между включениями — не менее 10 мм.

На покрытиях V класса допускаются шагрень, отдельные потеки, штрихи, риски, волнистость величиной не более 2,5 мм. На всех покрытиях допускаются включения в количестве не более 4 шт/дм² размером не более 2 мм для гладких однотонных полуглянцевых, полуматовых, матовых, глубокоматовых покрытий и не более 3 мм для молотковых, муаровых и шагреньевых покрытий.

На покрытиях VI класса допускаются шагрень, отдельные потеки, штрихи, риски, волнистость величиной не более 4 мм, разнооттеночность, неоднородность рисунка. На всех покрытиях допускаются включения в количестве не более 8 шт/дм² размером не более 3 мм.

Для VII класса дефекты на покрытиях не нормируются. В каждом классе допускается другое количество включений, если их суммарная протяженность (суммарный размер) и размер каждого включения не превышают приведенных требований.

Для всех классов покрытий не допускаются дефекты, влияющие на защитные свойства покрытий (поры, кратеры, сморщивание и др.).

Методы определения блеска и дефектов покрытий, характеризующих качество исполнения, приведены ниже:

| Показатель | Метод определения |
|------------------------------------|--|
| Блеск | Блескомером ФБ-2 на изделиях или образцах-свидетелях с покрытием, полученным по технологии, принятой для изделий, или визуальное путем сравнения с образцом, утвержденным в соответствии с НТД на покрытия |
| Включения: количество размер | Визуально Линейкой чертежной мерительной по ГОСТ 17435—72 и лупой ЛИ-3-10х по ГОСТ 25706—83 |
| Шагрень | Визуальное сопоставлением с образцом, утвержденным в соответствии с НТД на покрытия |
| Риски, штрихи | То же |

Потеки
Неоднородность рисунка
Разнооттеночность
Волнистость

»
»
»
Линейкой длиной 500 мм, накладываемой ребром на поверхность. Другой линейкой или шупом измеряется максимальный зазор между поверхностью и линейкой. Линейку устанавливают таким образом, чтобы была определена наибольшая волнистость

Класс покрытия допускается определять по образцу (эталону), изготовленному и утвержденному в соответствии с требованиями стандартов или технических условий на изделие.

Внешний вид покрытий зависит как от свойств ЛКМ, так и от технологии их получения. В табл. 1.1 перечислены операции подготовки поверхности и методы сушки для получения различных классов покрытий, а в табл. 1.2 — максимально достигаемый класс покрытия для эмалей и лаков в зависимости от блеска и фактуры их пленок.

В значительной мере на качество внешнего вида покрытий влияет состояние окрашиваемой поверхности (шероховатость, дефекты). Для характеристики окрашиваемой металлической поверхности под покрытия различных классов выбраны следующие показатели: шероховатость R_z по ГОСТ 2789—73, неплоскостность, отдельные неровности (высота, глубина). Под отдельными неровностями поверхности понимают неровности размерами (длина или ширина) не более 20 мм.

Шероховатость металлической поверхности для покрытий I класса должна быть не более 4 мкм; II класса — не более 6,3 мкм для гладких однотонных покрытий и не более 20 мкм для молотковых, муаровых и шагреновых покрытий; III класса — не более 10 мкм для гладких однотонных и не более 80 мкм для молотковых муаровых и шагреновых покрытий; IV класса — не более 80 мкм для всех покрытий; V класса — не более 320 мкм; для VI и VII классов — не нормируется.

Шероховатость металлической поверхности, подлежащей шпатлеванию, для II класса может быть увеличена до 80 мкм, для III и IV классов — до 500 мкм, для V, VI, VII классов — не нормируется. Для покрытий I класса сплошное шпатлевание не рекомендуется. Неплоскостность металлической поверхности для покрытий I и II классов не допускается. Для поверхностей, не подлежащих шпатлеванию, неплоскостность под покрытия III класса должна быть не более 1,5 мм, IV класса — 2 мм, V класса — 2,5 мм, VI класса — 4 мм, VII класса — не нормируется.

Для поверхностей, подлежащих шпатлеванию, под покрытия III класса неплоскостность должна быть не более 3 мм, IV класса — 3,5 мм, V класса — 4 мм, VI класса — 5,5 мм, VII — класса — не нормируется.

Таблица 1.1. Операции подготовки поверхности и методы сушки для получения различных классов покрытий

| Класс покрытия по ГОСТ 9.032—74 | Операции подготовки поверхности изделий перед окрашиванием по ГОСТ 9.402—80 | Сушка покрытий |
|---------------------------------|--|--|
| I | Обезжиривание Фосфатирование Пассивирование Химическое оксидирование Анодное окисление Механическая очистка шлифовальной шкуркой № 5—4 по ГОСТ 10054—82 | Конвективная |
| II | Механическая очистка электрокорундом до № 6 по ГОСТ 3647—80 Обезжиривание Фосфатирование Пассивирование Травление Химическое оксидирование Анодное окисление Механическая очистка шлифовальной шкуркой № 6—5 по ГОСТ 10054—82 Механическая очистка электрокорундом до № 12 по ГОСТ 3647—80 | Конвективная Естественная Терморadiационно-конвективная |
| III | Обезжиривание Фосфатирование Пассивирование Травление Химическое оксидирование Анодное окисление Механическая очистка шлифовальной шкуркой № 25—6 по ГОСТ 10054—82 Гидроабразивная очистка песком размером не более 0,5 мм | Конвективная Естественная Терморadiационная Терморadiационно-конвективная |
| IV | Механическая очистка электрокорундом до № 25 по ГОСТ 3647—80 Обезжиривание Фосфатирование Пассивирование Травление Химическое оксидирование Анодное окисление Механическая очистка шлифовальной шкуркой Дробеструйная, дробеметная, гидроабразивная очистка с размером дроби не более 0,8 мм Галтование Механическая очистка электрокорундом | Любая |
| V—VII | Любые | Любая |

Примечания. 1. Под покрытия со шпатлевкой операции подготовки поверхности перед окрашиванием не нормируются. 2. Допускается применение других операций подготовки поверхности, кроме указанных в таблице, обеспечивающих требуемое качество окрашиваемой металлической поверхности по ГОСТ 9.032—74 и других методов сушки, обеспечивающих необходимое качество покрытия. 3. Для IV класса покрытий номер шлифовальной шкурки и электрокорунда не регламентируется.

Таблица 1.2. Максимально достигаемый класс покрытия для различных эмалей

| Наименование эмали | Блеск, фактура покрытий | Максимально достигаемый класс по ГОСТ 9.032-74 |
|--|---------------------------|--|
| Меламиновые | | |
| <i>Гладкие однотонные</i> | | |
| МЛ-1110 | Высокоглянцевые | I |
| МЛ-197 | То же | I |
| МЛ-1121 | » | I |
| МЛ-12 | Глянцевые и полуглянцевые | II |
| МЛ-152 | Высокоглянцевые | II |
| МЛ-1156 | Глянцевые и полуглянцевые | II |
| МЛ-242 | Глянцевые | II |
| МЛ-169 | То же | II |
| МЛ-283 | » | II |
| МЛ-279ОП | Полуматовые | II |
| МЛ-279 | То же | II |
| <i>Гладкие рисунчатые (молотковые)</i> | | |
| МЛ-165 | Глянцевые | II |
| МЛ-165ПМ | Полуглянцевые | II |
| <i>Рельефные шагрень</i> | | |
| МЛ-158 | Полуматовые | II |
| Карбамидные | | |
| <i>Гладкие однотонные</i> | | |
| МЧ-240 | Глянцевые | II |
| МЧ-240ПМ | Полуматовые | II |
| МЧ-240М | Матовые | II |
| МЧ-277 | Полуглянцевые | II |
| МЧ-123 | Глянцевые | III |
| МЧ-145 | Глянцевые и полуглянцевые | III |
| Пентафталевые и глифталевые | | |
| ПФ-115 | Высокоглянцевые | II |
| ПФ-163 | Глянцевые | II |
| ПФ-1126 | Высокоглянцевые | II |
| ПФ-178 | Полуматовые | II |
| ПФ-223 | Полуглянцевые | II |
| ПФ-954 | То же | II |
| ПФ-964 | » | II |
| ПФ-137 | Глянцевые | III |
| ПФ-19 | Полуглянцевые | III |
| ПФ-19М | Матовые | III |
| ПФ-115 | Глянцевые | III |
| ПФ-188 | То же | III |
| ПФ-133 | Глянцевые и полуглянцевые | III |
| ПФ-187Ц | Глянцевые | III |
| ПФ-1147ВЭ | Полуглянцевые | III |
| ПФ-241ПМ | Полуматовые | III |

| Наименование эмали | Блеск, фактура покрытий | Максимально достигаемый класс по ГОСТ 9.032—74 |
|--|-----------------------------|--|
| ПФ-241М | Матовые | III |
| ПФ-241ГМ | Глубокоматовые | III |
| ПФ-14 | Полуматовые | III |
| ПФ-218ГС | Матовые | III |
| ПФ-218ХС | То же | III |
| ГФ-1151 | Полуглянцевые | III |
| ГФ-1425 | Глянцевые | III |
| ГФ-1147ВЭ | Полуглянцевые | III |
| ГФ-230 | Полуглянцевые и полуматовые | III |
| ГФ-245 | Полуматовые | III |
| ПФ-837 | Полуглянцевые | IV |
| ГФ-820 | То же | IV |
| Лак ПФ-170 с алю- миневой пудрой | » | IV |
| Этрифталевые | | |
| ЭТ-199 | Глянцевые | II |
| Перхлорвиниловые, поливинилхлоридные, сополимеро-винилхлоридные | | |
| ХВ-238 | Полуглянцевые | III |
| ХВ-110 | Полуглянцевые и полуматовые | III |
| ХВ-113 | Полуглянцевые и матовые | III |
| ХВ-1149 | Полуглянцевые | IV |
| ХВ-124 | Полуматовые | IV |
| ХВ-1100 | То же | IV |
| ХВ-785 | » | IV |
| ХВ-125 | » | IV |
| ХВ-518 | Полуматовые | IV |
| ХВ-16 | Полуматовые и матовые | IV |
| ХВ-1120 | Матовые | IV |
| ХВ-774 | То же | IV |
| ХС-781 | Полуглянцевые | IV |
| ХС-720 | Полуматовые и матовые | IV |
| ХС-510 | Полуматовые | IV |
| ХС-717 | То же | IV |
| ХС-119 | Полуматовые и матовые | IV |
| ХС-1107М | Матовые | IV |
| ХС-1107ГМ | Глубокоматовые | IV |
| ХС-527 | Матовые | IV |
| Нитроцеллюлозные | | |
| НЦ-11 | Высокоглянцевые | I (с поли- ровкой) |
| НЦ-184 | То же | II |
| НЦ-25 | Глянцевые и полуглянцевые | II |
| НЦ-26 | Глянцевые | II |

| Наименование эмали | Блеск, фактура покрытий | Максимально достигаемый блеск по ГОСТ 9.032—74 |
|-----------------------------------|--|--|
| НЦ-27 | То же | II |
| НЦ-256 | » | II |
| НЦ-5123 | Полуглянцевые и полуматовые | II |
| НЦ-280 | Глянцевые | III |
| НЦ-273 | Полуглянцевые | III |
| НЦ-262 | Глянцевые и полуглянцевые | III |
| НЦ-251 | Полуглянцевые | III |
| НЦ-221 | То же | III |
| НЦ-246 | Полуматовые | III |
| НЦ-1200 | Полуглянцевые | III |
| НЦ-132II | То же | III |
| НЦ-1125 | Полуглянцевые и полуматовые | III |
| НЦ-170 | Полуматовые | III |
| НЦ-271M | Матовые | III |
| НЦ-132K | Полуглянцевые | IV |
| Лак НЦ-134 с аллюминиевой пудрой | То же | IV |
| Эпоксидные и эпоксиэфирные | | |
| ЭП-148 | Глянцевые | II |
| ЭП-274 | Глянцевые и полуглянцевые | II |
| ЭП-140 | Полуглянцевые | II |
| ЭП-51 | То же | II |
| ЭП-716 | Полуглянцевые, полуматовые и матовые | II |
| ЭП-773 | Полуматовые | II |
| ЭП-191 | Глянцевые | III |
| В-ЭП-2100 | Глянцевые и полуглянцевые | III |
| ЭФ-1118ПГ | Полуглянцевые | III |
| ЭФ-1118ПМ | Полуматовые | III |
| ЭФ-1118M | Матовые | III |
| ЭП-525 | Полуматовые и матовые | III |
| ЭП-525П | Матовые | III |
| ЭП-0010 | Полуглянцевые | IV |
| ЭП-255 | Полуматовые | IV |
| Масляно- и алкидно-рольные | | |
| В-МС-278 | Полуматовые | II |
| МС-17 | Полуглянцевые | III |
| Полиэфирные ненасыщенные | | |
| В-ПЭ-1179 | Высокоглянцевые, глянцевые и полуглянцевые | II |

| Наименование эмали | Блеск, фактура покрытий | Максимально достигаемый класс по ГОСТ 9.032—74 |
|--|-----------------------------|--|
| Полиакриловые и алкидно-акриловые | | |
| AK-1102 | Матовые | I |
| AC-2106 | Глянцевые | I |
| AC-2106M | Матовые | I |
| AC-131 | То же | I |
| AC-599 | » | II |
| AK-194 | » | II |
| AK-171 | Глянцевые | II |
| B-AC-1162 | Глянцевые и полуглянцевые | II |
| AC-117Г | Глянцевые | II |
| AC-1171AG | То же | II |
| AC-1171ПМ | Полуматовые | II |
| AC-1171АПМ | То же | II |
| AC-1101 | Глянцевые | III |
| AC-1101M | Матовые | III |
| AC-182 | Глянцевые | III |
| Фенольные | | |
| B-ФЛ-1199 | Глянцевые и полуглянцевые | II |
| B-ФЛ-1199Э | То же | II |
| Каучуковые | | |
| K4-728 | Полуглянцевые | III |
| KЧ-190 | То же | IV |
| Поливинилацетальные | | |
| ВЛ-515 | Матовые | III |
| Кремнийорганические | | |
| KO-822 | Полуглянцевые | III |
| KO-88 | То же | III |
| KO-81 | Матовые | III |
| KO-811 | Полуглянцевые и полуматовые | III |
| KO-828 | Полуглянцевые | III |
| KO-813 | То же | IV |
| Полиуретановые | | |
| УР-1161 | Высокоглянцевые | II |
| УР-175 | Глянцевые | II |
| УР-1128 | То же | II |
| Масляные | | |
| | <i>Рельефные муаровые</i> | |
| МА-224 | Полуматовые и матовые | II |
| Битумные | | |
| | <i>Гладкие однотонные</i> | |
| БТ-177 | | IV |
| Канифольные | | |
| KФ-248 | Матовые | IV |

Требования по неплоскостности поверхности даны для плоских поверхностей с наибольшим габаритным размером более 500 мм. При оценке неплоскостности поверхности отдельные неровности в расчет не принимаются. Допускается для изделий с окрашиваемой поверхностью более 5 м² увеличение неплоскостности на 2,5 мм для III класса и на 3,5 мм для IV—VI классов.

Неровности металлической поверхности для покрытий I, II, III классов не допускаются, для покрытий IV класса допускаются отдельные неровности с высотой (глубиной) не более 2 мм, V класса — не более 3 мм, VI и VII классов — не более 5 мм.

Для всех классов покрытий не допускаются на металлической поверхности забоины, неровно обрезанные края, острые кромки и углы в местах перехода от одного сечения к другому.

1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ ЛКП ПО УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

По условиям эксплуатации покрытия разделяют на стойкие к воздействию климатических факторов и стойкие в особых средах.

1.3.1. Покрытия, стойкие к воздействию климатических факторов

ЛКП по группам условий эксплуатации классифицируются в зависимости от исполнения, категории, условий эксплуатации, хранения и транспортирования изделий в части воздействия климатических факторов. Под климатическими факторами понимают температуру, влажность воздуха, солнечное излучение, смену температур, наличие соляного тумана, инея, содержание в воздухе коррозионно-активных агентов и др.

В соответствии с ГОСТ 15150—69 установлено пять укрупненных категорий размещения изделий.

Первая категория размещения характеризуется эксплуатацией изделий на открытом воздухе (воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района).

Вторая категория размещения характеризуется эксплуатацией изделий под навесом или в помещениях (объемах), где колебание температуры и влажности воздуха несущественно отличается от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, например в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в оболочке комплектного изделия (от-

сутствие прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков).

Третья категория размещения характеризуется эксплуатацией изделий в закрытых помещениях (объемах) с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, например в металлических с теплоизоляцией, каменных, бетонных, деревянных помещениях (отсутствие воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги).

Четвертая категория размещения характеризуется эксплуатацией изделий в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных помещениях (наземных и подземных). При этом отсутствует воздействие прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствует или существенно уменьшено воздействие рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги.

Пятая категория размещения характеризуется эксплуатацией изделий в помещениях с повышенной влажностью, к которым можно отнести неотапливаемые, невентилируемые подземные помещения, некоторые цехи текстильных и металлургических производств и т. п.

Параметры климатических факторов, характеризующих макроклиматические районы по ГОСТ 15150—69, установлены ГОСТ 9.039—74, ГОСТ 16350—80, ГОСТ 24482—80.

Изделия предназначают для эксплуатации в одном или нескольких макроклиматических районах (ГОСТ 16350—80). Обозначения климатических исполнений изделий представлены ниже:

| Климатическое исполнение изделий | Обозначение |
|---|-------------|
| Для макроклиматического района с умеренным климатом | У |
| Для макроклиматического района с холодным климатом | ХЛ |
| Для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом | УХЛ |
| Для макроклиматических районов с сухим и влажным тропическим климатом | Т |
| Для макроклиматического района с влажным тропическим климатом | ТВ |
| Для макроклиматического района с сухим тропическим климатом | ТС |
| Для макроклиматического района с умеренно холодным морским климатом | М |
| Для макроклиматического района с тропическим морским климатом, в том числе для судов каботажного плавания или иных, предназначенных для плавания только в этом районе | ТМ |

Для макроклиматических районов как с умеренно холодным, так и с тропическим морским климатом, в том числе для судов неограниченного района плавания

ОМ

Изделия, предназначенные для эксплуатации во всех макроклиматических районах на суше и на море, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом (всеклиматическое исполнение)

В

Для всех макроклиматических районов на суше, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом (общеклиматическое исполнение)

О

Группы условий эксплуатации ЛКП изделий для макроклиматических районов и категорий размещения по ГОСТ 15150—69 устанавливает ГОСТ 9.104—79. Условия эксплуатации изделий с покрытиями приведены в табл. 1.3.

1.3.2. Покрyтия, стойкие в особых средах

В соответствии с ГОСТ 9.032—74 классификация покрытий, стойких в особых средах, приведена в табл. 1.4.

К обозначению условий эксплуатации термостойких покрытий добавляют значения предельной температуры, например 8/160°С. При необходимости значения предельной температуры добавляют и к обозначению условий эксплуатации других покрытий, например 4/60°С, 6/1150°С.

Таблица 1.3. Условия эксплуатации изделий с покрытиями

| Климатическое исполнение изделий по ГОСТ 15150—69 | Категория размещения окрашенных поверхностей по ГОСТ 15150—69 | Обозначение условий эксплуатации изделий с покрытием | Климатическое исполнение изделий по ГОСТ 15150—69 | Категория размещения окрашенных поверхностей по ГОСТ 15150—69 | Обозначение условий эксплуатации изделий с покрытием |
|---|---|--|---|---|--|
| У | 1 | У1 | Т, ТВ, ТС | 4 | О4 |
| | 2 | У2 | | 5 | В5 |
| | 3 | У3 | ОМ, М, ТМ | 1 | ОМ1 |
| | 4 | УХЛ4 | | 2 | ОМ2 |
| | 5 | В5 | | 3 | ОМ3 |
| ХЛ | 1 | ХЛ1 | О | 4 | ОМ4 |
| | 2 | ХЛ2 | | 5 | В5 |
| | 3 | ХЛ3 | | 1 | О1 |
| | 4 | УХЛ4 | | 2 | О2 |
| | 5 | В5 | | 3 | В3 |
| УХЛ | 1 | УХЛ1 | В | 4 | О4 |
| | 2 | УХЛ2 | | 5 | В5 |
| | 3 | УХЛ3 | | 1 | В1 |
| | 4 | УХЛ4 | | 2 | В2 |
| | 5 | УХЛ5 | | 3 | В3 |
| Т, ТВ, ТС | 1 | Т1 | | 4 | В4 |
| | 2 | Т2 | | 5 | В5 |
| | 3 | Т3 | | | |

Таблица 1.4. Классификация и обозначение покрытий, стойких в особых средах

| Классификация покрытий | Условия эксплуатации по характеру воздействия среды или виду воздействия | Обозначение условий эксплуатации |
|--|--|----------------------------------|
| Водостойкие | Морская, пресная вода и ее пары | 4 |
| | Пресная вода и ее пары | 4/1 |
| | Морская вода | 4/2 |
| Специальные | Рентгеновское и другие виды излучений, глубокий холод, открытое пламя, биологические воздействия и др. | 5 |
| | Рентгеновское и другие виды излучений | 5/1 |
| | Глубокий холод (температура ниже -60°C) | 5/2 |
| | Открытое пламя | 5/3 |
| Маслобензостойкие | Воздействие биологических факторов | 5/4 |
| | Минеральные масла и смазки, бензин, керосин и другие продукты | 6 |
| | Минеральные масла и смазки | 6/1 |
| | Бензин, керосин и другие нефтепродукты | 6/2 |
| Химически стойкие | Различные химические реагенты | 7 |
| | Агрессивные газы, пары | 7/1 |
| | Растворы кислот и солей | 7/2 |
| | Растворы щелочей и основных солей | 7/3 |
| | Растворы нейтральных солей | 7/4 |
| Термостойкие | Температура выше 60°C | 8 |
| Электроизоляционные и электропроводные | Электрический ток, напряжение, электрическая дуга и поверхностные разряды | 9 |

1.3.3. Обозначение покрытий

В соответствии с ГОСТ 9.032—74 обозначение покрытий записывают в следующем порядке:

обозначение ЛКМ внешнего слоя покрытия по ГОСТ 9825—73;

класс покрытия по ГОСТ 9.032—74 или по соответствующей нормативно-технической документации с указанием ее обозначения;

обозначение условий эксплуатации:

в части воздействия климатических факторов — группа условий эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 (табл. 1.3);

в части воздействия особых сред по ГОСТ 9.032—74 (табл. 1.4).

Допускается в обозначении покрытия вместо обозначения ЛКМ внешнего слоя покрытия записывать обозначение ЛКМ в технологической последовательности нанесения (грунтовка, шпатлевка и т. д.) с указанием числа слоев. Примеры обозначения покрытий приведены ниже.

| Обозначение покрытия | Характеристика покрытия |
|---|--|
| Эмаль МЛ-152 синяя П.У1 | Покрытие синей эмалью МЛ-152 по II классу, эксплуатирующееся на открытом воздухе умеренного макроклиматического района |
| Эмаль ХС-710 серая Лак ХС-76. IV.7/2 | Покрытие серой эмалью ХС-710 с последующей лакировкой лаком ХС-76 по IV классу, эксплуатирующееся при воздействии растворов кислот |
| Эмаль ХВ-124 голубая V.7/1-Т2 | Покрытие голубой эмалью ХВ-124 по V классу, эксплуатирующееся под навесом в атмосфере, загрязненной газами химических и других производств в условиях тропического сухого макроклиматического района |
| Эмаль ХВ-238 серая 517. III. У2 | Покрытие серой эмалью ХВ-238 по III классу, эксплуатирующееся под навесом в условиях умеренного макроклиматического района |

Если ЛКП предшествует металлическое или неметаллическое неорганическое покрытие, то их обозначения разделяются чертой, причем на второе место ставится обозначение ЛКП. Например, кадмиевое покрытие, толщиной 6 мкм, с последующим окрашиванием красно-коричневой поливинилбутиральной эмалью ВЛ-515 по III классу, для эксплуатации при воздействии нефтепродуктов: К 6/эмаль ВЛ-515 красно-коричневая III. 6/2.

В том случае, если окрашенная поверхность находится в различных условиях эксплуатации, то они все указываются в обозначении. При этом на первом месте ставится основное условие эксплуатации. Например, покрытие бежевой эмалью ХВ-785 по IV классу, эксплуатирующееся при воздействии кислот, во время транспортирования и хранения изделий подвергается воздействию климатических факторов на открытом воздухе умеренного макроклиматического района: эмаль ХВ-785 бежевая IV.7/2-У1.

Глава 2

АССОРТИМЕНТ И СИСТЕМЫ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

2.1. АССОРТИМЕНТ ЛКМ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Как правило, ЛКП состоит из слоя грунтовки и покрывного слоя из эмалей, красок, лаков. Однако в ряде случаев могут применяться покрытия без грунтовок или грунтовочный слой может выполнять роль самостоятельного покрытия.

Выбор ассортимента ЛКМ для получения покрытий, стойких в заданных условиях эксплуатации, зависит от возможно-

сти применения ЛКМ (грунтовок, эмали, краски, лака) для окрашивания металлических поверхностей различной природы (сталь, чугун, цинк, алюминий, медь и др.) и условий эксплуатации. Путем соответствующей подготовки поверхности, выбора грунтовок, шпатлевок и покрывных ЛКМ можно варьировать эксплуатационные свойства покрытий и их долговечность. Вначале выбирается покрывной материал, пригодный для заданных условий эксплуатации, а затем выбирается грунтовка, имеющая хорошую адгезию к окрашиваемой поверхности и сочетающаяся с покрывным материалом для данных условий эксплуатации.

2.1.1. Ассортимент грунтовок для различных металлов и макроклиматических районов

Ассортимент грунтовок, применяемых для покрытий металлических поверхностей различной природы, приведен в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Ассортимент грунтовок, применяемых для покрытий металлических поверхностей различной природы

| Марка | Черные металлы | Сталь | | | Сплавы | | | |
|---|----------------|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|-------------|-----------|
| | | коррозион- нстойкая | оцинкован- ная | кадмирован- ная | алюминие- вые | медные | магнелиевые | титановые |
| XB-050, ОСТ 6—10—1991—84 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| XC-059, ГОСТ 23494—79; XC-077, ТУ 6—10—803—75; XC-068, ТУ 6—10—820—75 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| XC-010, ГОСТ 9355—81 | + | — | — | — | — | + | — | — |
| МЛ-029, ТУ 6—10—784—77 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| МЛ-064, ТУ 6—10—711—74 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| В-МЛ-0143, ГОСТ 24595—81 | + | — | + | — | + | — | — | — |
| В-МЛ-0160, ТУ 6—10—1603—85 | + | — | — | — | + | — | — | — |
| АК-069, ГОСТ 25718—83 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| АК-070, ГОСТ 25718—83 | + | + | + | + | + | + | + | + |
| АК-0209, ТУ 6—10—2065—86 | + | + | + | — | + | + | — | — |
| Э-АК-0158, ТУ 6—10—1733—79 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| АС-071, ТУ 6—10—1020—79 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| НЦ-081, ТУ 6—10—902—84 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| ПФ-020, ТУ 6—10—1940—84 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| ПФ-0142, ТУ 6—10—1698—78 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| ПФ-033, ТУ 6—10—1031—75 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| ПФ-078, ТУ 6—10—1485—75 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| ГФ-017, ОСТ 6—10—428—79 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| ГФ-018, ТУ 6—10—1153—76 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| ГФ-021, ГОСТ 25129—82 | + | — | — | — | — | — | — | — |
| ГФ-031, ТУ 6—10—698—79 | + | + | + | — | + | — | + | — |
| ГФ-032 желтая, ТУ 6—10—698—79 | + | — | — | — | + | — | — | — |

| Марка | Черные металлы | Сталь | | | Сплавы | | | |
|---|----------------|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|----------------|-----------|
| | | коррозион- нстойкая | оцинкован- ная | кадмирован- ная | алюминие- вые | медные | магние- вые | титановые |
| ГФ-032 коричневая, | + | - | - | - | - | + | - | - |
| ТУ 6-10-698-79 | | | | | | | | |
| ГФ-073, ОСТ 6-10-425-78 | + | - | - | - | - | + | - | - |
| ГФ-088, ТУ 6-10-1128-76 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| ГФ-0119, ГОСТ 23343-78 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| ГФ-0163, ОСТ 6-10-409-77 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| ГФ-571, ТУ 6-10-636-79 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| В-МА-0220, ТУ 6-10-1864-82 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| КФ-030 желтая, ТУ 6-10-698-79 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| КФ-030 серо-зеленая, | + | - | - | - | + | - | - | - |
| ТУ 6-10-698-79 | | | | | | | | |
| В-КФ-093, ОСТ 6-10-427-79 | + | - | + | - | + | - | - | - |
| ФЛ-03К, ГОСТ 9109-81 | + | - | - | - | + | - | + | + |
| ФЛ-03Ж, ГОСТ 9109-81 | + | - | + | - | + | + | + | - |
| ФЛ-086, ГОСТ 16302-79 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| ФЛ-087, ТУ 6-10-1198-76 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| ВЛ-02, ГОСТ 12707-77 | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ВЛ-02, ГОСТ 12707-77 с алю- миниевой пудрой, ГОСТ 5494-71 | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ВЛ-023, ГОСТ 12707-77 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| ВЛ-023, ГОСТ 12707-77 с алю- миниевой пудрой, ГОСТ 5494-71 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| УРФ-0106, ТУ 6-10-1424-76 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| УРФ-0110, ТУ 6-10-1531-75 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| ЭП-09Т желтая, | + | - | + | - | + | - | + | - |
| ТУ 6-10-1155-76 | | | | | | | | |
| ЭП-09Т красная, | + | - | - | + | - | + | - | - |
| ТУ 6-10-1155-76 | | | | | | | | |
| ЭП-057, ТУ 6-10-1117-85 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| ЭП-076, ТУ 6-10-755-84 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| ЭП-0156, ТУ 6-10-1786-80 | + | - | + | - | + | + | + | - |
| ЭП-0200, ТУ 6-10-1694-79 | + | - | + | - | - | - | - | - |
| ЭП-0228, ТУ 6-10-1943-84 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| В-ЭП-0190, ТУ 6-10-1152-7-85 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| В-ЭП-0126, ТУ 6-10-1386-76 | + | - | - | - | - | + | - | - |
| ЭП-0010, ГОСТ 10277-76 | + | - | + | - | + | - | - | + |
| ЭФ-065, ТУ 6-10-1435-78 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| ЭФ-094, ТУ 6-10-1523-77 | + | - | - | - | - | + | - | - |
| ЭФ-0137, ТУ 6-10-1480-75 | + | + | + | + | + | - | + | + |
| ЭФ-0121, ТУ 6-10-1499-75 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| В-ЭФ-0153, ТУ 6-10-1598-77 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| В-АУ-0150, ТУ 6-10-1599-77 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| МС-067, ТУ 6-10-789-79 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| В-К4-0207, ТУ 6-10-1654-83 | + | - | + | - | + | - | - | - |
| ВД-К4-0178, ТУ 6-10-2094-87 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| ПЛ-0213, ТУ 6-10-1935-84 | + | - | + | - | - | - | - | - |
| МЧ-042, ГОСТ 10982-75 | + | - | - | - | - | - | - | - |

Примечание. Знак «+» означает допустимость применения, а знак «-» — недопустимость или отсутствие необходимых данных.

Таблица 2.2. Ассортимент грунтовок для различных климатических районов

| Марка | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|--|--|
| XC-059, ГОСТ 23494—79 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| XC-068, ТУ 6—10—820—75 | У1, Т1, ХЛ1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| XC-010, ГОСТ 9355—81 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 4/2, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| В-МЛ-0143, ГОСТ 24595—81 | У1, Т1, ХЛ1 |
| В-МЛ-0160, ТУ 6—10—1603—86 | У1, Т1, ХЛ1 |
| АК-070, ГОСТ 25718—83 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 4/2, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4, 9/1 |
| ПФ-033, ТУ 6—10—1031—75 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ГФ-017, ОСТ 6—10—428—79 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ГФ-018, ТУ 6—10—1153—76 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ГФ-571, ТУ 6—10—636—79 | У1, Т1, ХЛ1 |
| В-КФ-093, ОСТ 6—10—427—79 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ФЛ-03Ж, ГОСТ 9109—81 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 4/2, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| ВЛ-02, ГОСТ 12707—77 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 4/2, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4, 9/1 |
| В-К4-0207, ТУ 6—10—1654—83 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ВД-К4-0178, ТУ 6—10—2094—87 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ВЛ-02, ГОСТ 12707—77 с алюминиевой пудрой, ГОСТ 5494—71 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| ВЛ-023, ГОСТ 12707—77 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 4/2, 6/1, 6/2, 7/1, 7/3, 7/4 |
| ВЛ-023, ГОСТ 12707—77 с алюминиевой пудрой, ГОСТ 5494—71 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ЭП-09Т, ТУ 6—10—1155—76 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 9/1 |
| ЭП-057, ТУ 6—10—1117—85 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/3, 7/4 |
| ЭП-076, ТУ 6—10—755—84 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1 |
| ЭП-0156, ТУ 6—10—1786—80 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 6/1, 6/2 |
| В-ЭП-0190, ТУ 6—10—11—525—7—85 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ЭП-0228, ТУ 6—10—1943—84 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ЭП-0010, ГОСТ 10277—76 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 6/1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4, 9/1 |
| ЭФ-0137, ТУ 6—10—1480—75 | У1, Т1, ХЛ1, 4/1, 6/1, 6/2 |
| В-ЭФ-0153, ТУ 6—10—1598—77 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ПЛ-0213, ТУ 6—10—1935—84 | У1, Т1, ХЛ1 |
| ХВ-050, ОСТ 6—10—1991—84 | У1, Т1, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| АК-069, ГОСТ 25718—83 | У1, Т1, 4/1, 4/2, 6/1, 6/2, 7/1 |
| ФЛ-03К, ГОСТ 9109—81 | У1, Т1, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4, 9/1 |
| ЭП-0200, ТУ 6—10—1694—79 | У1, Т1 |
| Б-ЭП-0126, ТУ 6—10—1386—76 | У1, Т1, 4/1 |
| В-АУ-0150, ТУ 6—10—1599—77 | У1, Т1 |
| ПЛ-0213, ТУ 6—10—1935—84 | У1, Т1 |
| ФЛ-086, ГОСТ 16302—79 | У1, Т1, 4/1, 7/1, 7/2 |
| ФЛ-087, ТУ 6—10—1198—76 | У1, Т2, 6/1, 6/2 |
| В-МА-0220, ТУ 6—10—1864—82 | У1, ХЛ1 |
| XC-077, ТУ 6—10—803—75 | У1, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| МЛ-029, ТУ 6—10—784—77 | У1, 6/1, 6/2 |
| МЛ-064, ТУ 6—10—711—74 | У1 |

| Марка | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104-79 и ГОСТ 9.032-74 |
|----------------------------|---|
| АК-0209, ТУ 6-10-2065-86 | У1 |
| Э-АК-0158, ТУ 6-10-1733-79 | У1 |
| АС-071, ТУ 6-10-1020-79 | У1 |
| НЦ-081, ТУ 6-10-902-84 | У1 |
| ПФ-020, ТУ 6-10-1940-84 | У1 |
| ПФ-0142, ТУ 6-10-1698-78 | У1 |
| ПФ-078, ТУ 6-10-1485-75 | У1 |
| ГФ-021, ГОСТ 25129-82 | У1, 6/1 |
| ГФ-031, ТУ 6-10-698-79 | У1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| ГФ-032, ТУ 6-10-698-79 | У1, 6/1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| ГФ-073, ОСТ 6-10-425-78 | У1 |
| ГФ-088, ТУ 6-10-1128-76 | У1 |
| ГФ-0119, ГОСТ 23343-78 | У1 |
| ГФ-0163, ОСТ 6-10-409-77 | У1, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1 |
| КФ-030, ТУ 6-10-698-79 | У1 |
| ФЛ-086, ГОСТ 16302-79 | У1, 4/1, 7/1, 7/2 |
| ФЛ-087, ТУ 6-10-1198-76 | У1, 6/1, 6/2 |
| УРФ-0106, ТУ 6-10-1424-76 | У1 |
| УРФ-0110, ТУ 6-10-1531-75 | У1 |
| ЭФ-0121, ТУ 6-10-1499-75 | У1, 4/1, 6/1, 6/2 |
| МС-067, ТУ 6-10-1729-79 | У1, 4/2 |
| МЧ-042, ГОСТ 10982-75 | У1 |
| ЭФ-094, ТУ 6-10-1523-77 | 4/2 |

Грунтовки ВЛ-02 и ВЛ-023 не рекомендуются для чугуново и стального литья в связи с возможностью попадания избыточного количества грунтовки в поры литья. Грунтовки ХС-010 и ХС-068 для обеспечения хорошей адгезии наносятся на поверхность, обработанную металлическим песком или дробью. Аллюминиевую пудру в грунтовки ВЛ-02 и ВЛ-023 добавляют в количестве 5—7% от массы основы грунтовки.

Перечень грунтовок для покрытий в зависимости от климатических условий эксплуатации и условий эксплуатации в особых средах приведен в табл. 2.2.

2.1.2. Ассортимент покрывных ЛКМ для районов с умеренным климатом

Перечень покрывных ЛКМ для окрашивания металла в зависимости от категории воздействия климатических факторов внешней среды и условий эксплуатации в особых средах для умеренного климата приведен в табл. 2.3.

2.1.3. Ассортимент покрывных ЛКМ для районов с тропическим климатом

Перечень покрывных ЛКМ для окрашивания металла в зависимости от категории воздействующих климатических факторов внешней среды и условий эксплуатации в особых средах для тропического климата приведен в табл. 2.4.

2.1.4. Ассортимент покрывных ЛКМ для районов с холодным климатом

Перечень покрывных ЛКМ для окрашивания металла в зависимости от категории воздействующих климатических факторов внешней среды и условий эксплуатации в особых средах для холодного климата приведен в табл. 2.5.

2.1.5. Ассортимент ЛКМ для покрытия металлических поверхностей без предварительного грунтования

Перечень ЛКМ (эмалей, красок, лаков) для окрашивания металлических поверхностей различной природы без предварительного грунтования в зависимости от категорий воздействующих климатических факторов и условий эксплуатации в особых средах приведен в табл. 2.6.

2.1.6. Ассортимент ЛКМ для маркировки изделий

Для маркировки изделий применяются как специальные маркировочные краски, так и ЛКМ, предназначенные для других целей.

Маркировочные материалы должны наноситься специальными методами (штемпелем, офсетной печатью, пером, рейсфедером, шелкографией и др.) и быстро высыхать.

Ассортимент красок и эмалей, пригодных для маркировки изделий из черных и цветных металлов, пластмассы, древесины и окрашенных поверхностей, приведен в табл. 2.7. Из табличных данных можно выбрать маркировочный материал в зависимости от условий эксплуатации, природы маркируемой поверхности, требуемых режима сушки материала и методов нанесения.

2.2. СИСТЕМЫ ЛКП

Системой покрытия называют сочетание слоев последовательно нанесенных ЛКМ различного целевого назначения (покрывных, грунтовочных, промежуточных слоев). Свойства комп-

Таблица 2.3. Ассортимент ЛКМ для покрытий, эксплуатирующихся в районах с умеренным климатом

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104-79 и ГОСТ 9.032-74 |
|---|---|
| Перхлорвиниловые | |
| <i>Эмали</i> | |
| XB-16, XB-16P, ТУ 6-10-1301-83 | У1, 7/1, 4/1 |
| XB-110, ГОСТ 18374-79 | У1 |
| XB-113, ГОСТ 18374-79 | У1 |
| XB-124, ГОСТ 10144-74 | У1, 7/1, 4/1 |
| XB-179, ТУ 6-10-773-75 | У1 |
| XB-238, ОСТ 6-10-314-79 | У2, 7/3 |
| XB-518, ТУ 6-10-966-75 | У1 |
| XB-785, ГОСТ 7313-75 | У1, 4/1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| XB-1100, ГОСТ 6993-79 | У1 |
| XB-1120, ТУ 6-10-1227-77 | У1, 4/1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| XB-536, ТУ 6-10-845-85 | У1 |
| XB-774, ТУ 6-10-1764-80 | У2, 7/1, 7/2, 7/3 |
| XB-714, ГОСТ 23626-79 | У1 |
| XB-553М, ТУ 6-10-780-80 | У2 |
| XB-1149, ТУ 6-10-1295-78 | У1 |
| XB-556, ТУ 6-10-1138-76 | У2 |
| <i>Краска</i> | |
| П-XB-716, ТУ 6-10-1706-86 | У2, 4, 6/1, 7 |
| <i>Лаки</i> | |
| XB-784, ГОСТ 7313-75 | У1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| XB-5179, ТУ 6-10-1244-87 | УХЛ4 |
| Сополимеро-винилхлоридные | |
| <i>Эмали</i> | |
| XC-119, ГОСТ 21824-76 | У1, 6/1, 7/1 |
| XC-710, ГОСТ 9355-81 | У1, 4/1, 6/1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| XC-759, ГОСТ 23494-79 | У1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| XC-781, ТУ 6-10-951-75 | У2, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1 |
| XC-1107М, XC-1107ГМ, ТУ 6-10-1042-78 | У1 |
| XC-534, ТУ 6-10-801-76 | У2 |
| XC-1168, ТУ 6-10-1454-79 | У1 |
| XC-5141, ТУ 6-10-1778-80 | У1 |
| XC-75У, ТУ 6-10-2136-88 | У1, 7/1, 7/2 |
| <i>Лак</i> | |
| XC-724, ГОСТ 23494-79 | У2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| Меламинные | |
| <i>Эмали</i> | |
| МЛ-12, ГОСТ 9754-76 | У1 |
| МЛ-152, ГОСТ 18099-78 | У1 |
| МЛ-165, МЛ-165ПМ, ГОСТ 12034-77 | У1 |
| МЛ-169, ТУ 6-10-665-79 | У1 |
| МЛ-197, ГОСТ 23640-79 | У1 |
| МЛ-242, ГОСТ 10982-75 | У2 |
| МЛ-279, МЛ-279 ОП, ГОСТ 5971-78 | У1 |
| МЛ-283, ГОСТ 10982-75 | У2 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104-79 и ГОСТ 9.032-74 |
|--|--|
| МЛ-629, ТУ 6-10-783-77 | У1, 6/1 ₁₅₀ °С, 6/2 ₅₀ °С |
| МЛ-1110, ГОСТ 20481-80 | У1 |
| МЛ-1156, ГОСТ 5971-78 | У1 |
| МЛ-1195, ТУ 6-10-1672-78 | У1 |
| МЛ-1196, ТУ 6-10-1769-80 | У1 |
| МЛ-158, шарень, ТУ 6-10-1096-76 | У1 |
| МЛ-1202, МЛ-1202ПМ, ТУ 6-10-1761-80 | У1 |
| МЛ-1203, ТУ 6-10-1760-80 | У1 |
| МЛ-1214МЭ, ТУ 6-10-1834-81 | У1 |
| МЛ-1225, ТУ 6-10-1862-82 | У1 |
| <i>Лаки</i> | |
| МЛ-92, ГОСТ 15865-70 | У2 |
| МЛ-21, ТУ 6-10-1282-77 | У1 |
| МЛ-133, ТУ 6-10-1014-75 | У1 |
| Полиакриловые | |
| <i>Эмали</i> | |
| АК-171, ГОСТ 10982-75 | У1 |
| АК-192, ТУ 6-10-847-75 | У2 |
| АК-194, ТУ 6-10-901-75 | У1 |
| АК-512, ГОСТ 23171-78 | У2 |
| АК-1102, ТУ 6-10-1408-78 | У1 |
| АК-5178М, ТУ 6-10-1720-79 | У1 |
| АК-1239, ТУ 6-10-11-536-85 | У1 |
| <i>Лаки</i> | |
| АК-113, АК-113Ф, ГОСТ 23832-79 | У1 |
| Алкидно-акриловые | |
| <i>Эмали</i> | |
| АС-131, ТУ 6-10-896-75 | У1 |
| АС-182, ГОСТ 19024-79 | У1 |
| АС-554, ТУ 6-10-772-79 | У1 |
| АС-1101, АС-1101М, ТУ 6-10-1510-85 | У1 |
| АС-1115, ТУ 6-10-1029-83 | У1 |
| АС-1171, ТУ 6-10-1693-79 | У1 |
| АС-730, ТУ 6-10-949-85 | У1 |
| В-АС-1162, ТУ 6-10-1608-77 | У1 |
| АС-2106, ТУ 6-10-1546-76 | У2 |
| <i>Лаки</i> | |
| АС-16, ТУ 6-10-814-80 | У1 |
| АС-82, ТУ 6-10-1169-76 | У2 |
| АС-176Г, АС-176М, ТУ 6-10-1473-76 | У1 |
| АС-528, ТУ 6-10-774-79 | У1 |
| Нитроцеллюлозные | |
| <i>Эмали</i> | |
| НЦ-11, НЦ-11А, ГОСТ 9198-83 | У1 |
| НЦ-25, ГОСТ 5406-84 | УХЛ4 |
| НЦ-26, ТУ 6-10-950-85 | УХЛ4 |
| НЦ-27, ТУ 6-10-950-85 | УХЛ4 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|---|--|
| НЦ-132П, НЦ-132К, ГОСТ 6331—74 | У1 |
| НЦ-132К красная, ГОСТ 6331—74 | У1, 6/1 |
| НЦ-170, ТУ 6—10—1129—76 | УХЛ4 |
| НЦ-184, ГОСТ 18335—83 | У1 |
| НЦ-216, НЦ-217, ТУ 6—10—1343—78 | У2 |
| НЦ-221, ТУ 6—10—1021—75 | У2 |
| НЦ-246, ТУ 6—10—609—79 | У2 |
| НЦ-256, ГОСТ 25515—82 | У2 |
| НЦ-257М, ТУ 6—10—999—75 | УХЛ4 |
| НЦ-262, ТУ 6—10—915—75 | У2 |
| НЦ-273, ТУ 6—10—895—82 | У2 |
| НЦ-280, ТУ 6—10—1337—78 | У2 |
| НЦ-929, ТУ 6—10—1331—82 | УХЛ4, 6/1 |
| НЦ-1104, ТУ 6—10—1146—76 | УХЛ4 |
| НЦ-1125, ГОСТ 7930—73 | У1 |
| НЦ-1200, ТУ 6—10—1011—75 | У1 |
| НЦ-5123, ГОСТ 7462—73 | У2, 6/1 |
| <i>Лаки</i> | |
| НЦ-62, ОСТ 6—10—391—84 | УХЛ4 |
| НЦ-134, ТУ 6—10—1291—77 | УХЛ4 |
| НЦ-134, ТУ 6—10—1291—86 с алюми- ниевой пудрой, ГОСТ 5494—71 | У2 |
| НЦ-286, ТУ 6—10—1290—78 | УХЛ4 |
| Полиэфирные ненасыщенные | |
| <i>Эмаль</i> | |
| В-ПЭ-1179, ТУ 6—10—1801—81 | У1 |
| <i>Краска</i> | |
| П-ЭП-1130У, ТУ 6—10—1914—83 | У2, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С |
| Пентафталевые | |
| <i>Эмали</i> | |
| ПФ-19, ПФ-19М, ТУ 6—10—1294—87 | У1 |
| ПФ-115, ГОСТ 6465—76 | У1 |
| ПФ-133, ГОСТ 926—82 | У1 |
| ПФ-137, ТУ 6—10—916—76 | У1 |
| ПФ-163, ГОСТ 5971—78 | У1 |
| ПФ-167, ТУ 6—10—741—79 | У1 |
| ПФ-178, ТУ 6—10—1844—84 | У2 |
| ПФ-188, ГОСТ 24784—81 | У1 |
| ПФ-218ГС, ПФ-218ХС, ГОСТ 21227—75 | У2 |
| ПФ-223, ГОСТ 14923—78 | У2 |
| ПФ-241, ТУ 6—10—1676—78 | У2 |
| ПФ-837, ТУ 6—10—1309—82 | У1, 6/1 ₁₂₀ °С, 8 ₃₀₀ °С |
| ПФ-1126, ТУ 6—10—1540—78 | У1 |
| ПФ-1145, ОСТ 6—10—424—78 | У1 |
| ПФ-1147ВЭ, ТУ 6—10—1361—78 | У1 |
| ПФ-1189, ТУ 6—10—1710—79 | У1 |
| ПФ-1217ВЭ, ТУ 6—10—1826—81 | УХЛ4 |
| ПФ-1234, ТУ 6—10—1859—84 | У1 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|---|--|
| <i>Лаки</i> | |
| ПФ-170, ПФ-171, ГОСТ 15907—70 | У1 |
| ПФ-170, ПФ-171, ГОСТ 15907—70 с саломиниевой пудрой, ГОСТ 5494—71 | У1, 8 ₃₀₀ °С |
| Глифталевые | |
| <i>Эмали</i> | |
| ГФ-245, ТУ 6—10—1676—78 | У2 |
| ГФ-230ВЭ, ГОСТ 64—77 | У2 |
| ГФ-156, ТУ 6—10—1040—76 | У1 |
| ГФ-162, ТУ 6—10—752—75 | УХЛ4 |
| ГФ-820, ГОСТ 6—10—431—80 | У2, 6/1 ₁₂₀ °С, 8 ₃₀₀ °С |
| ГФ-1147ВЭ, ТУ 6—10—1361—78 | У1 |
| ГФ-1151, ТУ 6—10—1409—84 | У1 |
| ГФ-1426, ГОСТ 6745—79 | У1 |
| ГФ-92, ГОСТ 9151—75 | У2, 9/1 ₃₀ °С |
| ГФ-2136, ТУ 6—10—2003—85 | У2, 6/1 ₁₂₀ °С |
| <i>Лаки</i> | |
| ГФ-95, ГОСТ 8018—70 | У2, 9/1 ₁₀₀ °С |
| ГФ-95, ГОСТ 8018—70 с алюминиевой пудрой, ГОСТ 5494—71 | У1, 8 ₃₀₀ °С, 6/1 |
| ГФ-166, ГОСТ 5470—75 | У2 |
| Этрифталевые | |
| <i>Эмаль</i> | |
| ЭТ-199, ТУ 6—10—1440—79 | У1 |
| Масляные | |
| <i>Эмали</i> | |
| МА-224, ТУ 6—10—1341—78 | У2 |
| В-МА-1232, ТУ 6—10—2027—85 | У1 |
| Канифольные | |
| <i>Эмали</i> | |
| КФ-248, ТУ 6—10—637—79 | У1 |
| КФ-252, ОСТ 6—10—413—77 | УХЛ4, 7/1 |
| Битумные | |
| <i>Эмаль</i> | |
| БТ-1141, ТУ 6—10—1346—78 | У1 |
| <i>Краска</i> | |
| БТ-177, ОСТ 6—10—426—79 | У1, 8 ₂₀₀ °С |
| <i>Лаки</i> | |
| БТ-142, ТУ 6—10—785—74 с алюминиевой пудрой, ГОСТ 5494—71 | У1, 8 ₂₀₀ °С |
| БТ-577, ГОСТ 5631—79 | У2, 8 ₂₀₀ °С |
| БТ-783, ГОСТ 1347—77 | У2 |
| Фенольные | |
| <i>Эмали</i> | |
| ФЛ-61, ТУ 6—10—778—76 | У2, 4/1 ₁₀₀ °С, 6/1 ₂₀₀ °С |
| ФЛ-511, ТУ 6—10—704—75 | У1 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104-79 и ГОСТ 9.032-74 |
|---------------------------------------|--|
| ФЛ-687, ТУ 6-10-1199-77 | У2, 6/1 ₁₅₀ °С, 6/2 |
| В-ФЛ-1199, ТУ 6-10-1756-80 | У2 |
| В-ФЛ-1199, ТУ 6-10-1756-80 | У2 |
| В-ФЛ-1199Э, ТУ 6-10-1891-83 | У2 |
| Поливинилацетальные | |
| Лак ФЛ-582, ТУ 6-10-1236-77 | У2, 9/1 ₁₀₀ °С |
| Эмаль | |
| ВЛ-515, ТУ 6-10-1052-75 | У2, 4/1 ₁₀₀ °С, 6/1 ₁₅₀ °С, 6/2 |
| Краска | |
| П-ВЛ-212, ТУ 6-10-855-83 | У2, 4, 6/1, 9/1 |
| Кремнийорганические | |
| Эмали | |
| КО-84, ТУ 6-10-604-85 | У2, 8 ₃₀₀ °С |
| КО-88, ГОСТ 23101-78 | У1, 8 ₅₀₀ °С |
| КО-811, КО-811К, ГОСТ 23122-78 | У1, 8 ₄₀₀ °С |
| КО-813, ГОСТ 11066-74 | У1, 8 ₅₀₀ °С |
| КО-814, ГОСТ 11066-74 | У1, 8 ₄₀₀ °С |
| КО-822, ТУ 6-10-848-75 | У2, 8 ₃₀₀ °С |
| КО-828, ТУ 6-10-930-78 | У1, 8 ₄₀₀ °С |
| КО-834, ТУ 6-10-1836-81 | У1, 8 ₄₀₀ °С |
| Полиуретановые | |
| Эмали | |
| УРФ-1128, ТУ 6-10-1421-76 | У1 |
| УР-1154, ТУ 6-10-1469-82 | У2 |
| УР-1161, ТУ 6-10-1758-80 | У1, 4/1, 4/2, 6/2, 6/1 |
| УР-1224, ТУ 6-10-11-374-5-80 | У1 |
| УР-1180 | У1, 7/1, 7/4 |
| Лаки | |
| УР-231, ТУ 6-10-863-84 | У2, 9/1 ₁₂₀ °С |
| УР-976, ТУ 6-10-1404-78 | У2, 9/1 |
| УР-268П, ТУ 6-10-1919-83 | У2, Т3 |
| Эпоксидные | |
| Эмали | |
| ЭП-51, ГОСТ 9640-85 | У2 |
| ЭП-56, ТУ 6-10-1243-77 | УХЛ4 |
| ЭП-91, ГОСТ 15943-80 | У2, 9/1 ₁₈₀ °С |
| ЭП-140, ГОСТ 24709-81 | У2, 7/1, 8 ₂₅₀ °С |
| ЭП-148, ГОСТ 10982-75 | У2 |
| ЭП-191, ТУ 6-10-894-75 | У2 |
| ЭП-255, ГОСТ 23599-79 | У2, 4/1, 6/1, 6/2 |
| ЭП-274, ТУ 6-10-1039-75 | У2, 9/1 ₁₅₅ °С |
| ЭП-275, ГОСТ 23599-79 | У2, 4/1, 6/1, 8 ₂₀₀ °С |
| Б-ЭП-421, ТУ 6-10-1386-86 | У2, 4/1, 4/2, 6/1 |
| ЭП-422, ТУ 6-10-2053-86 | У2 |
| ЭП-525, ГОСТ 22438-85 | У2, 4/1 ₁₀₀ °С, 6/2, 7/1 |
| ЭП-525П, ТУ 6-10-1560-76 | У2, 6/2 |
| ЭП-567, ГОСТ 23369-77 | У2, 7/1 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104-79 и ГОСТ 9.032-74 |
|---|--|
| ЭП-569, ТУ 6-10-625-74 | У2 |
| ЭП-574, ТУ 6-10-1640-84 | У2 |
| ЭП-575, ТУ 6-10-1634-77 | У2 |
| ЭП-586, ТУ 6-10-1437-79 | У2 |
| ЭП-716, ТУ 6-10-588-78 | У2, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, |
| ЭП-773, ГОСТ 23143-83 | 7/3, 7/4, 9/1 ₁₃₀ °С |
| ЭП-7930НУ, ТУ 6-10-1536-78 | У2 |
| ЭП-1236, ТУ 6-10-2095-87 | У1 |
| ЭП-1223, ТУ 6-10-12-11-80 | У2 |
| ЭП-1155, ТУ 6-10-1504-75 | У2, 7/1, 4/1 |
| ЭП-2114, ТУ 6-10-1784-80 | У2 |
| В-ЭП-2100, ТУ 6-10-1502-79 | У2 |
| ЭП-711, ТУ 6-10-674-75 | У2, 7/1, 7/2, 7/3 |
| <i>Краски</i> | |
| П-ЭП-45, ТУ 6-10-1752-80 | У2, 7, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С, 9/1 ₁₀₀ °С |
| П-ЭП-177, П-ЭП-177(ОН), ТУ 6-10-1575-76 | У2, 9/1, 4, 6, 7, 8 ₁₀₀ °С, 9/1 ₁₂₀ °С |
| П-ЭП-219, П-ЭП-219(ОН), ТУ 6-10-1597-77 | У2, 7, 9/1 ₁₀₀ °С, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С |
| П-ЭП-61, ТУ 6-10-306-6-79 | У2, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С |
| П-ЭП-91, ТУ 6-10-1954-84 | У2, 4, 6, 7/4, 8 ₁₀₀ °С, 9/1 ₁₀₀ °С |
| П-ЭП-134, ТУ 6-10-1954-84 | У2, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С |
| П-ЭП-135, ТУ 6-10-100-113-81 | У2, 4/1, 6, 7/4, 9/1 ₁₀₀ °С |
| П-ЭП-534, ТУ 6-10-1890-83 | У2, 4, 6, 7, 8 ₁₀₀ °С, 9/1 ₁₂₀ °С |
| П-ЭП-971, ТУ 6-10-1604-77 | У2, 4, 6, 7, 8 ₁₀₀ °С, 9/1 ₁₂₀ °С |
| <i>Лаки</i> | |
| ЭП-730, ГОСТ 20824-81 | У2, 4/1, 7/1, 7/3, 7/4, 9/1 ₁₅₅ °С |
| ЭП-9114, ОСТ 6-10-429-79 | У2 |
| Эпоксифирные | |
| <i>Эмали</i> | |
| ЭФ-1118ПГ, ЭФ-1118ПМ, ЭФ-1118М, ГОСТ 5971-78 | У2 |
| ЭФ-1219, ТУ 6-10-1727-79 | У2 |
| Каучуковые | |
| <i>Эмаль</i> | |
| КЧ-190, ТУ 6-10-940-79 | У2 |
| Карбамидные | |
| <i>Эмали</i> | |
| МЧ-123, ТУ 6-10-979-84 | У1 |
| МЧ-145, ГОСТ 23760-79 | У1 |
| МЧ-240, ТУ 6-10-1701-79 | У2 |
| МЧ-277, ТУ 6-10-1299-77 | У2 |
| Масляно- и алкидностирольные | |
| <i>Эмали</i> | |
| МС-17, ТУ 6-10-1012-78 | У2 |
| МС-160, ГОСТ 12034-77 | У1 |
| В-МС-278, В-МС-278МК, ТУ 6-10-1941-84 | У2 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|---|---|
| Фенолалкидные | |
| <i>Эмаль</i> ФА-5104, ТУ 6—10—926—79 | У1, 6/1, 6/2 |
| Органосиликатные | |
| <i>Эмали</i> ОС-1204 | У1 |
| ОС-5103 | У1 |
| ОС-1203 черная, ТУ 84—725—78 | У1, 8 ₃₀₀ °С |
| Фторопластовые | |
| <i>Эмаль</i> ФП-545, ТУ 6—10—1885—83 | У1 |

Таблица 2.4. Ассортимент ЛКМ для покрытий, эксплуатирующихся в районах с тропическим климатом

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|--|---|
| Перхлорвиниловые | |
| <i>Эмали</i> ХВ-16, ХВ-16Р, ТУ 6—10—1301—83 | Т1, 7/1, 7/1 |
| ХВ-110, ГОСТ 18374—79 | Т1 |
| ХВ-124, ГОСТ 10144—74 | Т1, 7/1, 4/1 |
| ХВ-238, ОСТ 6—10—314—79 | Т3, 7/3 |
| ХВ-518, ТУ 6—10—966—75 | Т1 |
| ХВ-785, ГОСТ 7313—75 | Т2, 4/1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| ХВ-1120, ТУ 6—10—1227—77 | Т1, 4/1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| ХВ-714, ГОСТ 23626—79 | Т2 |
| <i>Краска</i> П-ХВ-716, ТУ 6—10—1706—79 | Т2, 4, 6/1, 7 |
| Сополимеро-винилхлоридные | |
| <i>Эмали</i> ХС-119, ХС-119Э, ГОСТ 21824—76 | Т1, 6/1, 7/1 |
| ХС-710, ГОСТ 9355—81 | Т2, 4/1, 6/1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| ХС-759, ГОСТ 23494—79 | Т2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| ХС-1107М, ХС-1107ГМ, ТУ 6—10—1042—78 | Т2 |
| ХС-75У, ТУ 6—10—2136—88 | Т2, 7/1, 7/2 |
| <i>Лак</i> ХС-724, ГОСТ 23494—79 | Т2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| Меламинные | |
| <i>Эмали</i> МЛ-12, ГОСТ 9754—76 | Т1 |
| МЛ-152, ГОСТ 18099—78 | Т1 |
| МЛ-158, ТУ 6—10—1096—76 | Т2 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|-------------------------------------|--|
| МЛ-165, МЛ-165ПМ, ГОСТ 12034—77 | T1 |
| МЛ-169, ТУ 6—10—665—79 | T1 |
| МЛ-197, ГОСТ 23640—79 | T1 |
| МЛ-279, МЛ-2790П, ГОСТ 5971—78 | T1 |
| МЛ-1110, ГОСТ 20481—80 | T1 |
| МЛ-1156, ГОСТ 5971—78 | T1 |
| МЛ-1214МЭ, ТУ 6—10—1834—81 | T1 |
| МЛ-1225, ТУ 6—10—1862—82 | T1 |
| МЛ-1196, ТУ 6—10—1769—80 | T1 |
| <i>Лаки</i> | |
| МЛ-92, ГОСТ 15865—70 | T2 |
| МЛ-21, ТУ 6—10—1282—77 | T1 |
| Полиакриловые | |
| <i>Эмали</i> | |
| АК-194, ТУ 6—10—901—75 | T2 |
| АК-192, ТУ 6—10—847—75 | T2 |
| АК-1102, ТУ 6—10—1408—78 | T2 |
| АК-1239, ТУ 6—10—11—536—21—85 | T1 |
| <i>Лаки</i> | |
| АК-113, АК-113Ф, ГОСТ 23832—79 | T2 |
| Алкидно-акриловые | |
| <i>Эмали</i> | |
| АС-182, ГОСТ 19024—79 | T1 |
| АС-1101, АС-1101М, ТУ 6—10—1510—85 | T2 |
| АС-1115, ТУ 6—10—1029—83 | T1 |
| АС-1171Г и АГ, ТУ 6—10—1693—79 | T1 |
| АС-2106, ТУ 6—10—1546—76 | T2 |
| В-АС-1162, ТУ 6—10—1608—77 | T2 |
| <i>Лаки</i> | |
| АС-82, ТУ 6—10—1169—76 | T2 |
| АС-176Г, АС-176М, ТУ 6—10—1473—76 | T2 |
| Нитроцеллюлозные | |
| <i>Эмали</i> | |
| НЦ-11 и НЦ-11А, ГОСТ 9198—83 | T2 |
| НЦ-11 и НЦ-11А черные, ГОСТ 9198—83 | T1 |
| НЦ-246, ТУ 6—10—609—79 | T3 |
| НЦ-256, ГОСТ 25515—82 | T3 |
| Полиэфирные ненасыщенные | |
| <i>Эмаль</i> | |
| В-ПЭ-1179, ТУ 6—10—1801—81 | T1 |
| <i>Краска</i> | |
| П-ПЭ-1130У, ТУ 6—10—1914—83 | T2, 4, 6, 8 _{100°C} |
| Пентафталевые | |
| <i>Эмали</i> | |
| ПФ-115, ГОСТ 6465—76 | T2 |
| ПФ-163, ГОСТ 5971—78 | T2 |
| ПФ-188, ГОСТ 24784—81 | T1 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|--|--|
| ПФ-837, ТУ 6—10—1309—82 | Т2, 6/1 ₁₂₀ °С, 8 ₃₀₀ °С |
| ПФ-223, ГОСТ 14923—78 | Т3 |
| <i>Лаки</i> | |
| ПФ-170, ГОСТ 15907—70 с алюми- ной пудрой, ГОСТ 5494—71 | Т1, 8 ₃₀₀ °С |
| ПФ-171, ГОСТ 15907—70 с алюми- пудрой, ГОСТ 5494—71 | Т1, 8 ₃₀₀ °С |
| Глифталевые | |
| <i>Эмали</i> | |
| ГФ-2136, ТУ 6—10—2003—85 | Т3, 6/1 ₁₂₀ °С |
| ГФ-820, ОСТ 6—10—432—80 | Т2, 6/1 ₁₂₀ °С, 8 ₃₀₀ °С |
| ГФ-1426, ГОСТ 6745—79 | Т2 |
| <i>Лак</i> | |
| ГФ-95, ГОСТ 8018—70 с алюми- пудрой, ГОСТ 5494—71 | Т2, 8 ₃₀₀ °С, 6/1 |
| Этрифталевые | |
| <i>Эмаль</i> | |
| ЭТ-199, ТУ 6—10—1440—79 | Т1 |
| Фенольные | |
| <i>Эмали</i> | |
| ФЛ-687, ТУ 6—10—1199—77 | Т2, 6/1 ₁₅₀ °С, 6/2 |
| В-ФЛ-1199, ТУ 6—10—1756—80 | Т2 |
| В-ФЛ-1199Э, ТУ 6—10—1891—83 | Т2 |
| <i>Лак</i> | |
| ФЛ-582, ТУ 6—10—1236—77 | Т2, 9/1 ₁₀₀ °С |
| Масляные | |
| <i>Эмаль</i> | |
| В-МА-1232, ТУ 6—10—2027—85 | Т1 |
| Поливинилацетальные | |
| <i>Эмаль</i> | |
| ВЛ-515, ТУ 6—10—1052—75 | Т2, 4/1 ₁₀₀ °С, 6/1 ₁₅₀ °С, 6/2 |
| <i>Краска</i> | |
| П-ВЛ-212, ТУ 6—10—855—83 | Т3, 4, 6/1, 9/1 |
| Кремнийорганические | |
| <i>Эмали</i> | |
| КО-828, ТУ 6—10—930—78 | Т2, 8 ₁₀₀ °С |
| КО-88, ГОСТ 23101—78 | Т2, 8 ₅₀₀ °С |
| КО-811, КО-811К, ГОСТ 23122—78 | Т2, 8 ₄₀₀ °С |
| КО-813, ГОСТ 11066—74 | Т2, 8 ₅₀₀ °С |
| КО-814, ГОСТ 11066—74 | Т2, 8 ₄₀₀ °С |
| Полиуретановые | |
| <i>Эмали</i> | |
| УР-1161, ТУ 6—10—1758—80 | Т1, 4/1, 4/2, 6/1, 6/2 |
| УР-1180, ТУ 6—10—1758—80 | Т1, 7/1, 4/1 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|---|---|
| <i>Лаки</i> | |
| УР-231, ТУ 6—10—863—84 | T2, 9/1 ₁₂₀ °C |
| УР-268, ТУ 6—10—1919—83 | T3 |
| Эпоксидные | |
| <i>Эмали</i> | |
| ЭП-51, ГОСТ 9640—85 | T2 |
| ЭП-91, ГОСТ 15943—80 | T2, 9/1 ₁₈₀ °C |
| ЭП-140, ГОСТ 24709—81 | T2, 7/1, 8 ₂₅₀ °C |
| ЭП-148, ГОСТ 10982—75 | T3 |
| ЭП-275, ГОСТ 23599—79 | T2, 4/1, 6/1, 8 ₂₀₀ °C |
| Б-ЭП-421, ТУ 6—10—1386—81 | T2, 4/1, 4/2, 6/1 |
| ЭП-525, ГОСТ 22438—85 | T2, 4/1 ₁₀₀ °C, 6/2, 7/1, 6/1 |
| ЭП-525П, ТУ 6—10—1560—76 | T2, 6/2 |
| ЭП-567, ГОСТ 23369—77 | T2, 7/1 |
| ЭП-274, ТУ 6—10—1039—75 | T2, 9/1 ₁₅₅ °C |
| ЭП-716, ТУ 6—10—588—78 | T2 |
| ЭП-773, ГОСТ 23143—83 | T2, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4, 9/1 ₁₃₀ °C |
| ЭП-1155, ТУ 6—10—1504—75 | T2, 7/1, 4/1 |
| В-ЭП-2100, ТУ 6—10—1502—79 | T2 |
| ЭП-567, ГОСТ 23369—77 | T2, 7/1 |
| ЭП-7930НУ, ТУ 6—10—1538—78 | T2 |
| ЭП-1223, ТУ 6—10—12—11—80 | T2 |
| ЭП-1236, ТУ 6—10—2095—87 | T1 |
| ЭП-2114, ТУ 6—10—1784—80 | T2 |
| <i>Краски</i> | |
| П-ЭП-45, ТУ 6—10—1752—80 | T2, 7, 4, 6, 8 ₁₀₀ °C, 9/1 ₁₀₀ °C |
| П-ЭП-177, П-ЭП-177(ОН) ТУ 6—10—1575—76 | T2, 9/1, 4, 6, 7, 8 ₁₀₀ °C, 9/1 ₁₂₀ °C |
| П-ЭП-219, П-ЭП-219(ОН), ТУ 6—10—1597—77 | T2, 7, 9/1, 4, 6, 8 ₁₀₀ °C, 9/1 ₁₀₀ °C |
| П-ЭП-61, ТУ 6—10—3066—79 | T2, 4, 6, 8 ₁₀₀ °C |
| П-ЭП-134, ТУ 6—10—1954—84 | T2, 4, 6, 8 ₁₀₀ °C |
| П-ЭП-534, ТУ 6—10—1890—83 | T2, 4, 6, 7, 8 ₁₀₀ °C, 9, 1 ₁₂₀ °C |
| П-ЭП-971, ТУ 6—10—1604—77 | T2, 4, 6, 7, 8 ₁₂₀ °C, 9/1 ₁₂₀ °C |
| <i>Лаки</i> | |
| ЭП-730, ГОСТ 20824—81 | T2, 4/1, 7/1, 7/3, 7/4, 9/1 ₁₅₅ °C |
| ЭП-9114, ОСТ 6—10—429—79 | T2 |
| Эпоксифирные | |
| <i>Эмали</i> | |
| ЭФ-1118ПГ, ЭФ-1118ПМ, ЭФ-1118М, ГОСТ 5971—78 | T2 |
| ЭФ-1219, ТУ 6—10—1727—79 | T2 |
| Масляно- и алкидностирольные | |
| <i>Эмали</i> | |
| МС-160, ГОСТ 12034—77 | T1 |
| В-МС-278, ТУ 6—10—1941—84 | T3 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|-----------|--|
|-----------|--|

Органосиликатные

| | |
|------------------------------|-------------------------|
| <i>Эмали</i> | |
| ОС-1201 | T2 |
| ОС-5103 | T1 |
| ОС-1203 черная, ТУ 84—725—78 | T1, 8 ₃₀₀ °С |

Фторопластовые

| | |
|-------------------------|----|
| <i>Эмаль</i> | |
| ФП-545, ТУ 6—10—1885—83 | T1 |

Таблица 2.5. Ассортимент ЛКМ для покрытий, эксплуатирующихся в районах с холодным климатом

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|-----------|--|
|-----------|--|

Перхлорвиниловые

| | |
|--------------------------------|------------------------------|
| <i>Эмали</i> | |
| XB-16, XB-16P, ТУ 6—10—1301—83 | ХЛ1, 7/1, 4/1 |
| XB-110, ГОСТ 18374—79 | ХЛ1 |
| XB-113, ГОСТ 18374—79 | ХЛ1 |
| XB-124, ГОСТ 10144—74 | ХЛ1, 7/1, 4/1 |
| XB-238, ОСТ 6—10—314—79 | ХЛ2, 7/3 |
| XB-518, ТУ 6—10—966—75 | ХЛ1 |
| XB-785, ГОСТ 7313—75 | ХЛ1, 4/1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| XB-1100, ГОСТ 6993—79 | ХЛ1 |
| XB-536, ТУ 6—10—845—75 | ХЛ1 |
| XB-714, ГОСТ 23626—79 | ХЛ1 |

Сополимеро-винилхлоридные

| | |
|---|-----------------------------------|
| <i>Эмали</i> | |
| XC-75У, ТУ 6—10—2136—88 | ХЛ1, 7/1, 7/2 |
| XC-119, XC-119Э, ГОСТ 21824—76 | ХЛ1, 6/1, 7/1 |
| XC-710, ГОСТ 9355—81 | ХЛ1, 4/1, 6/1, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| XC-759, ГОСТ 23494—79 | ХЛ2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |
| XC-110ГМ, XC-1107ГМ, ТУ 6—10—1042—78 | ХЛ1 |
| XC-5141, ТУ 6—10—1778—80 | ХЛ1 |
| XC-1168, ТУ 6—10—1454—79 | ХЛ1 |
| <i>Лак</i> | |
| XC-724, ГОСТ 23494—79 | ХЛ2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|-----------|--|
|-----------|--|

Меламинные

Эмали

| | |
|---------------------------------|-----|
| МЛ-12, ГОСТ 9754—76 | ХЛ1 |
| МЛ-152, ГОСТ 18099—78 | ХЛ1 |
| МЛ-165, МЛ-165ПМ, ГОСТ 12034—77 | ХЛ1 |
| МЛ-197, ГОСТ 23640—79 | ХЛ1 |
| МЛ-279, МЛ-2790П, ГОСТ 5971—78 | ХЛ1 |
| МЛ-1156, ГОСТ 5971—78 | ХЛ1 |
| МЛ-1225, ТУ 6—10—1862—82 | ХЛ1 |
| МЛ-1110, ГОСТ 20481—80 | ХЛ1 |
| МЛ-1196, ТУ 6—10—1769—80 | ХЛ1 |

Алкидно-акриловые

Эмали

| | |
|------------------------------------|-----|
| АС-131, ТУ 6—10—896—75 | ХЛ1 |
| АС-182, ГОСТ 19024—79 | ХЛ1 |
| АС-554, ТУ 6—10—772—79 | ХЛ1 |
| АС-1101, АС-1101М, ТУ 6—10—1510—85 | ХЛ1 |
| АС-1115, ТУ 6—10—1029—83 | ХЛ1 |
| АС-730, ТУ 6—10—949—85 | ХЛ1 |

Лак

| | |
|------------------------|-----|
| АС-528, ТУ 6—10—774—79 | ХЛ1 |
|------------------------|-----|

Полиакриловые

Эмаль

| | |
|-------------------------------|-----|
| АК-1239, ТУ 6—10—11—536—21—86 | ХЛ1 |
|-------------------------------|-----|

Полиэфирные ненасыщенные

Эмаль

| | |
|----------------------------|-----|
| В-ПЭ-1179, ТУ 6—10—1801—81 | ХЛ1 |
|----------------------------|-----|

Краска

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| П-ЭП-1130У, ТУ 6—10—1914—83 | ХЛ2, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С |
|-----------------------------|--------------------------------|

Пентафталевые

Эмали

| | |
|--------------------------|-----|
| ПФ-115, ГОСТ 6465—76 | ХЛ1 |
| ПФ-218, ГОСТ 21227—75 | ХЛ2 |
| ПФ-223, ГОСТ 14923—78 | ХЛ2 |
| ПФ-188, ГОСТ 24784—81 | ХЛ1 |
| ПФ-1126, ТУ 6—10—1540—78 | ХЛ1 |

Лаки

| | |
|---|--------------------------|
| ПФ-170, ПФ-171, ГОСТ 15907—70 с алюминиевой пудрой, ГОСТ 5494—71 | ХЛ1, 8 ₃₀₀ °С |
|---|--------------------------|

Глифталевые

Эмали

| | |
|-------------------------|---|
| ГФ-820, ОСТ 6—10—431—80 | ХЛ1, 5/1 ₁₂₀ °С, 8 ₃₀₀ °С |
| ГФ-92, ГОСТ 9151—75 | ХЛ2, 9/1 ₁₃₀ °С |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 |
|-----------|--|
|-----------|--|

Этрифталевые

Эмаль
ЭТ-199, ТУ 6—10—1440—79 ХЛ11

Масляные

Эмаль
В-МА-1232, ТУ 6—10—2027—85 ХЛ11

Фенольные

Эмали
В-ФЛ-1199, ТУ 6—10—1756—80 ХЛ12
В-ФЛ-1199Э, ТУ 6—10—1891—83 ХЛ12

Поливинилацетальные

Эмаль
ВЛ-515, ТУ 6—10—1052—75 ХЛ12, 4/1₁₀₀°С, 6/1₁₅₀°С, 6/2

Кремнийорганические

Эмали
КО-88, ГОСТ 23101—78 ХЛ11, 8₅₀₀°С
КО-811, КО-811К, ГОСТ 23122—78 ХЛ12, 8₄₀₀°С
КО-813, ГОСТ 11066—74 ХЛ11, 8₅₀₀°С
КО-814, ГОСТ 11066—74 ХЛ11, 8₄₀₀°С
КО-828, ТУ 6—10—930—78 ХЛ11, 8₄₀₀°С
КО-834, ТУ 6—10—1836—81 ХЛ11, 8₄₀₀°С

Полиуретановые

Эмали
УРФ-1128, ТУ 6—10—1421—76 ХЛ11
УР-1161, ТУ 6—10—1758—80 ХЛ11, 4/1, 4/2, 6/1, 6/2
УР-1180, ТУ 6—10—1758—80 ХЛ11, 7/1, 7/4
Лак
УР-231, ТУ 6—10—863—84 ХЛ12, 9/1₁₂₀°С

Эпоксидные

Эмали
ЭП-51, ГОСТ 3640—85 ХЛ12
ЭП-140, ГОСТ 24709—81 ХЛ12, 7/1, 8₂₅₀°С
ЭП-422, ТУ 6—10—2053—86 ХЛ12
ЭП-525, ГОСТ 22438—85 ХЛ12, 4/1₁₀₀°С, 6/2, 7/1, 6/1
ЭП-525П, ТУ 6—10—1560—76 ХЛ12, 6/2
ЭП-773, ГОСТ 23143—83 ХЛ12, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3,
7/4, 9/1₁₃₀°С
ЭП-2114, ТУ 6—10—1784—80 ХЛ12

Продолжение табл. 2.5

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104-79 и ГОСТ 9.032-74 |
|---|---|
| В-ЭП-2100, ТУ 6-10-1502-79 ЭП-1223, ТУ 6-10-12-11-80 ЭП-1236, ТУ 6-10-2095-87 | ХЛ2 ХЛ2 ХЛ1 |
| <i>Краски</i> | |
| П-ЭП-45, ТУ 6-10-1752-80 П-ЭП-177, П-ЭП-177(ОН), ТУ 6-10-1575-76 П-ЭП-219, П-ЭП-219(ОН), ТУ 6-10-1597-77 П-ЭП-61, ТУ 6-10-306-6-79 П-ЭП-134, ТУ 6-10-1954-84 П-ЭП-534, ТУ 6-10-1890-83 | ХЛ2, 7, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С, 9/1 ₁₀₀ °С ХЛ2, 9/1, 4, 6, 7, 8 ₁₂₀ °С, 9/1 ₁₂₀ °С ХЛ2, 7, 9/1 ₁₀₀ °С, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С ХЛ2, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С ХЛ2, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С ХЛ2, 4, 6, 7, 8 ₁₀₀ °С, 9/1 ₁₂₀ °С |
| <i>Лак</i> | |
| ЭП-730, ГОСТ 2082-81 | ХЛ2, 4/1, 7/1, 7/3, 7/4, 9/1 ₁₅₅ °С |
| Эпоксифирные | |
| <i>Эмали</i> | |
| ЭФ-1118ПГ, ЭФ-1118ПМ, ЭФ-1118М, ГОСТ 5971-78 ЭФ-1219, ТУ 6-10-1721-79 | ХЛ2 ХЛ2 |
| Карбамидные | |
| <i>Эмали</i> | |
| МЧ-123, ТУ 6-10-979-84 МЧ-145, ГОСТ 23760-79 | ХЛ2 ХЛ1 |
| Фторопластовые | |
| <i>Эмаль</i> | |
| ФП-545, ТУ 6-10-1885-83 | ХЛ1 |

Таблица 2.6. Ассортимент ЛКМ для покрытия металлических поверхностей без предварительного грунтования

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 | Черные металлы | Сталь | | Сплавы | | |
|--|---|----------------|--------------|---------------|-------------|--------|-----------|
| | | | оцинкованная | кадмированная | алюминиевые | медные | магниевые |
| Эмаль ХС-769П | 4/1 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ХС-717 | 6/1 ₄₀ °С, 6/2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль МЛ-283 | У2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль МЛ-1203 | У2 | + | — | — | — | — | — |
| Лак МЛ-92 | У2, Т2 | — | — | — | + | — | — |
| Лак МЛ-133 | У1 | + | + | — | + | — | — |
| Эмаль АС-1101 | У1, Т2 | + | — | — | + | — | — |
| Эмаль ВАС-1162 | У1, Т2 | + | — | — | + | — | — |
| Лак АС-16 | У1 | — | — | — | + | — | — |
| Лак АС-82 | У2, Т2 | — | — | + | + | + | — |
| Лак АС-176 | У1, Т2 | — | — | — | + | — | — |
| Лак АК-113 | У1, Т2 | + | — | + | + | + | — |
| Лак АК-113Ф | У1, Т2 | + | — | + | + | + | — |
| Эмаль НЦ-257М | УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль НЦ-5123 | У2, 6/1 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль НЦ-132К, НЦ-132П | УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль НЦ-132 красная | УХЛ4, 6/1 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ХВ-5179 | УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль НЦ-273 | У2 | + | — | — | — | — | — |
| Лак НЦ-62 | УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Лак НЦ-134 | УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Лак НЦ-134 с алюминиевой пудрой | У2 | + | — | — | — | — | — |
| Лак НЦ-286 | УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Краска П-ЭП-1130У | У2, Т2, ХЛ2, 4, 6, 8 ₁₀₀ °С | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ПФ-167 | УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ПФ-1189 | УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль Э-ПФ-1217 | УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ПФ-837 | 8 ₃₀₀ °С, 6/1 ₁₂₀ °С, УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Лаки ПФ-170, ПФ-171 | У1 | + | — | — | + | + | — |
| Лаки ПФ-170, ПФ-171 с алюминиевой пудрой | У1, Т2, ХЛ1, 8 ₃₀₀ °С | + | — | — | + | — | — |
| Эмаль ПФ-162 | УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ГФ-92 | 9/1 ₁₃₀ °С, У2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ГФ-916 | 9/1 ₉₀ °С | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ГФ-927 | 9/1 ₁₁₀ °С | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ГФ-952 | 9/1 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ГФ-820 | 8 ₃₀₀ °С, 6/1 ₁₂₀ °С, УХЛ4 | + | — | — | — | — | — |
| Лак ГФ-95 | У2, 9/1 ₁₀₀ °С | — | — | — | + | — | — |
| Лак ГФ-95 с алюминиевой пудрой | У1, Т2, 8 ₃₀₀ °С, 6/1 ₁₂₀ °С | + | — | — | + | + | — |
| Лак ГФ-166 | У2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль В-МА-1232 | У1, Т1, ХЛ1 | — | — | — | + | — | — |

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 и ГОСТ 9.032—74 | Черные металлы | Сталь | | Сплавы | | |
|---------------------------------|--|----------------|--------------|---------------|-------------|--------|-----------|
| | | | оцинкованная | кадмированная | алюминиевые | медные | магниевые |
| Эмаль КФ-252 | 7/1 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль БТ-1141 | У1 | + | — | — | — | — | — |
| Краска БТ-177 | У1, 8 ₂₀₀ °С | + | — | — | + | — | — |
| Лак БТ-142 с алюминиевой пудрой | У1, 8 ₂₀₀ °С | + | — | — | — | — | — |
| Лак БТ-577 | У2, 8 ₂₀₀ °С | + | — | — | — | — | — |
| Лак БТ-783 | У2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ФЛ-61 | У2, 4/1 ₁₀₀ °С, 6/1 ₂₀₀ °С | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ФЛ-511 | У1 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ФЛ-582 | У2, Т2, 9/1 ₁₀₀ °С | — | + | — | + | + | — |
| Эмаль В-ФЛ-1199 | У2, Т2, ХЛ2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль В-ФЛ-1199Э | У2, Т1, ХЛ2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ФЛ-412 | 4/1 ₂₀₀ °С, 6/1 ₁₅₀ °С | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ВЛ-515 | 4/1 ₁₀₀ °С, У2, Т2, ХЛ2, 6/1 ₁₀₀ °С, 6/2 | + | — | — | + | — | — |
| Краска П-ВЛ-212 | У2, 4, 6/1, 9/1 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль КО-84 | 8 ₃₀₀ °С, У2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль КО-88 | 8 ₅₀₀ °С, У2, Т2, ХЛ2 | + | — | — | + | — | — |
| Эмали КО-811, КО-811К | 8 ₄₀₀ °С, У2, Т2, ХЛ2 | + | — | — | + | + | — |
| Эмаль КО-813 | 8 ₅₀₀ °С, У2, Т2, ХЛ2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль КО-814 | 8 ₀₀₀ °С, У2, Т2, ХЛ2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль КО-828 | 8 ₄₀₀ °С, У2, Т2, ХЛ2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль КО-822 | 8 ₃₀₀ °С, У2 | + | — | — | + | — | — |
| Эмаль УР-1154 | У2 | + | — | — | — | — | — |
| Лак УР-231 | У2, Т2, ХЛ2, 9/1 ₁₂₀ °С | + | + | + | + | — | — |
| Лак УР-238 | У2, Т3 | + | — | — | + | — | — |
| Лак УР-976 | 9/1, У2 | + | — | — | + | — | — |
| Эмаль ЭП-574 | У2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ЭП-148 | У2, Т3 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ЭП-1155 | У2, Т2, 7/1, 4/1, 7/4 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ЭП-586 | У2 | + | + | — | — | — | — |
| Эмаль ЭП-5116 | 7/1, 5/1, 6/1, 6/2 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ЭП-5147 | 7/2, 7/3 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ЭП-773 | У2, ХЛ2, 4/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 | + | — | — | + | — | — |
| Эмаль ЭП-711 | У2, 7/1, 7/2, 7/3 | + | — | — | + | — | — |
| Эмаль ЭП-255 | 7/1 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ЭП-525 | 4/1 ₁₀₀ °С, 7/1, 7/3 | + | — | — | — | — | — |
| Эмаль ЭП-793 | У2, Т2 | — | — | — | — | — | + |
| Эмаль ЭП-91 | У2, Т2, 9/1 ₁₈₀ °С | + | — | — | + | — | — |
| Эмаль В-ЭП-2100 | У2, Т2, ХЛ2 | + | — | — | — | — | — |
| Лак ЭП-9114 | Т2 | — | — | — | + | + | — |
| Эмаль ЭП-921 | 9/1 | — | — | — | + | + | — |
| Эмаль ЭП-925 | 9/1, УХЛ4 | + | — | — | — | + | — |
| Эмаль ЭП-968 | 9/1 ₂₀₀ °С | — | — | — | + | + | — |
| Эмаль ЭП-275 | 8 ₂₀₀ °С | + | — | — | + | + | — |

Продолжение табл. 2.6

| Марка ЛКМ | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104-79 и ГОСТ 9.032-74 | Черные металлы | Сталь | | Сплавы | | |
|-------------------------|--|----------------|--------------|---------------|-------------|--------|-------------|
| | | | оцинкованная | кадмированная | алюминиевые | медные | магнелиевые |
| Эмаль ЭП-140 | 7/1, 7/3 | + | - | - | - | - | - |
| Эмаль ЭП-140 серебряная | 8 ₂₅₀ °C | + | - | - | - | - | - |
| Эмаль В-ЭП-2100 | У2, Т2, ХЛ2 | + | - | - | + | - | - |
| Эмаль ЭП-1223 | У2, Т2, ХЛ2 | + | - | - | - | - | - |
| Эмаль ЭП-1236 | У1, Т1, ХЛ1 | + | - | - | + | - | - |
| Эмаль ЭП-56 | УХЛ4 | + | - | - | - | - | - |
| Лак ЭП-730 | У2, Т2, ХЛ2, 4/1, 7/1, 7/3, 7/4, 9/1 ₁₅₅ °C | + | + | + | + | + | + |
| Лак ЭП-9114 | Т2 | - | - | - | + | + | - |
| Краска П-ЭП-91 | У2, 4, 6, 7/4, 8 ₁₀₀ °C | + | - | - | - | - | - |
| Краска П-ЭП-134 | 9/1 ₁₀₀ °C У2, Т2, ХЛ2, 4, 6, 8 ₁₀₀ °C | + | - | - | - | - | - |
| Краска П-ЭП-135 | У2, 4/1, 6, 7/4, 9/1 ₁₀₀ °C | + | - | - | - | - | - |
| Краска П-ЭП-61 | У2, Т2, ХЛ2, 4, 6, 7, 8 ₁₀₀ °C | + | - | - | - | - | - |
| Краска П-ЭП-971 | У2, Т2, 4, 6, 7, 8 ₂₀ °, 9/1 ₁₂₀ °C | + | - | - | - | - | - |
| Краска П-ЭП-177 | У2, Т2, ХЛ2, | + | - | - | - | - | - |
| Краска П-ЭП-534 | 4, 6, 7, 8 ₁₂₀ °C, 9/1 ₁₂₀ °C | + | - | - | - | - | - |
| Краска П-ЭП-45 | У2, Т2, ХЛ2, | + | - | - | - | - | - |
| Краска П-ЭП-219 | 4, 6, 7, 8 ₁₀₀ °C, 9/1 ₁₀₀ °C | + | - | - | - | - | - |
| Шпатлевка ЭП-0010 | 7/1, 7/3, 4/1, 6/1, 6/2 | + | + | - | + | + | - |
| Шпатлевка ЭП-0020 | 7/3, 4/1, 6/2 | + | + | - | + | + | - |
| Эмаль ЭФ-1219 | У2 | + | - | - | - | - | - |
| Эмаль КЧ-190 | У2 | + | - | - | - | - | - |
| Эмаль МЧ-123 | У1, ХЛ2 | + | - | - | - | - | - |
| Эмаль МС-278 | У2, Т3 | + | - | - | + | + | - |
| Эмаль ВН-780 | 6/1 | + | - | - | + | - | - |
| Эмаль ФА-5104 | 6/1, 6/2 | + | - | - | - | - | - |
| Грунтовка ПЛ-0213 | У2, Т2, ХЛ2 | + | + | - | - | - | - |

Примечания. 1. Знак «+» означает допустимость применения, знак «-» — недопустимость или отсутствие необходимых данных. 2. Для медных сплавов лаки АК-113, АК-113Ф, эмаль МС-278 применяют по латуню, лак АС-82 — по латуню и бронзе. Для черных металлов лаки АК-113, АК-113Ф, эмаль НЦ-273 применяют по чугуно. Алюминиевая пудра в лаки ПФ-170, ПФ-171, ГФ-95, БТ-142 вводится в количестве 10—15% от массы лака, в лак НЦ-134 — 6—12% от массы лака.

Таблица 2.7. Ассортимент красок и эмалей для маркировки изделий и их технологические свойства

| ЛКМ | Маркируемый материал | Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 | Режим сушки | | Способ нанесения |
|---|--|--|---|----------------------|--|
| | | | температура, °С | продолжительность, ч | |
| Эмаль ЭП-562 белая, желтая, красная, зеленая, черная ТУ 6—10—1539—76 (маркировочная) | Черные и цветные металлы, пластмасса, поверхность, окрашенная эмалями ЭП, УР, ХВ, ХС, НЦ, ПФ, МЛ | У1, Т1 | 20 60 140 | 24 2 0,5 | Штемпель, офсетная печать, перо, рейсфедер |
| Краска ФЛ-59 черная ТУ 6—10—1043—79 (маркировочная) | Черные и цветные металлы, пластмасса, древесина, поверхность, окрашенная эмалями МЛ, ЭП | У1, Т1 | 20 | 0,5 | Штемпель, перо, рейсфедер |
| Краска МА-514 белая, оранжевая, синяя, черная ТУ 6—10—1241—77 (маркировочная) | Черные и цветные металлы | У1, Т1 | 150 | 1,5 | Штемпель, кисть трафарет, рейсфедер, шелкография, офсетная печать |
| Краска ГФ-57Ш белая, желтая, красная ТУ 6—10—1003—75 (маркировочная) ТУ 6—10—1003—75 (маркировочная) | Резина | У1 | 20 | 1,5 | Перо, рейсфедер, штемпель |
| Краска ТНПФ белая, красная, синяя, желтая ТУ 29—02—359—70 (маркировочная) | Черные и цветные металлы, пластмасса, поверхность, окрашенная эмалями МЛ, ПФ, ХВ, ЭП, НЦ | У2 | 20 | 5 | Шелкография, штемпель, кисть, трафарет |
| 48 | | | | | |
| Краска КФ-513 синяя ТУ 6—10—1158—76 (маркировочная) | Алюминиевые и магниевые сплавы | У1 | 20 | 30 | Штемпель |
| Жестепечатные краски белая, желтая, зеленая, красная, синяя, черная ТУ 29—02—854—86 | Черные и цветные металлы, пластмасса, древесина, поверхность, окрашенная эмалями МЛ, ХВ, НЦ | У1, Т1 | 20 65 (для спирто-бензостойкости отпечатков: 125 150) | 24 3 3 1,5) | Офсетная печать, шелкография, штемпель |
| Переплетные черная, красная, синяя, белая, желтая краски ТУ 29—02—532—88 | Черные и цветные металлы, пластмасса, древесина | У1 для белой и желтой У2 для черной, красной, синей | 20 60 | 24 2 | Офсетная печать, шелкография, штемпель, кисть, трафарет, рейсфедер, перо |
| Эмаль УР-175 белая, желтая, красная, голубая, серая, черная ТУ 6—10—682—76 | Черные и цветные металлы, пластмасса, поверхность, окрашенная эмалями МЛ, ГФ, ПФ | У1, Т1 | 60 (для спирто-бензостойкости отпечатков: 60 120) | 2 7 1,5 | Перо, рейсфедер, штемпель |
| Эмали ХВ-16 ТУ 6—10—1301—83, ХВ-124 ГОСТ 10144—74, НЦ-11 ГОСТ 9198—83 различных цветов | Древесина | У1, Т1 | 20 | 1 | Пневматическое распыление через трафарет, кисть, штемпель |
| Эмаль ПФ-115 ГОСТ 6465—76 различных цветов | Древесина, поверхность, окрашенная эмалями ХС, ХВ, ЭП, МЛ, ГФ, НЦ | У1, Т1 | 20 | 24 | То же |
| Эмаль НЦ-132 ГОСТ 6631—74 различных цветов | Поверхность, окрашенная эмалями ЭП, МЛ, ГФ, ПФ | У1 | 20 | 3 | » |

Примечания. 1. Спирто-бензостойкими являются отпечатки ЭП-572, МА-514, УР-175. 2. Для придания спирто-бензостойкости отпечаткам красками ФЛ-59 и жестепечатной последние перекрываются лаками УР-231 или ЭП-730. 3. Отпечатки всеми перечисленными в таблице материалами стойки к протиранию маслом.

лексных покрытий зависят как от качества ЛКМ, так и от их сочетаемости.

Выбор систем покрытий для изделий производится в зависимости от условий эксплуатации, требований к внешнему виду покрытий и технологическим свойствам ЛКМ. Конкретная марка грунтовки при этом выбирается с учетом вида окрашиваемого металла (табл. 2.1), технических возможностей производства и экономической целесообразности. В случае выбора систем покрытий без грунтовок возможность применения покрытия для конкретного вида металлической поверхности устанавливается по табл. 2.6.

В табл. 2.8—2.17 обобщены сведения о покрытиях для металлических и неметаллических поверхностей.

Ниже раскрываются показатели, использованные в таблицах.

Условия эксплуатации — климатические условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 в умеренном, тропическом и холодном климате и условия эксплуатации в особых средах по ГОСТ 9.032—74. Обозначения условий эксплуатации в соответствии с указанными ГОСТами означают следующее:

У1, Т1, ХЛ1 — открытая атмосфера соответственно умеренного, тропического и холодного климата;

У2, Т2, ХЛ2 — эксплуатация покрытий соответственно в условиях умеренного, тропического и холодного климата под навесом или в помещениях (объемах), где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха;

УХЛ4 — эксплуатация покрытий в условиях умеренного и холодного климата в помещениях (объемах) с искусственно регулируемые климатическими условиями;

Т3 — эксплуатация покрытий в условиях тропического климата в закрытых помещениях (объемах) с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействия песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе;

4/1 — пресная вода и ее пары;

4/2 — морская вода;

6/1 — минеральные масла и смазки;

6/2 — бензин, керосин и другие нефтепродукты;

8 — температура выше 60 °С;

7/1 — агрессивные газы;

7/2 — растворы кислот и кислых солей;

7/3 — растворы щелочей и основных солей;

7/4 — растворы нейтральных солей;

9/1 — электроизоляционные покрытия.

Блеск покрытия — пределы блеска покрытий по ГОСТ 9.032—74, а именно: высокоглянцевые — более 59, глянцевые — 50÷59, полуглянцевые — 37÷49, полуматовые — 20÷36, матовые — 4÷19, глубокоматовые — 1÷3%.

Класс покрытия — максимально достигаемый класс покрытия по ГОСТ 9.032—74.

Метод нанесения — методы нанесения покрывного ЛКМ, а именно: кистью (К), пневматическим распылением (ПР), безвоздушным распылением (БР), распылением в электрополе — (ЭР), струйным обливом (СО), окунанием (О), обливом (ОБ), наливом (Н), валками (В), электроосаждением (Э), автоосаждением — (А).

Температура сушки — температурные пределы сушки покрывного ЛКМ (т. е. минимальная и максимальная температуры сушки для данного материала, при этом температура естественной сушки принимается равной 20 °С).

Продолжительность сушки — продолжительность естественной или конвективной сушки покрывного ЛКМ при температурах, указанных в графе «Температура сушки». Знак «—» в таблицах означает отсутствие данных.

Расшифровка систем покрытий дана за таблицами. Для систем покрытий, прошедших натурные испытания, приведены гарантированные сроки службы по защитным свойствам (до появления коррозионных разрушений), которые могут изменяться в сторону увеличения в зависимости от химических и технологических факторов. Для остальных систем покрытий по данным ускоренных лабораторных испытаний срок службы в умеренном и холодном климате (табл. 2.8, 2.10) составляет не менее 2-х лет, тропическом (табл. 2.9) — не менее 1 года и уточняется результатами натурных испытаний.

Из табл. 2.8—2.17 можно выбрать систему покрытия (покрывной ЛКМ, количество его слоев, а также грунтовки, сочетающиеся с данным покрывным материалом) для заданных условий эксплуатации, срока службы, класса, блеска покрытия, метода нанесения и режима сушки покрывного ЛКМ. Методы нанесения и режимы естественной и конвективной сушки грунтовок приведены в табл. 2.18.

2.2.1. Системы ЛКП для районов с умеренным климатом

В табл. 2.8 перечислены системы ЛКП для металлических поверхностей, эксплуатирующихся в районах с умеренным климатом.

Таблица 2.8. Покрyтия для металлических поверхностей, стойкие в условиях умеренного климата

| № систе- мы по- крытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Темпера- тура сушки, °С | Время сушки, мин |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------|-------|--------------------|-------------------------------|------------------------|
| 1 | Эмаль ХВ-16 | У1, У2, УХЛ4 | 4-19, 20-36 | IV | ПР, БР, К | 20, 60 | 90, 60 |
| 2 | Эмаль ХВ-16Р | То же | 4-19, 20-36 | То же | ПР, БР, К | 20, 60 | 90, 60 |
| 3 | Эмаль ХВ-110 | » | 20-36, 37-49 | III | ПР, БР, ЭР | 20, 80 | 180, 60 |
| 4 | Эмаль ХВ-113 | » | 4-19, 37-49 | III | ПР, БР, ЭР | 20, 80 | 180, 60 |
| 5 | Эмаль ХВ-124 | » | 20-36 | IV | ПР, ЭР, БР | 20, 60 | 120, 60 |
| 6 | Эмаль ХВ-179 | » | 20-36 | То же | ПР, К | 20 | 90 |
| 7 | Эмаль ХВ-238 | У2, УХЛ4 | 37-49 | III | ПР, ЭР | 20, 60 | 180, 60 |
| 8 | Эмаль ХВ-518 | У1, У2, УХЛ4 | 20-36 | IV | ПР, К | 20 | 240 |
| 9 | Эмаль ХВ-785 | То же | 20-36 | То же | ПР, БР | 20 | 60 |
| 10 | Эмаль ХВ-1100 | » | 20-36 | » | ПР, БР, ЭР | 20 | 60 |
| 11 | Эмаль ХВ-1120 | » | 4-19 | » | ПР, БР, Н | 20, 60 | 120, 60 |
| 12 | Эмаль ХВ-536 | » | 20-36 | — | ПР | 20 | 90 |
| 13 | Эмаль ХВ-774 | У2, УХЛ4 | — | IV | БР, ПР | 50 | 60 |
| 14 | Эмаль ХВ-714 | У1, У2, УХЛ4 | 4-19 | — | ПР | 20, 50 | 120, 60 |
| 15 | Эмаль ХС-119 | То же | 4-19, 20-36 | IV | ПР, ЭР, БР | 20, 75 | 90, 30 |
| 16 | Эмаль ХС-710 | » | 20-36 | То же | ПР, БР | 20 | 60 |
| 17 | Эмаль ХС-759 | » | — | — | ПР, БР | 20 | 60 |
| 18 | Эмаль ХС-781 | У2, УХЛ4 | 37-49 | IV | ПР, К | 20 | 120 |
| 19 | Эмаль ХС-1107М | У1, У2, УХЛ4 | 4-19 | То же | ПР | 20, 60 | 120, 60 |
| 20 | Эмаль ХС-1107ГМ | То же | 1-3 | » | ПР | 20, 60 | 120, 60 |
| 21 | Эмаль МЛ-12 | » | 50-59 | II | ПР, ЭР, СО | 130 | 35 |
| 22 | Эмаль МЛ-152 | » | 59 | То же | ПР, ЭР, БР, О | 80, 100 | 60, 35 |
| 23 | Эмаль МЛ-158 | » | 4-19 | » | ПР | 120 | 60 |
| 24 | Эмаль МЛ-165ПМ | » | 20-36 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 25 | Эмаль МЛ-165 | » | 37-49 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 26 | Эмаль МЛ-169 | » | 50-59 | » | ПР | 120 | 60 |
| 27 | Эмаль МЛ-197 | » | 59 | I | ПР, ЭР | 100 | 30 |
| 28 | Эмаль МЛ-242 | У2, УХЛ4 | 50-59 | II | ПР, ЭР | 100 | 60 |
| 29 | Эмаль МЛ-279 | У1, У2, УХЛ4 | 20-36 | То же | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 30 | Эмаль МЛ-283 | У2, УХЛ4 | 50-59 | » | ПР, ЭР | 100 | 60 |
| 31 | Эмаль МЛ-629 | У1, У2, УХЛ4 | 50-59 | » | ПР, Н | 140 | 60 |

52

| | | | | | | | |
|----|------------------|--------------|--------------|-------|-------------------|---------|-----------|
| 32 | Эмаль МЛ-1110 | То же | >59 | I | ПР, ЭР | 130 | 30 |
| 33 | Эмаль МЛ-1156 | » | 50-59 | II | ПР, ЭР | 80, 100 | 180, 60 |
| 34 | Эмаль МЛ-1195 | » | >59 | I | ПР | 80 | 30 |
| 35 | Эмаль АК-171 | » | 50-59 | II | ПР, ЭР | 150 | 35 |
| 36 | Эмаль АК-192 | У2, УХЛ4 | — | — | ПР | 20 | 240 |
| 37 | Эмаль АК-194 | У1, У2, УХЛ4 | 4-19 | II | ПР | 100 | 65 |
| 38 | Эмаль АК-512 | У2, УХЛ4 | 4-19 | — | ПР | 20 | 120 |
| 39 | Эмаль АК-1102 | У1, У2, УХЛ4 | 4-19 | I | ПР | 20 | 120 |
| 40 | Эмаль АК-5178М | То же | 4-19 | — | ПР | 20 | 120 |
| 41 | Лак АК-113 | » | 50-59 | — | ПР, БР | 20, 80 | 1440, 240 |
| 42 | Лак АК-113Ф | » | 50-59 | — | ПР | 20, 80 | 1440, 240 |
| 43 | Эмаль АС-131 | » | 4-19 | I | ПР | 20 | 120 |
| 44 | Эмаль АС-182 | » | 50-59 | III | ПР, ЭР, БР, СО, О | 20, 120 | 1440, 30 |
| 45 | Эмаль АС-554 | » | — | — | ПР | 20 | 1440 |
| 46 | Эмаль АС-1101 | » | 50-59 | III | ПР, ЭР, БР | 180 | 35 |
| 47 | Эмаль АС-1101М | 50-59 | 4-19 | То же | ПР, ЭР, БР | 180 | 35 |
| 48 | Эмаль АС-1115 | » | 37-49 | — | ПР, БР | 20 | 120 |
| 49 | Эмаль АС-1171Г | » | 50-59 | II | В | 280 | 4 |
| 50 | Эмаль АС-1171АГ | » | 50-59 | То же | В | 280 | 4 |
| 51 | Эмаль АС-1171ПМ | » | 20-36 | » | В | 280 | 4 |
| 52 | Эмаль АС-1171АПН | » | 20-36 | » | В | 280 | 4 |
| 53 | Лак АС-16 | » | — | — | ПР | 20 | 60 |
| 54 | Лак АС-82 | У2, УХЛ4 | 50-59 | — | ПР | 20 | 120 |
| 55 | Лак АС-176Г | У1, У2, УХЛ4 | 50-59 | — | ПР | 120 | 7 |
| 56 | Лак АС-176М | То же | 4-19 | — | ПР | 120 | 7 |
| 57 | Эмаль В-АС-1162 | » | 37-49, 50-59 | II | Э | 180 | 35 |
| 58 | Эмаль АС-730 | » | — | — | ПР, К | 20 | 120 |
| 59 | Эмаль НЦ-11 | » | >59 | I | ПР | 20 | 60 |
| 60 | Эмаль НЦ-11А | » | >59 | То же | ПР | 20 | 60 |
| 61 | Эмаль НЦ-25 | УХЛ4 | 37-49 | II | ПР, БР, Н, К | 20 | 60 |
| 62 | Эмаль НЦ-26 | То же | 50-59 | То же | ПР | 20 | 60 |
| 63 | Эмаль НЦ-27 | » | 50-59 | » | ПР | 20 | 60 |
| 64 | Эмаль НЦ-132П | У1, У2, УХЛ4 | 37-49 | III | ПР | 20, 60 | 180, 20 |
| 65 | Эмаль НЦ-132К | То же | 37-49 | IV | БР, К | 20 | 180 |
| 66 | Эмаль НЦ-170 | УХЛ4 | 20-36 | III | ПР | 20 | 1440 |
| 67 | Эмаль НЦ-184 | У1, У2, УХЛ4 | >59 | II | ПР | 20 | 60 |
| 68 | Эмаль НЦ-216 | У2, УХЛ4 | — | — | ПР | 20 | 60 |

53

| № систе- мы по- крытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Темпера- тура сушки, °С | Время сушки, мин |
|------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------|-------|-------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 69 | Эмаль НЦ-217 | То же | — | — | ПР | 20 | 60 |
| 70 | Эмаль НЦ-221 | » | 37—49 | III | ПР | 20 | 1440 |
| 71 | Эмаль НЦ-246 | » | 20—36 | То же | ПР, БР | 20 | 60 |
| 72 | Эмаль НЦ-256 | » | 50—59 | II | ПР, БР | 20 | 60 |
| 73 | Эмаль НЦ-257М | УХЛ4 | 4—19 | — | ПР, Н | 20 | 60 |
| 74 | Эмаль НЦ-262 | У2, УХЛ4 | 37—49, 50—59 | III | ПР | 20, 60 | 1440, 60 |
| 75 | Эмаль НЦ-273 | То же | 37—49 | То же | ПР | 20 | 960 |
| 76 | Эмаль НЦ-280 | » | 50—59 | » | ПР | 20 | 60 |
| 77 | Эмаль НЦ-929 | УХЛ4 | 50—59 | — | О, ОБ | 20 | 60 |
| 78 | Эмаль НЦ-1104 | То же | — | — | ПР | 60 | 120 |
| 79 | Эмаль НЦ-1125 | У1, У2, УХЛ4 | 20—36, 37—49 | — | ПР | 20 | 60 |
| 80 | Эмаль НЦ-1200 | То же | 37—49 | III | ПР, БР, К | 20 | 180 |
| 81 | Эмаль НЦ-5123 | У2, УХЛ4 | 20—36, 37—49 | II | ПР, О | 20 | 60 |
| 82 | Лак НЦ-62 | УХЛ4 | — | — | ПР, Н | 20 | 20 |
| 83 | Лак НЦ-134 с алюминиевой пудрой | У2, УХЛ4 | 37—49 | IV | ПР | 20 | 60 |
| 84 | Лак НЦ-286 | УХЛ4 | — | — | ПР | 20 | 60 |
| 85 | Эмаль В-ПЭ-1179 | У1, У2, УХЛ4 | 50—59, >59 | II | ПР, БР, ЭР | 130 | 30 |
| 86 | Эмаль ПФ-19 | То же | 37—49 | III | ПР, К | 20, 75 | 2880, 180 |
| 87 | Эмаль ПФ-19М | » | 4—19 | То же | ПР, К | 20, 75 | 1800, 180 |
| 88 | Эмаль ПФ-115 | » | 50—59, >59 | » | ПР, ЭР—БР | 20, 110 | 1440, 60 |
| 89 | Эмаль ПФ-133 | » | 50—59, >59 | » | ПР, ЭР, БР, СО, О, К | 20, 80 | 1440, 90 |
| 90 | Эмаль ПФ-137 | » | 50—59 | » | ПР, К | 20, 100 | 2880, 60 |
| 91 | Эмаль ПФ-163 | » | 50—59 | II | ПР, ЭР, О, К | 100 | 150 |
| 92 | Эмаль ПФ-167 | » | 50—59 | — | ПР, К, В | 20 | 1440 |
| 93 | Эмаль ПФ-178 | У2, УХЛ4 | 20—36 | II | ПР, О, К | 120 | 60 |
| 94 | Эмаль ПФ-188 | У1, У2, УХЛ4 | 50—59 | III | ПР, БР, Л | 20, 90 | 1440, 90 |
| 95 | Эмаль ПФ-218ГС | У2, УХЛ4 | 4—19 | То же | ПР, К, О, В, БР | 110 | 240 |
| 96 | Эмаль ПФ-218ХС | То же | 4—19 | » | ПР, К, О, В, БР | 20, 100 | 1440, 240 |
| 97 | Эмаль ПФ-223 | У2, УХЛ4 | 37—49 | II | ПР, ЭР, К, О, БР | 20, 80 | 1800, 180 |
| 98 | Эмаль ПФ-241ПМ | То же | 20—36 | III | ПР, О, К | 150 | 120 |

54

| | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|--------------|------------------------|-------|------------------|----------|-----------|
| 99 | Эмаль ПФ-241М | » | 4—19 | То же | ПР, О, К | 150 | 90 |
| 100 | Эмаль ПФ-241ГМ | » | 1—3 | » | ПР, О, К | 150 | 90 |
| 101 | Эмаль ПФ-837 | У1, У2, УХЛ4 | 37—49 | IV | ПР, О, К | 150 | 60 |
| 102 | Эмаль ПФ-1126 | То же | >59 | II | ПР, О, К, СО | 20, 130 | 480, 10 |
| 103 | Эмаль ПФ-1145 | » | 20—36 | — | ПР, К, В | 20 | 1440 |
| 104 | Эмаль ПФ-1147ВЭ | » | 37—49 | III | ПР, О | 20, 80 | 2880, 50 |
| 105 | Эмаль ПФ-1189 | » | 20—36, 37—49 | — | ПР, БР, К | 20 | 240 |
| 106 | Эмаль ПФ-1217ВЭ | УХЛ4 | 37—49 | — | ПР, К, В | 20 | 1440 |
| 107 | Лак ПФ-170 с алюминиевой пудрой | У1, У2, УХЛ4 | 37—49 | IV | ПР, БР, О, Н, К | 20, 150 | 2880, 60 |
| 108 | Лак ПФ-170 | То же | 37—49 | То же | ПР, БР, О, Н, К | 20, 150 | 2880, 60 |
| 109 | Лак ПФ-171 с алюминиевой пудрой | » | — | — | ПР, К, О | 20, 95 | 2880, 180 |
| 110 | Лак ПФ-171 | » | — | — | ПР, К, О | 20, 95 | 2880, 180 |
| 111 | Эмаль ГФ-92ГС | У2, УХЛ4 | 50—59 | — | ПР, ЭР, БР, О, Н | 20, 110 | 1440, 180 |
| 112 | Эмаль ГФ-92ХС | То же | 50—59 | — | ПР, ЭР, БР, О, Н | 20 | 1440 |
| 113 | Эмаль ГФ-156 | У1, У2, УХЛ4 | 50—59 | — | ПР, К | 20 | 1440 |
| 114 | Эмаль ГФ-162 | УХЛ4 | 4—19, 37—49 | — | ПР, ЭР, БР, О, К | 20, 110 | 1440, 35 |
| 115 | Эмаль ГФ-230ВЭ | У2, УХЛ4 | 20—36, 37—49, 50—59 | III | ПР, К, В | 20 | 1440 |
| 116 | Эмаль ГФ-245 | То же | 20—36 | То же | ПР, ЭР, К, О | 20, 80 | 1440, 150 |
| 117 | Эмаль ГФ-820 | У1, У2, УХЛ4 | 37—49 | IV | ПР | 150 | 120 |
| 118 | Эмаль ГФ-1147ВЭ | То же | 37—49 | III | ПР, О | 20, 90 | 2880, 50 |
| 119 | Эмаль ГФ-1151 | » | 37—49 | То же | ПР, О | 100 | 60 |
| 120 | Эмаль ГФ-1426 | У1, У2, УХЛ4 | 50—59 | » | ПР, ЭР, БР | 20, 100 | 1440, 180 |
| 121 | Лак ГФ-95 | У2, УХЛ4 | 50—59 | — | ПР, БР, О | 110, 150 | 120, 60 |
| 122 | Лак ГФ-95 с алюминиевой пудрой | У1, У2, УХЛ4 | 37—49 | IV | ПР, БР | 110, 150 | 120, 60 |
| 123 | Эмаль ЭТ-199 | То же | 50—59 | II | ПР, СО, О, К | 20, 80 | 1440, 90 |
| 124 | Эмаль МА-224 | У2, УХЛ4 | 20—36 | IV | ПР | 80, 160 | 720, 120 |
| 125 | Эмаль КФ-248 | У1, У2, УХЛ4 | 4—19 | То же | ПР | 60 | 240 |
| 126 | Лак БТ-142 | То же | — | » | К, ПР | 120 | 120 |

55

| № системы покрытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|-------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| 127 | Краска БТ-177 | У1, У2, УХЛ4 | 37—49 | IV | ПР, К | 20, 110 | 960, 30 |
| 128 | Лак БТ-577 | У2, УХЛ4 | 50—59 | — | ПР, БР, ЭР, СО, К, Н, О | 20, 100 | 1440, 20 |
| 129 | Эмаль БТ-1141 | У1, У2, УХЛ4 | 50—59 | — | ПР, ЭР, О, К | 100 | 40 |
| 130 | Эмаль ФЛ-61 | У2, УХЛ4 | 4—19 | — | ПР, К | 20 | 120 |
| 131 | Эмаль ФЛ-511 | У1, У2, УХЛ4 | 37—49 | — | ПР, ЭР | 170 | 20 |
| 132 | Эмаль ФЛ-687 | У2, УХЛ4 | 37—49 | — | ПР, Н | 180 | 30 |
| 133 | Эмаль В-ФЛ-1199 | То же | 50—59 | — | ПР, О | 180 | 30 |
| 134 | Лак ФЛ-582 | » | — | — | ПР, О, Н | 20, 120 | 1440, 120 |
| 135 | Эмаль ВЛ-515 | » | 4—19 | III | ПР | 20, 120 | 1440, 60 |
| 136 | Краска П-ВЛ-212 | » | — | — | ЭР | 250 | 5 |
| 137 | Эмаль КО-88 | У1, У2, УХЛ4 | 37—49 | III | ПР | 150 | 120 |
| 138 | Эмаль КО-811 | У2, УХЛ4 | 20—36, 37—49 | То же | ПР | 200 | 120 |
| 139 | Эмаль КО-811К | То же | 20—36, 37—49 | То же | ПР | 200 | 120 |
| 140 | Эмаль КО-813 | У1, У2, УХЛ4 | 37—49 | IV | ПР | 150 | 120 |
| 141 | Эмаль УР-1128 | То же | 50—59 | II | ПР, ЭР, БР, К | 20, 80 | 360, 30 |
| 142 | Эмаль УР-1154 | У2, УХЛ4 | — | — | Э | 180 | 30 |
| 143 | Лак УР-231 | То же | — | — | ПР | 20, 80 | 540, 180 |
| 144 | Эмаль ЭП-51 | » | 37—49 | II | ПР, Н, К | 20, 80 | 180, 90 |
| 145 | Эмаль ЭП-91 | » | — | То же | ПР, О, К, ЭР | 190 | 90 |
| 146 | Эмаль ЭП-140 | » | 37—49 | » | ПР, К, Н | 20, 90 | 360, 120 |
| 147 | Эмаль ЭП-148 | » | 50—59 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 148 | Эмаль ЭП-191 | » | 50—59 | III | ПР, Н | 60 | 180 |
| 149 | Эмаль ЭП-255 | » | 30—36 | II | ПР | 20 | 360 |
| 150 | Эмаль ЭП-274 | » | 37—49, 50—59 | То же | ПР, К, О | 150 | 60 |
| 151 | Эмаль ЭП-275 | » | 20—36 | » | ПР | 20, 80 | 300, 180 |
| 56 | | | | | | | |
| 152 | Эмаль Б-ЭП-421 | » | 37—49, 50—59 | — | БР, К | 20 | 2160 |
| 153 | Эмаль ЭП-525 | То же | 4—19, 20—36 | III | ПР, БР, К, ЭР | 20, 120 | 1440, 60 |
| 154 | Эмаль ЭП-525П | » | 4—19 | То же | ПР | 110 | 120 |
| 155 | Эмаль ЭП-567 | » | 20—36 | — | ПР | 140 | 60 |
| 156 | Лак ЭП-730 | » | 50—59 | — | ПР, О, Н, К | 150 | 60 |
| 157 | Эмаль ЭП-711 | » | 37—49 | IV | ПР | 20, 160 | 1440, 60 |
| 158 | Эмаль ЭП-569 | » | 50—59 | — | ПР, БР | 20 | 1440 |
| 159 | Эмаль ЭП-574 | » | 50—59 | IV | ПР | 20 | 4320 |
| 160 | Эмаль ЭП-575 | » | — | — | ПР | 20, 60 | 1440, 300 |
| 161 | Эмаль ЭП-716 | » | 4—19, 20—36, 37—49 | II | ПР | 20, 70 | 1440, 120 |
| 162 | Эмаль ЭП-773 | » | 20—36 | То же | ПР, ЭР, К | 20, 120 | 1440, 120 |
| 163 | Эмаль ЭП-1155 | » | 37—49 | III | ПР, К | 20, 80 | 1440, 90 |
| 164 | Эмаль ЭП-2114 | » | 4—19, 20—36 | — | ПР, К | 130 | 90 |
| 165 | Эмаль В-ЭП-2100 | » | 37—49, 50—59 | III | Э | 155 | 30 |
| 166 | Краска П-ЭП-45 | » | 50—59 | То же | ЭР | 180, 200 | 30, 20 |
| 167 | Краска П-ЭП-177 | То же | 50—59 | То же | ЭР | 180 | 60 |
| 168 | Краска П-ЭП-177(ОН) | » | 50—59 | » | ЭР | 180 | 60 |
| 169 | Краска П-ЭП-219 | » | 50—59 | » | ЭР | 180, 200 | 60, 30 |
| 170 | Краска П-ЭП-219(ОН) | » | 50—59 | » | ЭР | 180, 200 | 60, 30 |
| 171 | Эмаль ЭФ-1118ПГ | » | 37—49 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 172 | Эмаль ЭФ-1118ПМ | » | 20—36 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 173 | Эмаль ЭФ-1118М | » | 4—19 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 174 | Эмаль КЧ-190 | » | 37—49 | IV | ПР, О | 20 | 240 |
| 175 | Эмаль МЧ-123 | У1, У2, УХЛ4 | 20—36, 37—49 | III | ПР, ЭР, О, ОБ | 110, 150 | 30, 12 |
| 176 | Эмаль МЧ-145 | То же | 37—49, 50—59 | То же | ПР, О, ЭР | 70 | 50 |
| 177 | Эмаль МЧ-240 | У2, УХЛ4 | 50—59 | II | ПР, ЭР | 130 | 60 |
| 178 | Эмаль МЧ-240ПМ | То же | 20—36 | То же | ПР, ЭР | 130 | 60 |
| 179 | Эмаль МЧ-240М | » | 4—19 | » | ПР, ЭР | 130 | 60 |
| 180 | Эмаль МЧ-277 | » | 37—49 | » | ПР | 120 | 60 |
| 181 | Эмаль ФА-5104 | У1, У2, УХЛ4 | — | — | ПР, ЭР | 90 | 10 |

*Системы покрытий для металлических поверхностей,
стойких в условиях умеренного климата (к табл. 2.8)*

| № системы по табл. 2.8 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|---|------------------|---|
| 1 | XB-16 (6) | 3—4 | ГФ-0119, ГФ-0163, ГФ-032, ГФ-031, ГФ-021, ГФ-017, ПФ-0142, ПФ-020, ПФ-033, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, В-КФ-093, XB-050, XC-010, XC-068, XC-059, АК-070, АК-069, КФ-030, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), В-МЛ-0143, ВД-КЧ-0178 |
| 2 | XB-16P | 3—4 | То же |
| 3 | XB-110 (4; по фосфатированной поверхности с ГФ-0119—5) | 2—3 | ГФ-021, ГФ-0119, ГФ-032, ГФ-0163, ПФ-020, ПФ-0142, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, XB-050, XC-010, XC-068, XC-059, АК-070, АК-069, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 |
| 4 | XB-113 | 2—3 | То же |
| 5 | XB-124 | 3—4 | То же, что и для № 1 |
| 6 | XB-179 | 3—4 | То же, кроме ГФ-017, ПФ-033, В-КФ-093, КФ-030 |
| 7 | XB-238 | 2—3 | XB-050, XC-010, XC-068, XC-059, АК-070, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с сальниковой пудрой), В-МЛ-0143 |
| 8 | XB-518 | 2—3 | То же, что и для № 1, кроме ГФ-017, ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ВД-КЧ-0178, В-МЛ-0143 |
| 9 | XB-785 | 2—3 | XB-050, XC-010, XC-068, XC-059, АК-070, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой) |
| 10 | XB-1100 (3) | 2—3 | То же, что и для № 1, кроме ГФ-017, ПФ-033, ФЛ-086, В-КФ-093, В-МЛ-0143, ВД-КЧ-0178 |
| 11 | XB-1120 | 2—3 | XC-068, XC-010, XC-059, XB-050, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ГФ-021, ГФ-0163, ГФ-0119, ПФ-020, АК-070, АК-069, ФЛ-086, ФЛ-086, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой) |
| 12 | XB-536 | 2 | ФЛ-086+АК-070, АК-069, АК-070, ВЛ-023, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 13 | XB-774 | 2—3 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, XC-010, XC-068, XC-059, АК-070 |
| 14 | XB-714 | 2—3 | То же |
| 15 | XC-119 | 2—3 | ГФ-021, ГФ-0119, ГФ-0163, ГФ-031, ГФ-032, ПФ-020, ПФ-0142, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, XB-050, XC-068, XC-010, XC-059, АК-070, ЭП-057, КФ-030, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой) |

| № системы по табл. 2.8 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|--|------------------|---|
| 16 | XC-710 | 3 | AK-070, XC-010, XC-068, XC-059, XC-077, XB-050, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ГФ-031, ГФ-032 |
| 17 | XC-759 | 2—3 | XC-068, XC-010, XC-059, XB-050, AK-070, AK-069, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ПФ-020, ГФ-032, ГФ-031 |
| 18 | XC-781 | 2—3 | XB-050, XC-068, XC-059, XC-010, AK-070, AK-069, ГФ-021, ГФ-0163, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 19 | XC-1107M | 3 | XB-050, XC-068, XC-059, XC-010, AK-070, AK-069, ГФ-032, ГФ-0163, ГФ-021, ФЛ-03Ж, ФЛ-03К, ФЛ-086, ЭФ-0137, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 20 | XC-1107GM | 3 | То же |
| 21 | МЛ-12 (3) | 2 | ГФ-017, ГФ-018, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0163, ГФ-0119, ГФ-021, ГФ-073, ПФ-020, ПФ-033, ПФ-0142, ПФ-078, КФ-030, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, AK-070, ЭФ-021, ЭФ-0137, ЭП-09Т, ЭП-0156, ЭП-076, ЭП-0228, В-КФ-093, В-КЧ-0207, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, В-МА-0220, В-ЭФ-0153, В-АУ-0150, ПЛ-0213, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ВД-КЧ-0178, В-ЭП-0190, В-ФЛ-1199, В-ФЛ-1199Э, В-МА-1232 |
| 22 | МЛ-152 | 2 | То же |
| 23 | МЛ-158 | 2 | То же, кроме В-ЭФ-0153 |
| 24 | МЛ-165ПМ (3) | 1 | То же, что и для № 21 + подслоя из эмалей МЛ, ПФ, ГФ |
| 25 | МЛ-165 | 1 | То же |
| 26 | МЛ-169 | 1 | МЛ-064+ГФ-017, ГФ-021, Ф-0119, В-КФ-093, В-КЧ-0207, ФЛ-03К |
| 27 | МЛ-197 (4; по фосфатирующей поверхности, В-КФ-093, В-КЧ-0207 и промежуточным слоем ЭП-0228-5) | 2 | То же, что и для № 21 |
| 28 | МЛ-242 | 2 | МЧ-042 |
| 29 | МЛ-279 | 2—3 | То же, что и для № 21 |
| 30 | МЛ-283 | 2 | — |
| 31 | МЛ-629 | 1 | МЛ-029 |

| № системы по табл. 2.8 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|--|------------------|---|
| 32 | МЛ-1110 (4; по фосфатированной поверхности, В-КФ-093, В-КЧ-0207 и промежуточным слоем ГФ-571 или ЭП-0228—5) | 2 | То же, что и для № 21 |
| 33 | МЛ-1156 (4) | 2 | То же, что и для № 21 |
| 34 | МЛ-1159 | 2 | ГФ-021, ГФ-0119, ПФ-0142 |
| 35 | АК-171 | 2 | МЧ-042, ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0163, ГФ-0119, ЭП-09Т, ЭФ-0121, ЭФ-0137, АК-070, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, В-КФ-093, ВЛ-02 |
| 36 | АК-192 | 2—3 | ГФ-017, ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0119, ГФ-0163, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, В-КФ-093, АК-070, ЭП-09Т, ЭП-0010, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), В-МА-1232 |
| 37 | АК-194 | 3 | ГФ-017, ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0163, ГФ-0119, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, АК-070, ЭП-09Т, В-КФ-093, ЭФ-0137, ЭФ-0121, ЭП-0010, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), В-МА-1232 |
| 38 | АК-512 | 2—3 | АК-070, ВЛ-02 |
| 39 | АК-1102 | 3 | То же, что и для № 37 |
| 40 | АК-5178М | 2—3 | То же |
| 41 | АК-113 | 3 | — |
| 42 | АК-113Ф | 3 | — |
| 43 | АС-131 | 3—4 | ГФ-032, ГФ-0119, ПФ-020, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, В-КФ-093, ЭП-09Т, ЭП-0010, АК-070, АК-069, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 44 | АС-182 (4; по фосфатированной поверхности с грунтовками—5) | 2 | ГФ-017, ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0163, ГФ-0119, ПФ-0142, ПФ-020, ПФ-033, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, В-КФ-093, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, ЭП-09Т, АК-070, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ВД-КЧ-0178, В-КЧ-0178, В-КЧ-0207, В-МА-1232 |

| № системы по табл. 2.8 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|------------------------------|--|---|
| 45 | АС-554 | 3 +2 слоя АС-559 бе- лой или АС-071 или МЛ-12, МЛ-152 с пе- рекрытием двумя слоя- ми лака АС-528 | АЛ-02, ВЛ-03, АК-070, АК-069, АС-071 |
| 46 | АС-1101 | 2 | — |
| 47 | АС-1101М | 2 | — |
| 48 | АС-1115 | 2 | АК-070, АК-069, ВЛ-02 (с алюми- ниевой пудрой), ВЛ-023 (с алюми- ниевой пудрой) |
| 49 | АС-1171Г | 1 | ЭП-0200 |
| 50 | АС-1171АГ | 1 | То же |
| 51 | АС-1171ПМ | 1 | » |
| 52 | АС-117АПМ | 1 | » |
| 53 | АС-16 | 3—4 | — |
| 54 | АС-82 | 3 | — |
| 55 | АС-176Г | 3 | — |
| 56 | АС-176М | 3 | — |
| 57 | В-АС-1162 | 1 | — |
| 58 | АС-730 | 1 | ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), АК-070 |
| 59 | НЦ-11 | 3—5 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж; ФЛ-086, ГФ-017, ГФ-032, ГФ-031, ГФ-0163, ГФ-0119, ПФ-020, ПФ-033, ПФ-0142, АК-070, КФ-030, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 60 | НЦ-11А | 3—5 | То же |
| 61 | НЦ-25 | 2 | ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0163; ГФ-0119, ПФ-029, ПФ-0142, АК-070, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, КФ-030, ВЛ-02, ВЛ-023 |
| 62 | НЦ-26 | 2—3 | То же |
| 63 | НЦ-27 | 2—3 | ГФ-021, ГФ-032, ГФ-0163, ФЛ-03К, ПФ-020 |
| 64 | НЦ-132П | 2—3 | То же, что и для № 61 (для УХЛ4 возможно покрытие без грунтовки) |
| 65 | НЦ-132К | 2 | То же |
| 66 | НЦ-170 | 2 | То же, что и для № 61 |
| 67 | НЦ-184 | 2 | То же |
| 68 | НЦ-216 | 2—3 | » |
| 69 | НЦ-217 | 2—3 | » |

| № системы по табл. 2.8 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|--|------------------|---|
| 70 | НЦ-221 | 2 | Под слой НЦ-132 + ПФ-020, ПФ-0142, ГФ-021, ГФ-0163, ГФ-0119, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-073, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, АК-070, КФ-030, ВЛ-02 |
| 71 | НЦ-246 | 2 | То же, что и для № 61, кроме ВЛ-023 |
| 72 | НЦ-256 | 2 | То же |
| 73 | НЦ-257М | 3 | — |
| 74 | НЦ-262 | 2 | То же, что и для № 71 |
| 75 | НЦ-273 | 2 | То же (для УХЛ4 возможно покрытие без грунтовки) |
| 76 | НЦ-280 | 2 | ГФ-017, ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0163, ГФ-0119, ГФ-073, ПФ-020, ПФ-033, ПФ-0142, АК-070, КФ-030, ВЛ-02, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж |
| 77 | НЦ-929 | 2 | ГФ-021, ГФ-032, ГФ-0163, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, без грунтовки |
| 78 | НЦ-1104 | 2 | ГФ-0163, ГФ-032, ГФ-021, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ПФ-020, ГФ-031 |
| 79 | НЦ-1125 | 3 | То же, что и для № 76 и ФЛ-086 |
| 80 | НЦ-1200 | 3 | То же |
| 81 | НЦ-5123 | 2 | ГФ-021, ГФ-032, ГФ-0163, ГФ-031, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ПФ-020, без грунтовки |
| 82 | НЦ-62 | 2 | — |
| 83 | НЦ-134 с алюминиевой пудрой | 2—3 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ПФ-020, ГФ-0119, ГФ-032, ГФ-031, ГФ-021, ГФ-0163, АК-070, КФ-030, ВЛ-02, ВЛ-023, для УХЛ4 — без грунтовки |
| 84 | НЦ-286 | 2 | ПФ-020, ГФ-021, ГФ-0163, ГФ-0119, ГФ-032, ФЛ-03Ж, АК-070, без грунтовки |
| 85 | В-ПЭ-1179 (4; по фосфати- рованной поверхно- сти с В-КФ-093, В-КЧ-0207 с про- межуточным слоем ГФ-571, В-ЭФ-0153—5) | 2 | ГФ-017, ГФ-018, ГФ-0119, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, В-КФ-093, В-КЧ-0207; В-МЛ-0143, В-ЭФ-0153 |
| 86 | ПФ-19 | 2 | ГФ-017, ГФ-021, ГФ-032, ГФ-031, ГФ-0119, ГФ-0163, ПФ-020, ПФ-033, ПФ-0142, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, КФ-030, ЭФ-0121, ЭП-09Т, АК-070, МС-067, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), В-КФ-093, УРФ-0106, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, В-МА-0220, ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ВД-КЧ-0178, В-МА-1232 |

| № системы по табл. 2.8 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|--|-------------------------------------|---|
| 87 | ПФ-19М | 2 | То же |
| 88 | ПФ-115 | 2 | » |
| | (4) | | |
| 89 | ПФ-133 | 2 | » |
| | (3) | | |
| 90 | ПФ-137 | 2 | » |
| 91 | ПФ-163 | 2 | » |
| 92 | ПФ-167 | 2 | ГФ-017, ГФ-0119, ГФ-032, ГФ-0163, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, В-КФ-093, ПФ-020, ЭФ-0117, ВЛ-02, для УХЛ4 — без грунтовки |
| 93 | ПФ-178 | 2 | То же, что и для № 86, кроме ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой); ВД-КЧ-0178, В-МА-1232 |
| 94 | ПФ-188 (4: по фосфатированной поверхности с грунтовыми—5) | 2 | То же, что и для № 86 |
| 95 | ПФ-218ГС (4) | 2 | То же |
| 96 | ПФ-218ХС (2 слоя — 2; 3 слоя — 3) | 2—3 | » |
| 97 | ПФ-223 | 2 | То же, кроме ПФ-033, ЭФ-0121 |
| 98 | ПФ-241ПМ | 2 | То же, что и для № 86 |
| 99 | ПФ-241М | 2 | То же |
| 100 | То же | 2 | » |
| 101 | ПФ-837 | 2 | ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0163, ГФ-0119, ПФ-020, ПФ-033, ПФ-0142, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, КФ-030, АК-070, В-КФ-093, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| | | (для УХЛ4 допускается 1 слой) | |
| 102 | ГФ-1126 | 2 | То же, что и для № 86 |
| 103 | ПФ-1145 | 2 | ЭФ-065 |
| 104 | ПФ-1147ВЭ | 2 | ГФ-031, ГФ-032, ГФ-021, ГФ-0163, ГФ-0119, ПФ-020, ПФ-033, ПФ-0142, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, КФ-030, АК-070, В-КФ-093, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 105 | ПФ-1189 | 2 | — |
| 106 | ПФ-1217ВЭ | 1 | — |
| 107 | ПФ-170 с алюминиевой пудрой | 2 | ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0163, ГФ-0119, ПФ-020, ПФ-033, ПФ-0142, АК-070, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, В-КФ-093, КФ-030, ВЛ-02, ВЛ-023 |
| 108 | ПФ-170 | 2 | Без грунтовок (цветной металл) |
| 109 | ПФ-171 с алюминиевой пудрой | 2 | То же, что и для № 107 |

| № системы по табл. 2.8 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|------------------------------|------------------|--|
| 110 | ПФ-171 | 2 | Без грунтовки (цветной металл) |
| 111 | ПФ-92ГС | 2 | ГФ-017, ГФ-021, ГФ-032, ГФ-0163, ПФ-020, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, В-КФ-093, ВЛ-02, КФ-030 |
| 112 | ГФ-092ХС | 2 | То же |
| 113 | ГФ-156 | 2 | ГФ-021, ГФ-032, ГФ-0163, ФЛ-03К, ПФ-020 |
| 114 | ГФ-162 | 2 | — |
| 115 | ГФ-230ВЭ | 2 | ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0119, ГФ-0163, ПФ-020, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ЭФ-0121, АК-070, КФ-030, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 116 | ГФ-245 | 2 | То же и ГФ-017, ПФ-033, ПФ-0142, ЭФ-0137, В-КФ-093 |
| 117 | ГФ-820 | 2 | То же, что и для № 115 и ГФ-017, ПФ-033, ПФ-0142, ВД-КЧ-0178 |
| 118 | ГФ-1147ВЭ | 2 | ГФ-017, ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0119, ГФ-0163, ПФ-020, ПФ-033, ПФ-0142, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, КФ-030 |
| 119 | ГФ-1151 | 2 | То же и АК-070, В-КФ-093, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВД-КЧ-0178 |
| 120 | ГФ-1426 | 2 | То же, что и для № 118, и ЭФ-0121, ЭФ-0137, АК-070, ВЛ-02 с алюминиевой пудрой, В-КФ-093, ВД-КЧ-0178 |
| 121 | ГФ-96 | 2 | — |
| 122 | ГФ-95 с алюминиевой пудрой | 2 | То же, что и для № 120 и ВЛ-02, ВЛ-023 |
| 123 | ЭГ-199 (4) | 2 | ГФ-017, ГФ-0163, ГФ-0119, ГФ-032, ГФ-031, ГФ-021, ПФ-033, ПФ-020, ПФ-0142, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, В-КФ-093, В-МЛ-0143, АК-070, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), В-МА-1232 |
| 124 | МА-224 | 1 | ГФ-0119, ГФ-021, ГФ-0163, ГФ-017, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-073, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ПФ-020, ПФ-033, ПФ-0142, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, В-КФ-093, В-МЛ-0160, КФ-030, ВЛ-02 |
| 125 | КФ-242 | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0119, ГФ-0163 |
| 126 | БТ-142 с алюминиевой пудрой | 2 | — |
| 127 | БТ-177 | 2 | — |
| 128 | БТ-577 | 2 | — |
| 129 | БТ-1141 | 2 | — |
| 130 | ФЛ-61 | 2—3 | — |
| 131 | ФЛ-511 | 2 | — |

| № системы по табл. 2.8 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| 132 | ФЛ-687 | 2—3 | ФЛ-087 |
| 133 | В-ФЛ-1199 | 2 | ГФ-017, ГФ-021, НФ-0119, ПФ-033, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, В-КФ-093, В-КЧ-0207, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, Э-ЭП-0190, без грунтовок |
| 134 | ФЛ-582 | 2—3 | — |
| 135 | ВЛ-515 | 4 | ВЛ-02, ВЛ-023, без грунтовок |
| 136 | П-ВЛ-212 | 2 | — |
| 137 | КО-88 | 2 | ГФ-021, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-0119, ГФ-0163, ПФ-020, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, КФ-030, ВЛ-02 с алю- миниевой пудрой |
| 138 | КО-811 | 2 | То же |
| 139 | КО-811К | 2 | » |
| 140 | КО-813 | 2 | » |
| 141 | УР-1128 | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ГФ-017, ГФ-021, ГФ-0119, ГФ-0163, УРФ-0106, УРФ-0110, ЭФ-0121, МС-067, ПФ-020, В-КФ-093, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 142 | УР-1154 | 1 | — |
| 143 | УР-231 | 2—3 | — |
| 144 | ЭП-51 | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ПФ-020, ГФ-031, ГФ-032, ЭП-09Т, ЭП-057, ЭП-076, ЭП-0156, ЭП-0010, АК-070, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой); ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-КЧ-0178 |
| 145 | ЭП-91 | 2 | АК-070, ЭП-09Т, ЭП-057, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023, без грунтовок |
| 146 | ЭП-140 | 2 | АК-070, ЭП-09Т, ЭП-076, ЭП-057, ЭП-0156, ЭП-0010, АК-069, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВА-023 (с алюминиевой пудрой) |
| 147 | ЭП-148 | 2 | МЧ-042, АК-070, ЭП-09Т, ЭП-057, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023, без грунтовок |
| 148 | ЭП-191 | 2—3 | АК-070, АК-069, ФЛ-03К, ГФ-032, ГФ-017, ЭП-09Т, ВЛ-02, ВЛ-023 |
| 149 | ЭП-255 | 2 | АК-070, ЭП-09Т, ЭП-076, ЭП-057, ГФ-031, ГФ-017, ГФ-018, ГФ-021, ГФ-0119, ФЛ-03К, ПФ-020, ПФ-033, ЭФ-0137, ВЛ-023, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 150 | ЭП-274 | 2 | ГФ-0163, ГФ-0119, ГФ-031, ГФ-032, ПФ-020, ПФ-0142, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ЭП-09Т, ЭП-0156, ЭП-057, ЭП-076, ЭП-00101, АК-070, В-КФ-093, ЭФ-0137, ЭФ-0121, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой) |

| № системы по табл. 2.8 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| 151 | ЭП-275 | 2 | АК-069, АК-070, ЭП-09Т, ЭП-076, ЭП-057, ЭП-0156, ЭП-0010, ЭФ-0121, ЭФ-0137, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой) |
| 152 | Б-ЭП-421 | 1—2 | Б-ЭА-0126 |
| 153 | ЭП-525 | 2 | То же, что и для № 151, кроме ЭФ-0137, ЭФ-0121 |
| 154 | ЭП-525П | 2 | То же |
| 155 | ЭП-567 | 2 | » |
| 156 | ЭП-730 | 3 | — |
| 157 | ЭП-711 | 2 | АК-070, ЭП-057, ЭП-0010, ВЛ-02, ВЛ-023, без грунтовки |
| 158 | ЭП-569 | 2 | — |
| 159 | ЭП-574 | 2 | ВЛ-02, без грунтовки |
| 160 | ЭП-572 | 2 | То же, что и для № 153 |
| 161 | ЭП-716 | 2 | АК-070, ЭП-09Т, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж |
| 162 | ЭП-773 | 2—3 | ЭП-09Т, ЭП-076, ЭП-0156, ЭП-057, ЭП-0010, АК-070, ВЛ-02, ВЛ-023, В-МА-1232, без грунтовки |
| 163 | ЭП-1155 | 2 | ЭП-057, ЭП-0010, без грунтовки |
| 164 | ЭП-2114 | 2 | ЭП-0156, ЭП-09Т, ЭП-076, ЭП-057, АК-070 |
| 165 | В-ЭП-2100 | 1 | — |
| 166 | П-ЭП-45 | 1 | — |
| 167 | П-ЭП-177 | 1 | — |
| 168 | П-ЭП-177(ОН) | 1 | — |
| 169 | П-ЭП-219 | 1 | — |
| 170 | П-ЭП-219(ЛН) | 1 | — |
| 171 | ЭФ-1118ПГ | 2 | ФЛ-03Ж, ФЛ-03К, ЭФ-0137, ГФ-017, КФ-030, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 |
| 172 | ЭФ-1118ПМ | 2 | То же |
| 173 | ЭФ-1118М | 2 | » |
| 174 | КЧ-190 | 2 | В-КФ-093, без грунтовки |
| 175 | МЧ-123 | 2 | — |
| 176 | МЧ-145 | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, В-КФ-093, В-КЧ-0207, ГФ-017, В-МЛ-0143 |
| 177 | МЧ-240 | 2—3 | ГФ-0119, ГФ-021, ГФ-017, ГФ-018, ГФ-0163, ГФ-031, ГФ-032, ПФ-020, ПФ-0142, ПФ-033, ЭФ-0121, ЭФ-0137, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, В-МЛ-0143, В-КФ-093, КФ-030, ЭП-09Т, ЭП-076, АК-070, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 178 | МЧ-240ПМ | 2—3 | То же |
| 179 | МЧ-240М | 2—3 | » |
| 180 | МЧ-277 | 2—3 | АК-070, ЭП-09Т, ЭП-076, ГФ-032, ГФ-031, ГФ-0119, ГФ-021, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 181 | ФЛ-5104 | 2 | В-КФ-093 |

2.2.2. Системы ЛКП для районов с тропическим климатом

В табл. 2.9 приведены системы ЛКП для металлических поверхностей, эксплуатирующихся в условиях тропического климата.

2.2.3. Системы ЛКП для районов с холодным климатом

В табл. 2.10 перечислены покрытия для металлических поверхностей, стойкие в холодном климате.

2.2.4. Системы ЛКП для особых сред

В табл. 2.11—2.15 перечислены системы ЛКП для особых условий эксплуатации: водостойкие, маслобензостойкие, термостойкие, химически стойкие и электроизоляционные.

2.2.5. Системы ЛКП для неметаллических поверхностей

В табл. 2.16 перечислены системы ЛКП для пластмасс, а в табл. 2.17 — системы ЛКП для древесины.

Пример выбора системы покрытия. Требуется покрытие естественной сушки по оцинкованной поверхности для эксплуатации в открытой атмосфере тропического климата. Класс покрытия IV, метод нанесения — пневматическое распыление. По данным требованиям из систем покрытий, стойких в условиях тропического климата, по металлическим поверхностям может быть выбрано, например, покрытие эмалями ХВ-16 и ХВ-16Р ТУ 6-10-1301—83 4—5 слоев по грунтовкам ФЛ-03Ж, ХВ-050, ХС-010, ХС-068, АК-070, АК-069, ВЛ-02, ВЛ-023, ВЛ-02 с алюминиевой пудрой. Грунтовки, пригодные для оцинкованной стали, выбираются по табл. 2.1 «Ассортимент грунтовок, применяемых для покрытий металлических поверхностей различной природы».

Таким образом, одной из возможных систем может быть ХВ-16, 4 слоя по грунтовке АК-070 (ФЛ-03Ж, ВЛ-02).

Таблица 2.9. Покрyтия для металлических поверхностей, стойкие в условиях тропического климата

| № системы покрyтия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------|-------|--------------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | Эмаль XB-16 | T1, T2, T3 | 4-19, 20-36 | IV | ПР, БР, К | 20, 60 | 180, 60 |
| 4 | Эмаль XB-16P | То же | 4-19, 20-36 | То же | ПР, БР, К | 20, 60 | 180, 60 |
| 5 | Эмаль XB-110 | » | 20-36, 37-49 | III | ПР, БР, ЭР | 20, 80 | 180, 60 |
| 6 | Эмаль XB-124 | » | 20-36 | IV | ПР, БР, ЭР | 20, 60 | 120, 60 |
| 7 | Эмаль XB-238 | T3 | 37-49 | III | ПР, ЭР | 20, 60 | 180, 60 |
| 8 | Эмаль XB-518 | T1, T2, T3 | 20-36 | IV | ПР, К | 20 | 240 |
| 9 | Эмаль XB-785 | T2, T3 | 20-36 | То же | ПР, БР | 20 | 60 |
| 10 | Эмаль XB-1120 | T1, T2, T3 | 4-19 | » | ПР, БР, Н | 20, 60 | 120, 60 |
| 11 | Эмаль XC-119 | То же | 4-19, 20-36 | » | ПР, БР, ЭР | 20, 75 | 90, 30 |
| 12 | Эмаль XC-759 | T2, T3 | — | — | ПР, БР | 20 | 60 |
| 13 | Эмаль XC-1107M | То же | 4-19 | IV | ПР | 20, 60 | 120, 60 |
| 14 | Эмаль XC-1107GM | T2, T3 | 1-3 | IV | ПР | 20, 60 | 120, 60 |
| 15 | Эмаль XC-710 | То же | 20-36 | » | ПР, БР | 20 | 60 |
| 16 | Эмаль MЛ-12 | T1, T2, T3 | 37-49, 50-59 | II | ПР, ЭР, СО | 130 | 35 |
| 17 | Эмаль MЛ-152 | То же | >59 | То же | ПР, ЭР, БР, О | 85, 100 | 60, 35 |
| 18 | Эмаль MЛ-158 | T2, T3 | 4-19 | » | ПР | 120 | 60 |
| 19 | Эмаль MЛ-165ПМ | T1, T2, T3 | 20-36 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 20 | Эмаль MЛ-165 | То же | 37-49 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 21 | Эмаль MЛ-169 | » | 50-59 | » | ПР | 120 | 60 |
| 22 | Эмаль MЛ-197 | » | >59 | I | ПР, ЭР | 100 | 30 |
| 23 | Эмаль MЛ-279 | » | 20-36 | II | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 24 | Эмаль MЛ-1110 | » | >59 | I | ПР, ЭР | 130 | 30 |
| 25 | Эмаль MЛ-1156 | » | 37-49, 50-59 | II | ПР, ЭР | 80, 100 | 180, 60 |
| 26 | Эмаль АК-194 | T2, T3 | 4-19 | То же | ПР | 100 | 120 |
| 27 | Эмаль АК-1102 | То же | 4-19 | I | ПР | 100 | 120 |
| 28 | Лак АК-113 | » | 50-59 | — | ПР, БР | 20, 100 | 1440, 120 |
| 29 | Лак АК-113Ф | » | 50-59 | — | ПР | 20, 100 | 1440, 120 |
| 30 | Эмаль AC-182 | T1, T2, T3 | 50-59 | III | ПР, ЭР, БР | 80, 120 | 90, 30 |
| | Эмаль AC-1101 | T2, T3 | 50-59 | То же | ПР, ЭР, БР | 180 | 35 |
| | Эмаль AC-1101M | То же | 1-19 | » | ПР, ЭР, БР | 180 | 35 |
| 31 | Эмаль AC-1171Г | T1, T2, T3 | 50-59 | II | В | 280 | 4 |
| 32 | Эмаль AC-1171AG | То же | 50-59 | То же | В | 280 | 4 |
| 33 | Эмаль AC-1171ПМ | » | 20-36 | » | В | 280 | 4 |
| 34 | Эмаль AC-1171АПМ | » | 20-36 | » | В | 280 | 4 |
| 35 | Эмаль AC-1115 | » | 37-49 | — | ПР, БР | 20 | 120 |
| 36 | Лак AC-82 | T2, T3 | 50-59 | — | ПР | 100 | 120 |
| 37 | Лак AC-176Г | То же | 50-59 | — | ПР | 120 | 7 |
| 38 | Лак AC-176M | » | 4-19 | — | ПР | 120 | 7 |
| 39 | Эмаль В-АС-1162 | » | 37-49, 50-59 | II | Э | 180 | 35 |
| 40 | Эмаль НЦ-11 | » | >59 | I | ПР | 20 | 60 |
| 41 | Эмаль НЦ-11А | » | >59 | То же | ПР | 20 | 60 |
| 42 | Эмаль НЦ-11 черная | T1, T2, T3 | >59 | » | ПР | 20 | 60 |
| 43 | Эмаль НЦ-11 черная | То же | >59 | » | ПР | 20 | 60 |
| 44 | Эмаль НЦ-256 | T3 | 50-59 | II | ПР, БР | 20 | 60 |
| 45 | Эмаль В-ПЭ-1179 | T1, T2, T3 | 50-59, >59 | То же | ПР, ЭР, БР | 130 | 30 |
| 46 | Краска П-ЭП-1130У | T2, T3 | 50-59 | III | ЭР | 200 | 30 |
| 47 | Эмаль ПФ-115 | То же | 50-59 | То же | ПР, ЭР, БР, СО, О, К, ОБ | 80, 150 | 240, 120 |
| 48 | Эмаль ПФ-163 | » | 50-59 | II | ПР, ЭР, О, К | 150, 200 | 90, 60 |
| 49 | Эмаль ПФ-188 | T1, T2, T3 | 50-59 | III | ПР, БР, О, К, СО | 90 | 90 |
| 50 | Эмаль ПФ-837 | T2, T3 | 37-49 | IV | ПР, О, К | 150, 170 | 120, 130 |
| 51 | Лак ПФ-170 с алю- миневой пудрой | T1, T2, T3 | 37-49 | То же | ПР, БР, О, Н, К | 150 | 60 |
| 52 | Эмаль ГФ-820 | T2, T3 | 37-49 | » | ПР | 150 | 120 |
| 53 | Эмаль ГФ-1426 | То же | 50-59 | III | ПР, ЭР, БР, О, К | 20, 100 | 1440, 180 |
| 54 | Лак ГФ-95 | То же | 37-49 | IV | ПР, БР | 150 | 160 |
| 55 | Эмаль ЭТ-199 | T1, T2, T3 | 50-59 | II | ПР, СО, О, К | 80 | 90 |
| 56 | Эмаль В-ФЛ-1199 | T2, T3 | 50-59 | — | ПР, О | 180 | 30 |
| 57 | Эмаль ФЛ-687 | То же | — | — | ПР, Н | 180 | 30 |
| 58 | Лак ФЛ-582 | » | — | — | ПР, О, Н | 150 | 60 |
| 59 | Эмаль ВЛ-515 | » | 4-19 | III | ПР | 120 | 60 |
| 60 | Эмаль КО-88 | » | 37-49 | То же | ПР | 150 | 120 |
| 61 | Эмаль КО-811 | » | 20-36, 37-49 | » | ПР | 200 | 120 |
| 62 | Эмаль КО-811К | » | 20-36, 37-49 | » | ПР | 200 | 120 |
| 63 | Эмаль КО-813 | » | 37-49 | IV | ПР | 170 | 120 |

| № системы покрытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|-------|-----------------|-----------------------|------------------|
| 64 | Лак УР-231 | T2, T3 | — | — | ПР | 20, 80 | 540, 180 |
| 65 | Эмаль ЭП-51 | То же | 37—49 | II | ПР, Н, К, ЭР | 80 | 120 |
| 66 | Эмаль ЭП-91 | » | — | То же | ПР, О, К | 190 | 90 |
| 67 | Эмаль ЭП-140 | » | 37—49 | » | ПР, Н, К | 20, 90 | 360, 120 |
| 68 | Эмаль ЭП-148 | T3 | 50—59 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 69 | Эмаль ЭП-274 | T2, T3 | 20, 36, 37—49, 50—59 | » | ПР, К, О | 150 | 60 |
| 70 | Эмаль ЭП-525 | То же | 4—19 | III | ПР, БР, К, ЭР | 20, 120 | 1440, 60 |
| 71 | Эмаль ЭП-525П | » | 4—19 | То же | ПР | 110 | 120 |
| 72 | Эмаль ЭП-567 | » | 20—36 | — | ПР | 50, 140 | 300, 60 |
| 73 | Эмаль ЭП-716 | » | 4—19, 20—36, 37—49 | II | ПР | 20, 70 | 1440, 120 |
| 74 | Лак ЭП-730 | » | 50—59 | — | ПР, О, Н, К | 150 | 60 |
| 75 | Эмаль ЭП-275 | » | 20—36 | II | ПР | 20, 80 | 300, 180 |
| 76 | Эмаль ЭП-1155 | » | 36—49 | III | ПР, К | 20, 80 | 1440, 90 |
| 77 | Эмаль В-ЭП-2100 | T2 | 37—49, 50—59 | То же | Э | 155 | 30 |
| 78 | Краска П-ЭП-219 | T2, T3 | 50—59 | » | ЭР | 180, 200 | 60, 30 |
| 79 | Краска П-ЭП-219 (ОН) | То же | 50—59 | » | ЭР | 180, 200 | 60, 30 |
| 80 | Краска П-ЭП-45 | » | 50—59 | » | ЭР | 180, 200 | 30, 20 |
| 81 | Краска П-ЭП-177 | » | 50—59 | » | ЭР | 180 | 120 |
| 82 | Эмаль ЭП-773 | » | 20—36 | II | ПР, ЭР, К | 20, 120 | 1440, 120 |
| 83 | Эмаль Б-ЭП-421 | » | 37—49, 50—59 | — | БР, К | 20 | 2160 |
| 84 | Эмаль ЭФ-1118ПГ | » | 37—49 | III | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 85 | Эмаль ЭФ-1118ПМ | » | 20—36 | То же | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 86 | Эмаль ЭФ-1118М | » | 4—19 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |

Системы покрытий для металлических поверхностей, стойких в условиях тропического климата (к табл. 2.9)

| № системы по табл. 2.9 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|---|----------------------------|---|
| 1 | ХВ-16 (2) | 4—5 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ХВ-050, ХС-010, ХС-068, ХС-059, АК-070, АК-069, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ВД-КЧ-0178 |
| 2 | ХВ-16Р (2) | 4—5 | То же |
| 3 | ХВ-110 (2; 3 слоя по фосфатированной поверхности с ФЛ-03К-3) | 2—3 | » |
| 4 | ХВ-124 (2; 4 слоя по фосфатированной поверхности с ФЛ-03К-3) | 4—5 | То же, что и для № 1 |
| 5 | ХВ-238 | 3 | ХВ-050, ФЛ-03К, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 6 | ХВ-518 | 2—3 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ХВ-050, ХС-010, ХС-068, АК-070 |
| 7 | ХВ-785 | 3—4 | То же, что и для № 1 |
| 8 | ХВ-1120 | 3—4 | То же, кроме АК-069 |
| 9 | ХС-119 | 4—5 | То же, что и для № 1, кроме ВЛ-02, ВЛ-023, ВД-КЧ-0178 |
| 10 | ХС-759 | 3—4 | ХС-010, ХС-068, ХС-759 |
| | | с перекрытием лаком ХС-724 | |
| 11 | ХС-1107М | 3—4 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ХС-010, ХС-068, ХВ-050, АК-070, АК-069, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 12 | ХС-1107ГМ | 3—4 | То же |
| 13 | ХС-710 | 3 | ХС-010, ХВ-050, ХС-068 |

Продолжение к табл. 2.9

| № системы по табл. 2.9 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|--|--|--|
| 14 | МЛ-12 (по фосфатированной поверхности с грунтовками — 3) | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, В-КФ-093, В-КЧ-0207, ПФ-033, ГФ-017, ГФ-018, ЭФ-0137, АК-070, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ПЛ-0213, ЭП-0156, ЭП-0228, В-ЭП-0190, ВД-КЧ-0178, В-МА-1232 |
| 15 | МЛ-152 (2) | 2 | То же |
| 16 | МЛ-158 | 2 | » |
| 17 | МЛ-165ПМ (2) | 1 и подслои МЛ-12, МЛ-152, МЛ-1156, В-МА-1232 | То же |
| 18 | МЛ-165 (2) | То же | » |
| 19 | МЛ-169 | 1 в сочетании с ГФ-017, ФЛ-03К, В-КФ-093, В-КЧ-0207 | МЛ-064 |
| 20 | МЛ-197 (2; по фосфатированной поверхности, грунтовке В-КФ-093, В-КЧ-0207 и промежуточному слою ЭП-0228—3) | 2 | То же, что и для № 14 |
| 21 | МЛ-279 | 2—3 | То же |
| 22 | МЛ-1110 (2; по фосфатированной поверхности, грунтовке В-КФ-093, В-КЧ-0207 и промежуточному слою ГФ-571 или ЭП-0228—3) | 2 | » |
| 23 | МЛ-1156 (2) | 2—3 | » |
| 24 | АК-194 | 4—5 | ЭП-09Т, АК-070, В-КФ-093, ФЛ-03К, В-МА-1232 |
| 25 | АК-1102 | 4—5 | ЭП-09Т, АК-070, В-МА-1232 |
| 26 | АК-113 | 4 | — |

| № системы по табл. 2.9 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|---|------------------|--|
| 27 | АК-113Ф | 4 | — |
| 28 | АС-182 (2) | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, В-КФ-093, В-МЛ-0143, В-МА-0160, ПФ-033, ГФ-017, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ВД-КЧ-0178 |
| 29 | АС-1101 | 2 | — |
| 30 | АС-1101М | 2 | — |
| 31 | АС-1171Г | 1 | ЭП-0200 |
| 32 | АС-1171АГ | 1 | То же |
| 33 | АС-1171ПМ | 1 | » |
| 34 | АС-1171АПМ | 1 | » |
| 35 | АС-1115 | 2 | АК-070, АК-069 |
| 36 | АС-82 | 4 | — |
| 37 | АС-176Г | 3 | — |
| 38 | АС-176М | 3 | — |
| 39 | В-АС-1162 | 1 | — |
| 40 | НЦ-11 | 3—5 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ПФ-033, ГФ-017, АК-070 |
| 41 | НЦ-1А | 3—5 | То же |
| 42 | НЦ-11 черная | 3—5 | » |
| 43 | То же | 3—5 | » |
| 44 | НЦ-256 | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, АК-070, ГФ-017 |
| 45 | В-ПЭ-1179 (2; по фосфатированной поверхности с В-КФ-093, В-КЧ-0207 и промежуточным слоем ГФ-571—3) | 2 | ГФ-017, ГФ-Э-018, В-КФ-093, В-КЧ-0207, В-МЛ-0143, В-МЛ-0106, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж |
| 46 | П-ЭП-1130У | 1 | — |
| 47 | ПФ-115 (2) | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, В-КФ-093, ГФ-017, ПФ-033, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), АК-070, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, ВД-КЧ-0178, В-МА-1238 |
| 48 | ПФ-163 | 2 | То же |
| 49 | ПФ-188 (2) | 2 | » |
| 50 | ПФ-837 | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой) |
| 51 | ПФ-170 | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, АК-070, ВЛ-02, ВЛ-023 |
| 52 | ГФ-820 | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ГФ-017, АК-070 |
| 53 | ГФ-1426 | 2 | То же |
| 54 | ГФ-95 (с алюминиевой пудрой) | 2 | » |

| № системы по табл. 2.9 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|------------------------|------------------------------|------------------|--|
| 55 | ЭТ-199 (2) | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, ПФ-033, ГФ-017, АК-070, В-КФ-093, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), В-МА-1232 |
| 56 | В-ФЛ-1199 | 2 | В-КФ-093, В-КЧ-0207, В-ЭП-0190, В-МА-0143, В-МЛ-0160 без грунтовок |
| 57 | ФЛ-687 | 2—3 | ФЛ-087 |
| 58 | ФЛ-582 | 3—4 | — |
| 59 | ВЛ-515 | 4 | ВЛ-02, ВЛ-023, без грунтовок |
| 60 | КО-88 | 2 | ФЛ-03К, ФЛ-03Ж |
| 61 | КО-811 | 2 | То же |
| 62 | КО-811К | 2 | » |
| 63 | КО-813 | 2 | » |
| 64 | УР-231 | 3—4 | — |
| 65 | ЭП-51 | 2 | ЭП-09Т, ЭП-0010, ЭП-057, ЭП-076, ЭП-0156, ФЛ-03К, АК-070, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ВД-КЧ-0178, В-МА-1232 |
| 66 | ЭП-91 | 2 | ЭП-076, ЭП-057, без грунтовок |
| 67 | ЭП-140 | 2 | То же, что и для № 64, кроме ФЛ-03К |
| 68 | ЭП-148 | 2—3 | ВЛ-02, ВЛ-023, без грунтовок |
| 69 | ЭП-274 | 2 | То же, что и для № 67 |
| 70 | ЭП-525 | 2 | То же |
| 71 | ЭП-525П | 2 | » |
| 72 | ЭП-567 | 2 | АК-070 |
| 73 | ЭП-716 | 2 | ЭП-09Т, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж |
| 74 | ЭП-730 | 3 | — |
| 75 | ЭП-275 | 2 | АК-070, ЭП-09Т, ЭП-057, ЭП-076, ЭП-0156 |
| 76 | ЭП-1155 | 2 | ЭП-057, ЭП-0010 |
| 77 | В-ЭП-2100 | 1 | — |
| 78 | П-ЭП-219 | 1 | — |
| 79 | П-ЭП-219(ОН) | 1 | — |
| 80 | П-ЭП-45 | 1 | — |
| 81 | П-ЭП-177 | 1 | — |
| 82 | ЭП-773 | 3 | То же, что и для № 67 |
| 83 | Б-ЭП-421 | 1—2 | Б-ЭП-0126 |
| 84 | ЭФ-1118ПГ | 2 | ФЛ-03К, ГФ-017, ЭФ-0137, ВЛ-02, ВЛ-023 |
| 85 | ЭФ-1118ПМ | 2 | То же |
| 86 | ЭФ-1118М | 2 | » |

Таблица 2.10. Покрытия для металлических поверхностей, стойкие в условиях холодного климата

| № системы покрытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|----------------------------|----------------------|--------------|-------|--------------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | Эмаль ХВ-16 | ХЛ1, ХЛ2, УХЛ4 | 4-19, 20-36 | IV | ПР, БР, К | 20, 60 | 90, 60 |
| 2 | Эмаль ХВ-16Р | То же | 4-19, 20-36 | То же | ПР, БР, К | 20, 60 | 90, 60 |
| 3 | Эмаль ХВ-110 | » | 20-36, 37-49 | III | ПР, БР, ЭР | 20, 80 | 180, 60 |
| 4 | Эмаль ХВ-113 | » | 4-19, 37-49 | То же | ПР, БР, ЭР | 20, 80 | 180, 60 |
| 5 | Эмаль ХВ-124 | » | 20-36 | » | ПР, БР, ЭР | 20, 60 | 120, 60 |
| 6 | Эмаль ХВ-238 | У2, УХЛ4 | 37-49 | » | ПР, ЭР | 20, 60 | 180, 60 |
| 7 | Эмаль ХВ-518 | ХЛ1, ХЛ2, УХЛ4 | 20-36 | IV | ПР, К | 20 | 240 |
| 8 | Эмаль ХВ-785 | То же | 20-36 | То же | ПР, БР | 20 | 60 |
| 9 | Эмаль ХВ-1100 | » | 20-36 | » | ПР, БР, ЭР | 20 | 60 |
| 10 | Эмаль ХВ-536 | » | 20-36 | — | ПР | 20 | 90 |
| 11 | Эмаль ХС-119 | » | 4-19, 20-36 | IV | ПР, БР, ЭР | 20, 75 | 90, 30 |
| 12 | Эмаль ХС-710 | ХЛ1, ХЛ2, УХЛ4 | 20-36 | То же | ПР, БР | 20 | 60 |
| 13 | Эмаль ХС-759 | ХЛ2, УХЛ4 | — | — | ПР, БР | 20 | 60 |
| 14 | Эмаль ХС-1107М | ХЛ1, ХЛ2, УХЛ4 | 4-19 | IV | ПР | 20, 60 | 120, 60 |
| 15 | Эмаль ХС-1107ГМ | То же | 1-3 | То же | ПР | 20, 60 | 120, 60 |
| 16 | Эмаль МЛ-12 | » | 37-49, 50-59 | II | ПР, ЭР, СО | 130 | 35 |
| 17 | Эмаль МЛ-152 | » | >59 | То же | ПР, БР, О | 85, 100 | 60, 35 |
| 18 | Эмаль МЛ-165ПМ | » | 20-36 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 19 | Эмаль МЛ-165 | » | 37-49 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 20 | Эмаль МЛ-197 | » | >59 | I | ПР, ЭР | 100 | 30 |
| 21 | Эмаль МЛ-279 | » | 20-36 | II | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 22 | Эмаль МЛ-1110 | » | >59 | I | ПР, ЭР | 130 | 30 |
| 23 | Эмаль МЛ-1156 | » | 37-49, 50-59 | II | ПР, ЭР | 80, 100 | 180, 60 |
| 24 | Эмаль МЧ-123 | ХЛ2, УХЛ4 | 50-59 | III | ПР, ЭР, О, Н | 110, 150 | 30, 10 |
| 25 | Эмаль МЧ-145 | ХЛ1, ХЛ2, УХЛ4 | 37-49, 50-59 | То же | ПР, О, ЭР | 70 | 50 |
| 26 | Эмаль АС-131 | То же | 4-19 | I | ПР | 20 | 120 |
| 27 | Эмаль АС-182 | » | 50-59 | III | ПР, ЭР, БР, СО, О | 20, 120 | 1440, 30 |
| 28 | Эмаль АС-554 | » | — | — | ПР | 20 | 1440 |
| 29 | Эмаль АС-730 | » | — | — | ПР, К | 20 | 120 |
| 30 | Эмаль АС-1115 | » | 37-49 | — | ПР, БР | 20 | 120 |
| 31 | Эмаль ПФ-115 | » | 50-59 | III | ПР, ЭР, БР, СО, О, К, ОБ | 20, 110 | 1440, 60 |

75

Продолжение табл. 2.10

| № системы покрытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------|-------|------------------|-----------------------|------------------|
| 32 | Эмаль ПФ-188 | » | 50-59 | III | ПР, БР, О, К, СО | 20, 90 | 1440, 90 |
| 33 | Эмаль ПФ-1126 | » | >59 | II | ПР, О, К, СО | 20, 130 | 480, 10 |
| 34 | Эмаль ПФ-223 | ХУ2, УХЛ4 | 37-49 | То же | ПР, ЭР, К, О, БР | 20, 80 | 1800, 180 |
| 35 | Лак ПФ-170 (с алюминиевой пудрой) | ХЛ1, ХЛ2, УХЛ4 | 37-49 | IV | ПР, БР, О, Н, К | 20, 150 | 2880, 60 |
| 36 | Лак ПФ-171 (с алюминиевой пудрой) | То же | 37-49 | То же | ПР, К, О, Н | 20, 95 | 2880, 180 |
| 37 | Эмаль ЭТ-199 | » | 50-59 | II | ПР, СО, О, К | 20, 80 | 1440, 90 |
| 38 | Эмаль В-ФЛ-1199 | ХЛ2, УХЛ4 | 37-49, 50-59 | — | ПР, О | 180 | 30 |
| 39 | Эмаль ВЛ-515 | То же | 4-19 | III | ПР | 20, 120 | 1440, 60 |
| 40 | Эмаль УР-1128 | ХЛ1, ХЛ2, УХЛ4 | 50-59 | II | ПР, ЭР, БР, К | 20, 80 | 360, 30 |
| 41 | Лак УР-231 | ХЛ2, УХЛ4 | — | — | ПР | 20, 80 | 540, 180 |
| 42 | Эмаль ЭП-51 | То же | 37-49 | II | ПР, Н, К, ЭР | 20, 80 | 180, 90 |
| 43 | Эмаль ЭП-140 | » | 37-49 | То же | ПР, Н, К | 20, 90 | 360, 120 |
| 44 | Эмаль ЭП-525 | » | 4-19, 20-36 | III | ПР, БР, К, ЭР | 20, 120 | 1440, 60 |
| 45 | Эмаль ЭП-525П | » | 4-19 | То же | ПР | 110 | 120 |
| 46 | Эмаль ЭП-773 | » | 20-36 | II | ПР, К, ЭР | 20, 120 | 1440, 120 |
| 47 | Эмаль ЭП-2114 | » | 4-19 | — | ПР, К | 130 | 90 |
| 48 | Лак ЭП-730 | » | 50-59 | — | ПР, О, Н, К | 150 | 60 |
| 49 | Эмаль В-ЭП-2100 | » | 37-49, 50-59 | III | Э | 155 | 30 |
| 50 | Краска П-ЭП-177 | » | 50-59 | То же | ЭР | 180 | 120 |
| 51 | Краска П-ЭП-219 | » | 50-59 | » | ЭР | 180, 200 | 60, 30 |
| 52 | Краска П-ЭП-219 (ОН) | » | 50-59 | » | ЭР | 180, 200 | 60, 30 |
| 53 | Эмаль ЭФ-1118ПГ | » | 37-49 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 54 | Эмаль ЭФ-1118ПМ | » | 20-36 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 55 | Эмаль ЭФ-1118М | » | 4-19 | » | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| 56 | Эмаль В-ПЭ-1179 | ХЛ1, ХЛ2, УХЛ4 | 50-59, >59 | II | ПР, БР, ЭР | 130 | 30 |
| 57 | Эмаль ГФ-820 | ХЛ2, УХЛ4 | 37-49 | IV | ПР | 150 | 120 |
| 58 | Эмаль КО-88 | ХЛ1, ХЛ2, УХЛ4 | 37-49 | III | ПР | 150 | 120 |
| 59 | Эмаль КО-811 | То же | 20-36, 37-49 | То же | ПР | 200 | 120 |
| 60 | Эмаль КО-811К | » | 20-36, 37-49 | » | ПР | 200 | 120 |
| 61 | Эмаль КО-813 | » | 37-49 | IV | ПР | 150 | 120 |
| 62 | Краска П-ЭП-45 | ХЛ2, УХЛ4 | 50-59 | III | ЭР | 180, 200 | 30, 20 |

76

Системы покрытий для металлических поверхностей, стойких в условиях холодного климата (к табл. 2.10).

| № системы покрытия по табл. 2.10 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|----------------------------------|---|--|--|
| 1 | XB-16 (5) | 3—4 | XC-068, XC-010, XC-059, АК-070, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), В-МЛ-0143, ВД-КЧ-0178 |
| 2 | XB-16P (5) | 3—4 | То же |
| 3 | XB-110 | 2—3 | » |
| 4 | XB-113 (4) | 2—3 | » |
| 5 | XB-124 (5) | 3—4 | » |
| 6 | XB-238 | 2—3 | » |
| 7 | XB-518 | 2—3 | АК-070, КС-068, ХС-059, ВЛ-02 затем АК-070 |
| 8 | XB-785 | 2—3 | XC-068, XC-059, XC-010, АК-070, |
| 9 | XB-1100 | 2—3 | XC-068, XC-010, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 10 | XB-536 | 2 | АК-070 |
| 11 | XB-119 | 2—3 | XC-068, XC-010, XC-059, XB-050, АК-070, ВЛ-02, затем АК-070, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 12 | XC-710 | 3 | XC-068, XC-010, XC-059, АК-070, ВЛ-02, затем АК-070 |
| 13 | XC-759 | 2—3 | XC-059, XC-068, XC-010 |
| 14 | XC-1107M | 3 | То же и АК-070 |
| 15 | XC-1107ГМ | 3 | То же |
| 16 | МЛ-12 (3) | 2 | ФЛ-03Ж, ПФ-033, ГФ-017, ГФ-018, ЭФ-0137, АК-070, В-КФ-093, В-КЧ-0207, В-МЛ-043, В-МЛ-0160, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), ПЛ-0213, ЭП-0228, В-ЭП-0190, ВД-КЧ-0178, В-МА-1232, В-ФЛ-1199Э, В-ФЛ-1199Э |
| 17 | МЛ-152 (3) | 2 | То же |
| 18 | МЛ-165ПМ | 1 | » |
| | | и подслоя МЛ-12, ПФ-115, МЛ-152, МЛ-1156, В-МА-1232 | |
| 19 | МЛ-165 | То же | » |
| 20 | МЛ-197 (4; по фосфатированной поверхности с В-КФ-093, В-КЧ-0207 и промежуточному слою ЭП-0228—5) | 2 | То же, что и для № 16 |

| № системы покрытия по табл. 2.10 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|----------------------------------|--|---|---|
| 21 | МЛ-279 | 2—3 | ФЛ-03Ж, АК-070, ЭФ-0137, ЭП-09Т, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 22 | МЛ-1110 (4; по фосфатированной поверхности с В-КФ-093, В-КЧ-0207 и промежуточным слоем ГФ-571 или ЭП-0228—5) | 2 | То же, что и для № 16 |
| 23 | МЛ-1156 (3) | 2 | АК-070, ГФ-017, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, В-КФ-093, В-КЧ-0207, В-ЭП-0190, В-МА-1232 |
| 24 | МЧ-123 | 2 | — |
| 25 | МЧ-145 | 2 | ГФ-017, В-КФ-093, В-МЛ-0143, В-МА-0160 |
| 26 | АС-131 | 3—4 | ВЛ-02 |
| | | затем АК-070 | |
| 27 | АС-182 (3) | 2 | В-КФ-093, ГФ-017, ФЛ-03Ж, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВД-КЧ-0178, В-МА-1232 |
| 28 | АС-554 | 3 +2 слоя МЛ-12 или МЛ-152 ± ±перекрытие 2 слоя АС-528 | ПФ-033, ГФ-017, ГФ-018, ФЛ-03Ж, ЭФ-0137, В-КФ-093, В-КЧ-0207, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, В-ФЛ-1199(Э), ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой) |
| 29 | АС-730 | 2 | ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), АК-070 по ВЛ-02 |
| 30 | АС-1115 | 2 | ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), АК-070 по ВЛ-02 |
| 31 | ПФ-115 (3) | 2 | ГФ-017, В-КФ-093, ФЛ-03Ж, АК-070, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой), В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, ВД-КЧ-0178, В-МА-1232 |
| 32 | ПФ-188 (4) | 2 | То же |
| 33 | ПФ-1126 | 2 | » |
| 34 | ПФ-223 | 2 | » |
| 35 | ПФ-170 (с алюминиевой пудрой) | 2 | — |

| № системы покрытия по табл. 2.10 | Покрытие (срок службы, годы) | Количество слоев | Грунтовка |
|----------------------------------|--|------------------|---|
| 36 | ПФ-171 (с алюминиевой пудрой) | 2 | — |
| 37 | ЭТ-199 | 2 | То же, что и для № 31, кроме АК-070 и ВЛ-023 (с алюминиевой пудрой) |
| 38 | В-ФЛ-1199 | 2 | ГФ-017, В-КФ-093, В-КЧ-0207, В-МЛ-0143, В-МЛ-0160, В-ЭП-0190, без грунтовок |
| 39 | ВЛ-515 | 4 | — |
| 40 | УР-1128 | 2 | В-КФ-093, ГФ-017, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 41 | УР-231 | 2—3 | — |
| 42 | ЭП-51 | 2 | АК-070, ЭП-0010, ВД-КЧ-0178 |
| 43 | ЭП-140 | 2 | ЭП-076, АК-070, ЭП-0156, ЭП-09Т, В-МА-1232 |
| 44 | ЭП-525 | 2 | ЭП-076, ЭП-0156, ЭП-09Т, ЭП-057, ЭП-0156, ЭП-0010, ВЛ-02 |
| 45 | ЭП-525П | 2 | ЭП-0156 |
| 46 | ЭП-773 | 2—3 | ЭП-0010, ЭП-057 |
| 47 | ЭП-2114 | 2 | АК-070, ЭП-0156, ЭП-09Т |
| 48 | ЭП-730 | 3 | — |
| 49 | ЭП-2100 | 1 | — |
| 50 | П-ЭП-177 | 1 | — |
| 51 | П-ЭП-219 | 1 | — |
| 52 | П-ЭП-219 (ОН) | 1 | — |
| 53 | ЭФ-1118 ПГ | 2 | ГФ-017, ЭФ-0137, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 54 | ЭФ-1118ПМ | 2 | То же |
| 55 | ЭФ-1118М | 2 | » |
| 56 | В-ПЭ-1179 (4; по фосфатированной поверхности с В-КФ-093, В-КЧ-0207 и промежуточным слоем ГФ-571—5) | 2 | ГФ-017, ГФ-018, В-КФ-093, В-КЧ-0207, ФЛ-03Ж, В-МЛ-0143 |
| 57 | ГФ-820 | 2 | АК-070, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 58 | КО-88 | 2 | ФЛ-03Ж, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 59 | КО-811 | 2 | То же |
| 60 | КО-811К | 2 | » |
| 61 | КО-813 | 2 | » |
| 62 | П-ЭП-45 | 1 | — |

Таблица 2.11. Водостойкие покрытия.

| № системы покрытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|-----------------------|------------------|
| 1 | Эмаль ХВ-124 | То же | 20—36 | IV | ПР, ЭР, БР | 20, 60 | 120, 60 |
| 2 | Эмаль ХВ-16 | » | 4—19, 20—36 | То же | ПР, БР, К | 20, 60 | 90, 60 |
| 3 | Эмаль ХВ-16Р | » | 4—19, 20—36 | » | ПР, БР, К | 20, 60 | 90, 60 |
| 4 | Эмаль ХВ-1120 | » | 4—19 | — | ПР, БР, Н | 20, 110 | 120, 60 |
| 5 | Лак ХВ-784 | 4/2 | 50—49 | — | ПР, БР, К | 20, 60 | 60, 30 |
| 6 | Эмаль ХВ-5153 | 4/1 | — | — | К | 20 | 480 |
| 7 | Эмаль ХВ-785 | 4/2 | 20—36 | IV | ПР, БР | 20 | 60 |
| 8 | Эмаль ХС-527 | То же | 4—19 | То же | ПР, К | 20 | 60 |
| 9 | Эмаль ХС-534 | 4/1 | 4—19 | » | ПР, К | 20 | 120 |
| 10 | Эмаль ХС-710 | 4/2 | 20—36 | » | ПР, БР | 20 | 60 |
| 11 | Эмаль ХС-717 | 4/1, 4/2 | 20—36 | » | ПР, К | 20 | 60 |
| 12 | Эмаль ХС-720 | 4/1 | 20—36 | » | ПР, К | 20 | 60 |
| 13 | Эмаль ХС-769 | То же | — | — | ПР, К | 20 | 60 |
| 14 | Эмаль ХС-781 | 4/1 | 37—49 | IV | ПР, К | 20 | 120 |
| 15 | Эмаль ФЛ-61 | 4/1 _{100°С} | 4—19 | — | ПР, К | 100 | 120 |
| 16 | Эмаль ФЛ-412 | 4/1 _{200°С} | 4—19 | — | ПР, К | 20 | 120 |
| 17 | Эмаль ВЛ-515 | 4/1 _{100°С} | 4—19 | III | ПР | 20, 120 | 1440, 60 |
| 18 | Эмаль ЭП-255 | 4/1 | 20—36 | II | ПР | 20 | 360 |
| 19 | Эмаль ЭП-275 | То же | 20—36 | То же | ПР | 20, 80 | 300, 180 |
| 20 | Эмаль Б-ЭП-421 | 4/1, 4/2 | 37—49, 50—59 | — | БР, К | 20 | 2160 |
| 21 | Эмаль ЭП-525 | 4/1 _{100°С} , 4/2 | 4—19, 20—36 | III | ПР, К, БР, ЭР | 50, 140 | 300, 60 |
| 22 | Эмаль ЭП-755 | 4/2 | — | — | ПР, БР, К, В | 20, 60 | 2160, 240 |
| 23 | Эмаль ЭП-773 | 4/1 | 20—36 | II | ПР, ЭР, К | 20, 120 | 1440, 120 |
| 24 | Эмаль ЭП-1155 | То же | 37—49 | III | ПР, К | 20, 80 | 1440, 90 |
| 25 | Эмаль ЭП-5116 | » | 37—49 | IV | ПР, К | 20, 80 | 1440, 90 |
| 26 | Шпатлевка ЭП-0010 | 4/1 _{100°С} | 37—49 | То же | ПР, К | 20 | 1440 |
| 27 | Шпатлевка ЭП-0020 | 4/1 | — | » | ПР, К | 20, 60 | 1440, 180 |
| 28 | Эмаль ВН-780 | То же | — | — | ПР, К | 20 | 60 |
| 29 | Эмаль УР-1176 | 4/2 | — | — | ПР, БР, К, В | 20 | 480 |
| 30 | Лак ЭП-730 | 4/1 | 50—59 | — | ПР, О, Н, К | 150 | 60 |

Системы водостойких покрытий (к табл. 2.11)

| № системы по табл. 2.11 | Покрытие | Число слоев | Грунтовка |
|-------------------------|----------|---|---|
| 1 | XB-124 | 4—5 | ФЛ-03К, ХС-010, АК-070, ВЛ-02 |
| 2 | XB-16 | 4—5 | То же |
| 3 | XB-16P | 4—5 | » |
| 4 | XB-1120 | 4—5 | ФЛ-03К, ХС-010, АК-070 |
| 5 | XB-784 | 5—6 | ХС-010 |
| 6 | XB-5153 | 2 | 6 слоев ЭП-755 с ВЛ-02, ВЛ-023 |
| 7 | XB-785 | 4—5 | ФЛ-03К, ХС-010, XB-050, АК-070, АК-069 |
| 8 | XC-527 | 1—2 | XC-720 |
| 9 | XC-534 | 4—5 | ВЛ-02, ВЛ-023 |
| 10 | XC-710 | 4—5 | АК-070, ХС-010, ХС-077, ХС-059, ХС-068, XB-050, ФЛ-03К, ВЛ-02 |
| 11 | XC-717 | затем АК-070 3—4 | ВЛ-02, ВЛ-023, ХС-010, АК-070, ФЛ-03Ж, АК-069 |
| 12 | XC-720 | 4—5 для 4/2 — дополни- тельно ВЛ-023, МС-067 | ВЛ-02 |
| 13 | XC-769 | 2 | — |
| 14 | XC-781 | 4—5 с пе- рекрытием лаком XC-76 | АК-070, АК-069, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ГФ-0163, XB-050, ХС-068, ХС-010, ВЛ-02 |
| 15 | ФЛ-61 | 3 | — |
| 16 | ФЛ-412 | 3 | — |
| 17 | ВЛ-515 | 4 | ВЛ-02, ВЛ-023 без грунтовок |
| 18 | ЭП-255 | 2 | АК-070, ЭП-09Т, ЭП-076, ЭП-057, ВЛ-023, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ЭФ-0137 |
| 19 | ЭП-275 | 2 | АК-070, ЭП-076, ЭП-057, ЭП-09Т, ЭП-0156, ЭП-0010, ВЛ-02 (с алюми- ниевой пудрой), ВЛ-023, ЭФ-0121, ЭФ-0137 |
| 20 | Б-ЭП-421 | 1—2 | Б-ЭП-0126 |
| 21 | ЭП-525 | 5 | Без грунтовок для 4/1 ₁₀₀ с |
| 22 | ЭП-755 | 2 4—5 | АК-070, ВЛ-02 для 4/2 |
| 23 | ЭП-773 | 3—4 | ВЛ-02 |
| 24 | ЭП-1155 | 2 | ЭП-0010, ЭП-057, АК-070, без грун- товки |
| 25 | ЭП-5116 | 2 | ВЛ-02, ЭП-057, без грунтовок |
| 26 | ЭП-0010 | 3 | ВЛ-02 без грунтовок |
| 27 | ЭП-0020 | 3 | — |
| 28 | ВН-780 | 4—5 | — |
| 29 | УР-1176 | 2 | ЭФ-094 |
| 30 | ЭП-730 | 3—5 | — |

Таблица 2.12. Маслобензостойкие покрытия

| № систе- мы по- крытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|------------------------------|-------------------------------------|---|-------------|-------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | Эмаль ХС-119 | 6/1 | 4—19, 20—36 | IV | ПР, БР, Э | 20, 75. | 90, 30 |
| 2 | Эмаль ХС-710 | 6/1, 6/2 | 20—36 | То же | ПР, БР | 20 | 60 |
| 3 | Эмаль ХС-717 | 6/1 _{40 °С} , 6/2 | 20—36 | » | ПР, К | 20 | 120 |
| 4 | Эмаль ХС-781 | 6/1, 6/2 | 37—49 | » | ПР, К | 20 | 120 |
| 5 | Эмаль МЛ-629 | 6/1 _{150 °С} , 6/2 _{50 °С} | 50—59 | » | ПР, Н | 140 | 60 |
| 6 | Эмаль НЦ-132К красная | 6/1 | 37—49 | IV | ПР, БР, К | 20, 60 | 180, 60 |
| 7 | Эмаль НЦ-929 | То же | 50—59 | — | О, ОБ | 20 | 60 |
| 8 | Эмаль НЦ-5123 | 6/1 _{30 °С} | 37—49 | II | ПР, О | 20 | 60 |
| 9 | Эмаль ПФ-837 | 6/1 _{120 °С} | 37—49 | IV | ПР, О, К | 150, 170 | 130, 120 |
| 10 | Эмаль ГФ-820 | То же | 37—49 | То же | ПР | 150 | 120 |
| 11 | Лак ГФ-95 (с алюминиевой пудрой) | » | 37—49 | » | ПР, ПР | 110, 150 | 120, 60 |
| 12 | Эмаль ФЛ-61 | 6/1 _{200 °С} | 4—19 | — | ПР, К | 100 | 120 |
| 13 | Эмаль ФЛ-412 | 6/1 _{50 °С} | 4—19 | — | ПР, К | 20 | 120 |
| 14 | Эмаль ФЛ-687 | 6/1 _{150 °С} , 6/2 | — | — | ПР, Н | 180 | 30 |
| 15 | Эмаль ВЛ-515 | То же | 4—19 | III | ПР | 20, 120 | 1440, 60 |
| 16 | Эмаль ЭП-255 | 6/1, 6/2 | 20—36 | II | ПР | 20 | 360 |
| 17 | Эмаль ЭП-275 | То же | 20—36 | II | ПР | 20, 80 | 300, 180 |
| 18 | Эмаль ЭП-755 | 6/2 | — | — | ПР, БР, К, В | 20, 60 | 2160, 240 |
| 19 | Эмаль ЭП-773 | 6/1, 6/2 | 20—36 | II | ПР, К, ЭР | 20, 120 | 1440, 120 |
| 20 | Эмаль ЭП-5116 | То же | 37—49 | IV | ПР, К | 20, 80 | 1440, 90 |
| 21 | Шпатлевка ЭП-0010 | » | 37—49 | То же | ПР, К | 20 | 1440 |
| 22 | Шпатлевка ЭП-0020 | 6/2 | — | » | ПР, К | 20, 60 | 1440, 480 |
| 23 | Эмаль ВН-780 | 6/1 | — | — | ПР, К | 20 | 2160 |
| 24 | Эмаль ЭП-525 | 6/1, 6/2 | 4, 19 | III | ПР | 110 | 120 |
| 25 | Эмаль ФА-5104 | То же | — | — | ПР, ЭР | 90 | 10 |

Системы маслбензостойких покрытий (к табл. 2.12)

| № системы по табл. 2.12 | Покрытие | Число слоев | Грунтовка |
|-------------------------|------------------------------|-------------|---|
| 1 | ХС-119 | 2 | ГФ-032, ФЛ-03К |
| 2 | ХС-710 | 3 | АК-070, ХС-010, ХС-068, ХС-077, ХС-059, ХВ-050, ФЛ-03К, ВЛ-02, затем АК-070 |
| 3 | ХС-717 | 3—4 | ВЛ-02, без грунтовки для 6/2 дополнительно |
| 4 | ХС-781 | 4—5 | ХС-010, ХС-068, АК-070, АК-069, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж |
| 5 | МЛ-629 | 1 | ХВ-050, ХС-068, ХС-010, АК-069, АК-070, ГФ-0163, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж |
| 6 | НЦ-132К красная | 2 | МЛ-029 |
| 7 | НЦ-929 | 2 | ГФ-021, ФЛ-03К, ГФ-0163, ГФ-0119, ГФ-032, без грунтовки |
| 8 | НЦ-5123 | 2 | ГФ-021, ГФ-032, ФЛ-03Ж, без грунтовки |
| 9 | ПФ-837 | 2 | — |
| 10 | ГФ-820 | 2 | — |
| 11 | ГФ-95 (с алюминиевой пудрой) | 2 | — |
| 12 | ФЛ-61 | 3 | — |
| 13 | ФЛ-412 | 3 | — |
| 14 | ФЛ-687 | 2—3 | ФЛ-087 |
| 15 | ВЛ-515 | 4 | ВЛ-02, ВЛ-023, без грунтовки |
| 16 | ЭП-255 | 2 | АК-070, ЭП-09Т, ЭП-076, ЭП-057, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), ВЛ-023, ЭФ-0137 |
| 17 | ЭП-275 | 2 | То же и ЭП-0156, ЭП-0010, ЭФ-0121 |
| 18 | ЭП-755 | 4—5 | ВЛ-02 |
| 19 | ЭП-773 | 3—6 | ЭП-0010, ЭП-057, АК-070, ВЛ-02, ВЛ-023, без грунтовки |
| 20 | ЭП-5116 | 2 | ВЛ-02, без грунтовки |
| 21 | ЭП-0010 | 3 | — |
| 22 | ЭП-0020 | 3 | — |
| 23 | ВН-780 | 4—5 | — |
| 24 | ЭП-525 | 2 | ЭП-0010 |
| 25 | ФА-5104 | 2 | — |

Таблица 2.13. Термостойкие покрытия

| № системы покрытия | Материал для внешнего слоя* | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------|-------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | Эмаль ПЭ-837 | 8 ₃₀₀ °С | 37—49 | IV | ПР, О, К | 150, 170 | 120, 130 |
| 2 | Лак ПФ-170 (с алюминиевой пудрой) | То же | 37—49 | То же | ПР, БР, О, Н, К | 20, 150 | 2880, 60 |
| 3 | Эмаль ГФ-820 | » | 37—49 | » | ПР | 150 | 120 |
| 4 | Лак ГФ-95 (с алюминиевой пудрой) | » | 37—49 | » | ПР, БР | 150 | 60 |
| 5 | Эмаль ЭП-140 серебристая | 8 ₂₅₀ °С | 37—49 | II | ПР, Н, К | 20, 90 | 360, 120 |
| 6 | Эмаль ЭП-275 | 8 ₂₀₀ °С | 20—36 | II | ПР | 20, 80 | 300, 180 |
| 7 | Эмаль КО-88 | 8 ₅₀₀ °С | 37—49 | III | ПР | 150 | 120 |
| 8 | Эмаль КО-811 | 8 ₄₀₀ °С | 20—36, 37—49 | То же | ПР | 200 | 120 |
| 9 | Эмаль КО-813 | 8 ₅₀₀ °С | 37—49 | IV | ПР | 155 | 120 |
| 10 | Эмаль КО-828 | 8 ₄₀₀ °С | 37—49 | III | ПР, ЭР | 130 | 30 |
| 11 | Лак БТ-142 | 8 ₂₀₀ °С | — | IV | К, ПР | 125 | 120 |
| 12 | Краска БТ-177 | То же | 37—49 | То же | ПР, К | 20, 110 | 960, 30 |
| 13 | Лак БТ-577 | » | 50—59 | — | ПР, БР, ЭР, СО, К, Н, О | 20, 100 | 1440, 20 |

Примечание. Во всех случаях материалы наносятся в 2 слоя без грунтовки.

Таблица 2.14. Химически стойкие покрытия

| № системы покрытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|----------------------------|-----------------------|-------------|-------|-----------------|-----------------------|------------------|
| 1 | Эмаль ХВ-124 | 7/1 | 20—36 | IV | ПР, БР, ЭР | 20, 60 | 120, 60 |
| 3 | Эмаль ХВ-16 | То же | 4—19, 20—36 | То же | ПР, БР, К | 20, 60 | 90, 60 |
| 3 | Эмаль ХВ-16Р | » | 4—19, 20—36 | » | ПР, БР, К | 20, 60 | 90, 60 |
| 4 | Эмаль ХВ-1100 | 7/2 | 20—36 | » | ПР, БР, ЭР | 20 | 60 |
| 5 | Эмаль ХВ-238 | 7/3 | 37—49 | III | ПР, ЭР | 20, 60 | 180, 60 |
| 6 | Эмаль ХВ-1120 | 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 | 4—19 | IV | ПР, БР, Н | 20, 110 | 120, 60 |
| 7 | Эмаль ХВ-774 | 7/1, 7/2, 7/3 | — | То же | БР, ПР | 50 | 60 |
| 8 | Лак ХВ-784 | То же | 50—59 | — | ПР, БР, К | 20, 60 | 60, 30 |
| 9 | Эмаль ХВ-785 | 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 | 20—36 | IV | ПР, БР | 20 | 60 |
| 10 | Эмаль ХС-710 | То же | 20—36 | То же | ПР, БР | 20 | 60 |
| 11 | Эмаль ХС-759 | » | — | — | ПР, БР | 20 | 60 |
| 12 | Эмаль ХС-781 | 7/1 | 20—36 | IV | ПР, К | 20 | 120 |
| 13 | Эмаль ХС-717 | То же | 20—36 | То же | ПР, К | 20 | 60 |
| 14 | Эмаль ЭП-140 | » | 37—49 | II | ПР, Н, К | 20, 90 | 360, 120 |
| 15 | Эмаль ЭП-525 | 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 | 4—19 | III | ПР, БР, ЭР | 20, 1440 | 120, 60 |
| 16 | Эмаль ЭП-567 | 7/1 | 20—36 | — | ПР | 50, 140 | 300, 60 |
| 17 | Эмаль ЭП-711 | 7/1, 7/2, 7/3 | 37—49 | IV | ПР | 20, 160 | 1440, 60 |
| 18 | Эмаль ЭП-773 | 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 | 20—36 | II | ПР, ЭР, К | 20, 120 | 1440, 60 |
| 19 | Эмаль ЭП-255 | 7/1 | 20—36 | То же | ПР | 20 | 360 |
| 20 | Эмаль ЭП-1155 | То же | 37—49 | III | ПР, К | 20, 80 | 1440, 90 |
| 21 | Эмаль ЭП-5116 | » | 37—49 | IV | ПР, К | 20, 80 | 1440, 90 |
| 22 | Эмаль ЭП-5147 | 7/2, 7/3 | — | — | ПР, В | 210 | 15 |
| 23 | Шпатлевка ЭП-0020 | 7/3 | — | IV | ПР, К | 20, 60 | 1440, 480 |
| 24 | Эмаль КФ-252 | 7/1 | — | — | ПР, К | 20 | 2880 |
| 25 | Краска П-ЭП-45 | 7/1, 7/2, 7/3, 7/4 | 50—59 | III | ЭР | 180, 200 | 30, 20 |
| 26 | Краска П-ЭП-219 | То же | 50—59 | То же | ЭР | 180, 200 | 60, 30 |
| 27 | Лак ЭП-730 | 7/1, 7/3, 7/4 | 50—59 | — | ПР, О, Н, К | 150 | 60 |

Химически стойкие покрытия (к табл. 2.14)

| № системы покрытия по табл. 2.14 | Верхнее покрытие | Число слоев | Грунтовка |
|----------------------------------|------------------|---|---|
| 1 | XB-124 | 4—5 | XC-010, XC-068, XC-059, XB-050, АК-070 |
| 2 | XB-16 | 4—5 | XC-010, XC-068, XB-050, АК-070 |
| 3 | XB-16P | 4—5 | То же |
| 4 | XB-1100 | 7 | XC-068, XC-010 |
| 5 | XB-238 | 3 | XB-050, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж |
| 6 | XB-1120 | 4—7 | XC-068, XC-010, XC-059, XB-050 |
| 7 | XB-774 | 4—7 | XC-010, XC-068, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, АК-070 |
| 8 | XB-784 | 2—4 | Эмаль XB-785 |
| | | 2—6 | XC-068, XC-010, XC-059, XB-050, ФЛ-03К, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 9 | XB-785 | 4—7 | XC-068, XC-010, XC-059, XB-050, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой) |
| 10 | XC-710 | 4—5 с перекрытием эмали лаком XC-76 | XC-010, XC-068, XC-059, XC-077, XB-050, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ГФ-031, ГФ-032, ВЛ-02, затем АК-070 |
| 11 | XC-759 | 2—5 с перекрытием эмали лаком XC-724 — для 7/1, 7/2; | XC-010, XC-068, XC-059, XB-050, АК-070, ФЛ-03К, ГФ-032, ГФ-031, ФЛ-03Ж, ФЛ-086 |
| | | 5—7 для 7/3; 7/4 | XC-010, XC-068, XC-059, XB-050 |

| № системы покрытия по табл. 2.14 | Верхнее покрытие | Число слоев | Грунтовка |
|----------------------------------|------------------|-----------------------|--|
| 12 | ХС-781 | 4—5 | АК-070, АК-069, ВЛ-02, ФЛ-03К, ФЛ-03Ж, ФЛ-086, ГФ-0163, ХВ-050, ХС-010, ХС-068 |
| 13 | ХС-717 | 4 | ХС-068, ХС-010 |
| 14 | ЭП-140 | 2—3 для 7/1 | АК-070, АК-069, ЭП-09Т, ЭП-076, ЭП-057, ЭП-0010, ЭП-0156, ВЛ-02, ВЛ-02 (с алюминиевой пудрой), без грунтовок |
| | | 3 для 7/3 | Без грунтовок |
| 15 | ЭП-525 | 3—4 для 7/3 | ЭП-0010, без грунтовок |
| | | 3—4 для 7/2; 7/4 | ЭП-0010 |
| | | 3—6 для 7/1 | АК-070, АК-069, ЭП-057, ЭП-09Т, ЭП-076, ВЛ-02, ВЛ-023, без грунтовок |
| 16 | ЭП-567 | 2 | АК-070, АК-069, ЭП-09Т, ЭП-057, ЭП-076 |
| 17 | ЭП-711 | 3—4 | ВЛ-02, без грунтовок |
| 18 | ЭП-733 | 3—6 для 7/1, 7/3, 7/4 | ЭП-0010, ЭП-057, АК-070, ВЛ-02, ВЛ-023, без грунтовок |
| | | 3 для 7/2 | Без грунтовок |
| 19 | ЭП-255 | 3 | Без грунтовок |
| 20 | ЭП-1155 | 2 | ВЛ-02, ЭП-057, без грунтовок |
| 21 | ЭП-5116 | 2 | ВЛ-02, без грунтовок |
| 22 | ЭП-5147 | 1 | — |
| 23 | ЭП-0020 | 2—3 | — |
| 24 | КФ-252 | 2 | — |
| 25 | П-ЭП-45 | 1 | — |
| 26 | П-ЭП-219 | 1 | — |
| 27 | ЭП-730 | 3 | — |

Таблица 2.15. Электроизоляционные покрытия

| № системы покрытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|----------------------------|-----------------------|----------|-------|------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | Эмаль ГФ-92ГС | 9/1 ₁₃₀ °С | 50—59 | — | ПР, ЭР, БР, О, Н | 20, 100 | 1440, 180 |
| 2 | Эмаль ГФ-92ХС | То же | 50—59 | — | ПР, ЭР, БР, О, Н | 20 | 1440 |
| 3 | Эмаль ГФ-916 | 9/1 ₉₀ °С | 37—49 | — | ПР, К, О | 150 | 30 |
| 4 | Эмаль ГФ-927 | 9/1 ₁₁₀ °С | — | — | ПР, К | 110 | 180 |
| 5 | Эмаль ГФ-952 | 9/1 | 37—49 | — | ПР, О, К | 150 | 180 |
| 6 | Лак ГФ-95 | 9/1 ₁₀₀ °С | 50—59 | — | О | 110, 150 | 120, 60 |
| 7 | Эмаль ЭП-91 | 9/1 ₁₈₀ °С | — | II | ПР, О, К | 180 | 180 |
| 8 | Эмаль ЭП-140 | 9/1 ₁₃₀ °С | 37—49 | То же | ПР, Н, К | 20, 90 | 360, 120 |
| 9 | Эмаль ЭП-274 | 9/1 ₁₅₅ °С | 37—49 | » | ПР, К, О | 150 | 60 |
| 10 | Эмаль ЭП-773 | 9/1 ₁₃₀ °С | 20—36 | » | ПР, ЭР, К | 120 | 120 |
| 11 | Эмаль ЭП-921 | 9/1 | 37—49 | — | ПР, О | 190 | 90 |
| 12 | Эмаль ЭП-925 | То же | 37—49 | — | ПР, О | 190 | 90 |
| 13 | Эмаль ЭП-968 | 9/1 ₂₀₀ °С | — | IV | ПР, Н, О, К | 70, 80 | 240, 180 |
| 14 | Лак ЭП-730 | 9/1 ₁₅₅ °С | 50—59 | — | ПР, О, Н, К | 150 | 60 |
| 15 | Краска П-ЭП-177 | 9/1 ₁₂₀ °С | 50—59 | III | ЭР | 180 | 120 |
| 16 | Краска П-ЭП-219(ОН) | 9/1 ₁₀₀ °С | 50—59 | III | ЭР | 180, 200 | 60, 30 |
| 17 | Краска П-ЭП-971 | 9/1 ₁₂₀ °С | — | — | ЭР | 200, 230 | 20, 10 |
| 18 | Краска П-ЭП-534 | То же | — | — | ЭР | 200 | 30 |
| 19 | Лак ФЛ-582 | 9/1 ₁₀₀ °С | — | — | ПР, О, Н | 60, 120 | 240, 120 |
| 20 | Лак УР-231 | 9/1 ₁₂₀ °С | — | — | ПР | 20, 120 | 540, 90 |
| 21 | Лак УР-976 | 9/1 | — | — | ПР, О, К | 90 | 300 |

Системы электроизоляционных покрытий (к табл. 2.15)

| № системы по табл. 2.15 | Покрытие | Число слоев | № системы по табл. 2.15 | Покрытие | Число слоев | № системы по табл. 2.15 | Покрытие | Число слоев |
|-------------------------|----------|-----------------------------|-------------------------|----------|---------------------|-------------------------|---------------|-------------|
| 1 | ГФ-92ГС | 2 | 9 | ЭП-274 | 3 | 12 | ЭП-925 | 2 |
| 2 | ГФ-92ХС | 2 | | | (грунтовка: ЭП-09Т, | 13 | ЭП-968 | 1 |
| 3 | ГФ-916 | 2 | | | ВЛ-02), | 14 | ЭП-730 | 3—4 |
| 4 | ГФ-927 | 2—3 | | | 3 | 15 | П-ЭП-177 | 2 |
| 5 | ГФ-952 | 2 | 10 | ЭП-773 | (грунтовка: ЭП-09Т, | 16 | П-ЭП-219 | 2 |
| 6 | ГФ-95 | 2 | | | ЭП-0010, | 17 | (ОН) П-ЭП-971 | 1 |
| 7 | ЭП-91 | 2 | | | ФЛ-03Ж, | 18 | П-ЭП-534 | 1 |
| 8 | ЭП-140 | 2 | | | ВЛ-02) | 19 | ФЛ-582 | 3—4 |
| | | (грунтовка: ЭП-09Т, АК-070) | 11 | ЭП-921 | 2 | 20 | УР-231 | 3—4 |
| | | | | | | 21 | УР-976 | 2 |

Таблица 2.16. Покрытия для пластмасс

| № системы покрытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|----------------------------|----------------------|--------------------|-------|-----------------|-----------------------|------------------|
| 1 | Эмаль АК-2130М | УХЛ4 | 4—19 | II | ПР | 60 | 20 |
| 2 | Эмаль МЛ-1110 | У1, У2, УХЛ4 | >59 | I | ПР | 80 | 120 |
| 3 | Эмаль ФЛ-5233 | УХЛ4 | 4—19, 20—36 | III | ПР | 20, 50 | 1440, 60 |
| 4 | Эмаль ХВ-124 | 7/2, 7/3 | 20—36 | IV | ПР | 20, 60 | 120, 60 |
| 5 | Эмаль ХВ-518 | У1, У2, УХЛ4 | 20—36 | То же | ПР | 20 | 240 |
| 6 | Эмаль ЭП-51 | У2, УХЛ4 | 37—49 | II | ПР | 20, 80 | 180, 90 |
| 7 | Эмаль ЭП-148 | 9/1 | 50—59 | То же | ПР | 80 | 180 |
| 8 | Эмаль ЭП-255 | УХЛ4 | 20—36 | — | ПР | 20 | 360 |
| 9 | Эмаль АС-85 | То же | 4—19 | — | ПР | 120 | 60 |
| 10 | Эмаль ЭП-525 | У2, УХЛ4 | — | III | ПР | 20, 80 | 1440, 180 |
| 11 | Эмаль ЭП-567 | То же | — | — | ПР | 50, 80 | 300, 180 |
| 12 | Эмаль ЭП-716 | У2, УХЛ4, Т2, Т3 | 4—19, 20—36, 37—49 | II | ПР | 20, 70 | 1440, 120 |
| 13 | Эмаль ЭП-755 | УХЛ4 | — | — | ПР | 20 | 2160 |
| 14 | Эмаль ЭП-1155 | 9/1 | 37—49 | III | ПР | 20, 80 | 1440, 90 |
| 15 | Эмаль ЭП-5261Р | УХЛ4 | 4—19 | II | ПР | 60 | 30 |
| 16 | Лак УР-231 | То же | — | — | ПР | 60 | 180 |
| 17 | Лак УР-9130 | 9/1 | — | — | О, К, ПР | 80 | 480 |

Системы покрытий для пластмасс (к табл. 2.16).

| № системы по табл. 2.16 | Покрытие | Число слоев | Грунтовка |
|-------------------------|----------|-------------|---|
| 1 | АК-2130М | 1 | Без грунтовки (ударопрочный полистирол и пластик АБС) |
| 2 | МЛ-1110 | 2 | ЭП-0010, без грунтовки (органопластик ЭДТ-10) |
| 3 | ФЛ-5233 | 2 | Без грунтовки (ударопрочный полистирол) |
| 4 | ХВ-124 | 3 | АК-070 (винипласт) |
| | | 2 | ЭП-0010, без грунтовки (органопластик ЭХД-М, ЭТД-10) |
| 5 | ХВ-518 | 2 | ЭП-0010, без грунтовки (пластик ЭХД-М) |
| 6 | ЭП-51 | 2 | ЭП-0010, без грунтовки (пластик ЭДТ-10) |
| 7 | ЭП-148 | 2 | ЭП-0020 (эпоксидный фольгированный стеклопластик) |
| 8 | ЭП-255 | 2 | Без грунтовки (стеклотекстолит) |
| 9 | АС-85 | 2 | Без грунтовки (стеклотекстолит ВФГ) |
| 10 | ЭП-525 | 2 | ЭП-0020 (асботекстолит, стеклотекстолит, пресс-материал АГ-4) |
| 11 | ЭП-567 | 2 | ЭП-0020 |
| 12 | ЭП-716 | 2—3 | Без грунтовки (стеклотекстолит) |
| 13 | ЭП-755 | 2 | ЭП-0010, без грунтовки (пластик ЭДТ-10, ЭХД-М) |
| 14 | ЭП-1155 | 4 | Без грунтовки (эпоксидный фольгированный текстолит) |
| 15 | ЭП-5261Р | 2 | Без грунтовки (ударопрочный полистирол) |
| 16 | УР-231 | 2—4 | Без грунтовки (текстолит, стеклопластик) |
| 17 | УР-9130 | 2—3 | Без грунтовки (текстолит, гетинакс) |

Таблица 2.17. Покрyтия для древесины

| № системы покрyтия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|----------------------------|-----------------------------|----------|-------|-------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | Эмаль ПФ-115 | У1, У2, УХЛ4 | 50—59 | III | ПР, БР, ЭР, К, СО | 20 | 1440 |
| 2 | Эмаль ПФ-266 (для пола) | УХЛ4 | 50—59 | — | В, К | 20 | 1440 |
| 3 | Эмаль ПФ-1126 | У1, У2, УХЛ4 | >59 | II | ПР, О, СО, К | 20, 80 | 900, 60 |
| 4 | Эмаль ПФ-1217ВЭ | УХЛ4 | 37—49 | — | К, В | 20 | 1440 |
| 5 | Лак ПФ-170 | У2, УХЛ4 | — | — | К, О, ПР | 20, 95 | 4320, 180 |
| 6 | Лак ПФ-231 (паркетный) | УХЛ4 | 50—59 | — | К, ПР | 20 | 4560 |
| 7 | Лак ПФ-283 | У2, УХЛ4 | 50—59 | — | К, ПР | 20, 60 | 2160, 180 |
| 8 | Эмаль ГФ-230ВЭ | УХЛ4 | — | III | ПР, К | 20 | 4320 |
| 9 | Лак ГФ-166 | У2, УХЛ4 | >59 | — | ПР, К | 20, 60 | 2880, 240 |
| 10 | Эмаль МЛ-12 | У1, У2, УХЛ4, Т1, Т2, Т3 | 50—59 | II | ПР, БР, ЭР | 130 | 35 |
| 11 | Эмаль МЛ-242 | УХЛ4 | 50—59 | II | ПР, ЭР | 100 | 60 |
| 12 | Лак МЛ-248 (паркетный) | То же | >59 | — | К | 20 | 180 |
| 13 | Лак МЛ-2111 | У2, УХЛ4, Т3 | 37—49 | — | Н, ПР | 20, 120 | 60, 20 |
| 14 | Лак МЛ-2111ПМ | То же | 20—36 | — | Н, ПР | 20, 120 | 60, 20 |
| 15 | Эмаль МЧ-145 | У1, У2, УХЛ4, ХЛ1, ХЛ2 | 50—59 | III | О, ПР, ЭР | 70 | 50 |
| 16 | Эмаль МЧ-173 (для лыж) | У1, У2, УХЛ4 | 4—19 | — | ПР, Н | 20 | 720 |
| 17 | Эмаль МЧ-181 | То же | 20—36 | — | ПР, К | 20, 75 | 1440, 50 |
| 18 | Лак МЧ-52 | У2, УХЛ4, Т3 | — | — | ПР, ЭР, Н | 60 | 20 |
| 19 | Лак МЧ-270 | У1, У2, УХЛ4 | 59 | — | ПР, К, Н, В | 20, 100 | 1440, 50 |
| 20 | Эмаль НЦ-11 | То же | 59 | I | ПР | 20 | 60 |
| 21 | Эмаль НЦ-25 | УХЛ4 | 37—49 | II | БР, ПР | 20 | 60 |
| 22 | Эмаль НЦ-132П | У1, У2, УХЛ4 | 37—49 | III | ПР | 20 | 180 |
| 23 | Эмаль НЦ-257М | УХЛ4 | 4—19 | — | ПР, Н | 20 | 60 |
| 24 | Лак НЦ-134 | То же | — | — | ПР | 20 | 45 |
| 25 | Лак НЦ-218 | > | 59 | — | ПР, Н | 20 | 60 |
| 26 | Лак НЦ-222 | > | 50—59 | — | ПР | 20 | 60 |

| № системы покрытия | Материал для внешнего слоя | Условия эксплуатации | Блеск, % | Класс | Метод нанесения | Температура сушки, °С | Время сушки, мин |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|----------|-------|-----------------|-----------------------|------------------|
| 27 | Лак НЦ-243 | УХЛ4 | 4—19 | — | Н | 20 | 60 |
| 28 | Лак НЦ-223 | То же | 50—59 | — | ПР | 20 | 60 |
| 29 | Лак НЦ-262 | » | 37—49 | — | ПР | 20 | 60 |
| 30 | Лак НЦ-269 | » | — | — | К, ПР | 20 | 60 |
| 31 | Лак НЦ-2101 | » | 20—36 | — | Н | 100 | 60 |
| 32 | Лак НЦ-5119 | » | 20—36 | — | К | 20 | 60 |
| 33 | Эмаль ПЭ-276 | У2, УХЛ4 | 50—59 | — | Н | 60 | 180 |
| 34 | Лак ПЭ-232 | У2, УХЛ4, Т2, Т3 | 50—59 | — | Н, ПР | 20, 60 | 720, 60 |
| 35 | Лак ПЭ-246 | УХЛ4 | >59 | — | Н | 20 | 180 |
| 36 | Лак ПЭ-247 | То же | 50—59 | — | Н, ПР | 20 | 720 |
| 37 | Лак ПЭ-250 | У2, УХЛ4, Т2, Т3 | 50—59 | — | ПР | 20, 60 | 480, 50 |
| 38 | Лак ПЭ-250М | То же | 4—19 | — | ПР | 20, 60 | 480, 50 |
| 39 | Лак ПЭ-251 | УХЛ4 | 50—59 | — | ПР, ЭР | 70 | 30 |
| 40 | Лак ПЭ-265 | У2, УХЛ4, Т2, Т3 | >59 | — | Н | 20 | 180 |
| 41 | Эмаль ХВ-110 | У1, У2, УХЛ4, Т1, Т2, Т3 | 37—49 | III | ПР, БР | 20 | 180 |
| 42 | Эмаль ХВ-124 | То же | 20—36 | IV | ПР | 20 | 120 |
| 43 | Эмаль ХВ-785 | 7/2, 7/3 | 20—36 | То же | ПР, БР | 20 | 60 |
| 44 | Эмаль ХВ-1149 | У1, У2, УХЛ4 | 37—49 | » | ПР, К | 20, 60 | 120, 60 |
| 45 | Эмаль ХВ-5169 (огнезащитная) | У1, У2, УХЛ4, Т1, Т2, Т3, 5/3 | — | — | ПР, К | 20 | 180 |
| 46 | Эмаль ФЛ-2109 (для пола) | УХЛ4 | 37—49 | — | К, В | 20 | 1440 |
| 47 | Эмаль ФЛ-254 | То же | 50—59 | — | К | 20 | 2880 |
| 48 | Эмаль ХС-710 | 7/1, 7/2, 7/3 | — | IV | ПР, К | 20 | 60 |
| 49 | Краска МА-25 (для пола) | УЛХ4 | 20—36 | — | К, В | 20 | 1440 |
| 50 | Краска ВД-ВА-17 | У1, У2, УХЛ4 | 4—19 | — | ПР, К, В | 20 | 60 |
| 51 | Краска Э-КЧ-26 | УХЛ4 | 4—19 | — | ПР, К, В | 20 | 60 |
| 52 | Краска ВД-АК-111 | То же | 4—19 | — | К, В, ПР | 20 | 60 |
| 53 | Лак АУ-271 | УХЛ4 | 50—59 | — | Н | 20, 80 | 240, 60 |
| 54 | Лак УР-293 | То же | 50—59 | — | К | 20 | 2160 |

Системы покрытий для древесины (к табл. 2.17).

| № системы по табл. 2.17 | Покрытие | Число слоев | Грунтовка |
|-------------------------|------------|--------------------|---|
| 1 | ПФ-115 | 2 | ПФ-033, ПФ-020, ПФ-0142, ГФ-0119, ГФ-0163, ГФ-031, ГФ-032, ГФ-021, ФЛ-03К, КФ-030 |
| 2 | ПФ-266 | 2 | По окрашенной и неокрашенной поверхности |
| 3 | ПФ-1126 | 2 | ФЛ-03К, ГФ-0119, ГФ-032, ПФ-020, ПФ-0142 |
| 4 | ПФ-1217 ВЭ | 2 | — |
| 5 | ПФ-170 | 2 | То же, что и для № 2 |
| 6 | ПФ-231 | 1—3 | То же |
| 7 | ПФ-283 | 1—2 | По окрашенной масляными красками поверхности |
| 8 | ГФ-230 | 2 | По неокрашенной поверхности |
| 9 | ГФ-166 | 1—2 | То же |
| 10 | МЛ-12 | 2 | ФЛ-03К, ПФ-020, ПФ-033, ГФ-0163, ГФ-032, МЧ-042, ГФ-017, ГФ-018 |
| | | (для У1, У2, УХЛ4) | |
| | | 2 | ФЛ-03К, ПФ-033, ГФ-017, ГФ-018 |
| | | (для Т1, Т2, Т3) | |
| 11 | МЛ-242 | 2 | МЧ-042 |
| 12 | МЛ-248 | 2—3 | По неокрашенной поверхности |
| 13 | МЛ-2111 | 2 | То же |
| 14 | МЛ-2111 | 2 | » |
| | ПМ | | |
| 15 | МЧ-145 | 2 | — |
| 16 | МЧ-173 | 1 | — |
| 17 | МЧ-181 | 2 | МЧ-042, без грунтовки |
| 18 | МЧ-52 | 2 | НИ-0135, МЧ-042, без грунтовок |
| 19 | МЧ-270 | 2—4 | То же |
| 20 | НЦ-11 | 2 | ГФ-032, ГФ-021, ФЛ-03К |
| 21 | НЦ-25 | 2 | ФЛ-03К, ПФ-020, ГФ-0163, ГФ-018, ПФ-033, без грунтовок |
| 22 | НЦ-123П | 2—3 | ГФ-021, ГФ-032, ГФ-0119, ПФ-0142, ПФ-033 |
| 23 | НЦ-257М | 3 | Шпатлевки НЦ-0038, НЦ-008, ПФ-002 |
| 24 | НЦ-134 | 1—2 | По неокрашенной поверхности |
| 25 | НЦ-218 | 2—3 | ГФ-032, ПФ-020, ПФ-0142, ГФ-0119, НЦ-0135, НЦ-0205, без грунтовок |
| 26 | НЦ-222 | 2—3 | По неокрашенной поверхности |
| 27 | НЦ-243 | 2—3 | НЦ-0135, НЦ-0205, без грунтовок |
| 28 | НЦ-223 | 3—4 | НЦ-0135, НЦ-0205 |
| 29 | НЦ-262 | 4—5 | По неокрашенной поверхности |
| 30 | НЦ-269 | 1—2 | По окрашенной и неокрашенной поверхности |
| 31 | НЦ-2101 | 1—2 | НЦ-0135, МЧ-042, НЦ-0205 |
| 32 | НЦ-5119 | 6—7 | По неокрашенной поверхности |
| 33 | ИЭ-276 | 2 | — |
| 34 | ИЭ-232 | 2 | МЧ-042, без грунтовок |
| 35 | ПЭ-246 | 2—3 | МЧ-042, без грунтовок |
| 36 | ПЭ-247 | 2 | То же |
| 37 | ПЭ-250 | 2 | » |
| 38 | ПЭ-250М | 2 | » |
| 39 | ПЭ-251 | 2 | По неокрашенной поверхности |

| № системы по табл. 2.17 | Покрытие | Число слоев | Грунтовка |
|----------------------------|-----------|----------------------------|---|
| 40 | ПЭ-265 | 2—3 | МЧ-042, без грунтовки |
| 41 | ХВ-110 | 2 (для У1, У2, УХЛ4) | ФЛ-03К, ГФ-021, ГФ-0119, ХВ-050 |
| | | 2 (для Т1, Т2, Т3) | ФЛ-03К, ХФ-050 |
| 42 | ХВ-124 | 3 (для У1, У2, УХЛ4) | ГФ-021, ГФ-0119, ФЛ-03К |
| | | 3 (для Т1, Т2, Т3) | ФЛ-03К |
| 43 | ХВ-785 | 3 | ХВ-050, ХС-068 |
| 44 | ХВ-1149 | 2—3 | ФЛ-03К, ГФ-021, ГФ-0119 |
| 45 | ХВ-5169 | 4 | — |
| 46 | ФЛ-2109 | 2 | По окрашенной и неокрашенной по- верхности |
| 47 | ФЛ-254 | 2 | — |
| 48 | ХС-710 | 2 | ХС-010, ФЛ-03К |
| 49 | МА-25 | 2 | — |
| 50 | ВД-ВА-17 | 2 | — |
| 51 | Э-КЧ-26 | 2 | — |
| 52 | ВД-АК-111 | 1—2 | — |
| 53 | АУ-271 | 2 | По неокрашенной поверхности |
| 54 | УР-293 | 1—2 | То же |

Таблица 2.18. Рекомендуемые методы нанесения и режимы естественной и конвективной сушки грунтовок

| Марка грунтовки | Метод нанесения | Режим сушки | |
|-----------------|------------------|----------------------|--------------------------------|
| | | температу- ра, °С | продолжи- тельность, мин |
| ХВ-050 | ПР | 20 | 60 |
| ХС-059 | ПР | 20 | 60 |
| ХС-077 | ПР | 20 | 180 |
| ХС-068 | ПР, К, В | 20 | 60 |
| ХС-010 | ПР, К, В | 20 | 60 |
| ХС-04 | ПР, Н, К | 20 | 180 |
| МЛ-029 | ПР, Н | 120 | 60 |
| МЛ-064 | ПР | 120 | 60 |
| В-МЛ-0160 | ПР, О, ОБ | 180 | 30 |
| В-МЛ-0143 | ПР, БР, ОБ, О | 180 | 30 |
| МЛ-069 | ПР, К | 20 | 60 |
| АК-070 | ПР, К, ЭР | 20 | 30 |
| АС-071 | ПР, К | 20 | 1440 |
| ПФ-020 | ПР, ЭР, О, ОБ, К | 20 | 300 |
| ПФ-0142 | ПР, К | 20 | 240 |
| | | 110 | 30 |
| ПФ-033 | ПР, О, ОБ | 170 | 20 |
| | | 20 | 300 |
| ПФ-078 | ПР, ЭР, БР, О, К | 105 | 35 |
| ГФ-017 | ПР, О, К | 125 | 30 |
| | | 160 | 15 |

| Марка грунтовок | Метод нанесения | Режим сушки | |
|---------------------|----------------------|-----------------|------------------------|
| | | температура, °С | продолжительность, мин |
| ГФ-018 | ПР, ЭР | 135 | 25 |
| ГФ-021 | ПР, ЭР, БР, ОБ, О, К | 20 | 1440 |
| | | 100 | 35 |
| ГФ-031 | ПР, К | 100 | 150 |
| ГФ-032 | ПР, К | 20 | 360 |
| | | 70 | 90 |
| ГФ-073 | ПР | 20 | 1440 |
| | | 105 | 30 |
| ГФ-0119 | ПР, ЭР, БР, О, К, ОБ | 20 | 720 |
| | | 110 | 35 |
| ГФ-0163 | ПР, ЭР, БР, О, К, ОБ | 20 | 2880 |
| | | 100 | 35 |
| В-МА-0220 | ПР, О, ОБ | 150 | 30 |
| КФ-030 желтая | ПР, К | 20 | 2400 |
| | | 70 | 240 |
| КФ-030 серо-зеленая | ПР, К | 20 | 2160 |
| | | 70 | 180 |
| В-КФ-093 | Э | 180 | 30 |
| ФЛ-03К | ПР, ЭР, БР, ОБ, О, К | 20 | 240 |
| | | 100 | 35 |
| ФЛ-03Ж | ПР, ЭР, БР, ОБ, О, К | 20 | 240 |
| | | 100 | 35 |
| ФЛ-086 | ПР, БР, ОБ, О, К | 20 | 1440 |
| | | 80 | 120 |
| ФЛ-087 | ПР, ОБ | 180 | 30 |
| ВЛ-02 | ПР, БР, К | 20 | 15 |
| ВЛ-023 | ПР, БР, К | 20 | 15 |
| УРФ-0106 | ПР | 20 | 240 |
| | | 80 | 30 |
| ЭП-09Т | ПР | 150 | 60 |
| ЭП-057 | ПР | 20 | 60 |
| | | 120 | 60 |
| ЭП-076 | ПР | 20 | 360 |
| ЭП-0156 | ПР, К | 60 | 360 |
| ЭП-0200 | ПР, В | 280 | 2 |
| ЭП-0228 | ПР, ЭР, БР, О | 150 | 20 |
| В-ЭП-0190 | Э | 180 | 30 |
| Б-ЭП-0126 | БР, К | 20 | 2160 |
| ЭФ-094 | БР, К | 20 | 1440 |
| ЭФ-065 | ПР, БР, К, В | 20 | 300 |
| ЭФ-0121 | ПР, БР | 20 | 60 |
| ЭФ-0137 | ПР, ЭР | 120 | 60 |
| ЭФ-065 | ПР, БР, К, В | 20 | 300 |
| В-ЭФ-0153 | ПР, ЭР | 155 | 30 |
| В-АУ-0150 | Э | 190 | 30 |
| В-КЧ-0207 | Э | 180 | 30 |
| ВД-КЧ-0178 | А | 130 | 30 |
| МС-067 | ПР, ЭР | 20 | 60 |
| ПЛ-0213 | ПР, ЭР | 150 | 20 |
| МЧ-042 | ПР, ЭР | 100 | 30 |
| ЭП-0010 | ПР, БР, К | 20 | 1440 |
| | | 60 | 420 |

ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕД ОКРАШИВАНИЕМ

В технологическом процессе окрашивания начальной операцией является подготовка поверхности. От нее во многом зависит срок службы покрытий и, соответственно, коррозионная стойкость окрашенных изделий. Современная подготовка поверхности включает не только обезжиривание, но и создание на поверхности металлов неметаллических, неорганических слоев (фосфатных, хроматных), увеличивающих физико-механические свойства и коррозионную стойкость ЛКП. Важной операцией является и пассивация, которая позволяет предотвратить коррозию подготовленной поверхности перед операцией окрашивания и также несколько увеличивает коррозионную стойкость окрашенных изделий.

3.1. СРЕДСТВА ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Для подготовки поверхности используются готовые обезжиривающие, фосфатирующие, хроматирующие, активирующие, пассивирующие составы, выпускаемые серийно. Использование рецептов, составляемых из солей на предприятиях-потребителях, вызывает значительный перерасход солей и существенно снижает качество подготовки поверхности.

3.1.1. Обезжиривающие растворы

Процесс обезжиривания заключается в удалении загрязнений с поверхности под воздействием специальных химических веществ. Для этого используются органические растворители, щелочные водные и эмульсионные составы.

Самое широкое распространение в настоящее время получили щелочные водные составы. Они экономичны, удаляют нерастворимые твердые и жировые, а также растворимые в воде загрязнения, при этом получается чистая гидрофильная поверхность. Эти составы не воспламеняются и относительно малотоксичны, поддаются регенерации методом ультрафильтрации и другими методами.

Недостатками этого процесса обезжиривания является большое время очистки, повышенная температура обработки (до 90 °С); необходимость механического перемешивания; окисление поверхности некоторых металлов, чрезмерное пенообразование, кроме того, имеются некоторые загрязнения, ко-

торые трудно смываются с помощью одного моющего вещества. Обработка деталей может вестись погружением в ванну, распылением в специальных установках, качающихся барабанах или шнековых конвейерах, паром с добавлением моющих составов, электролитически и ультразвуковым способом.

В настоящее время выпускается большое количество таких составов. Их назначение, рабочие параметры и концентрации приведены в табл. 3.1. В табл. 3.1 используются обозначения: C — массовая концентрация, B — щелочность «точки», T — температура, P — давление жидкости, τ — продолжительность обработки.

Довольно широко при обезжиривании поверхностей используют органические растворители на основе нефтепродуктов (уайт-спирит, нефрас 150/200) и хлорированные углеводороды. Преимуществами использования этих растворителей являются высокая скорость проникновения в загрязнения и удаление последних, возможность работы при низких температурах, повышенная способность воздействия на трудноудаляемые загрязнения, например воскообразные вещества с высокой температурой плавления, разрушение ЛКМ и нагаров, быстрое испарение с деталей избытка растворителя, нейтральный остаток на поверхности детали. Недостатками этих растворителей являются относительно высокая стоимость, следы загрязнений, остающиеся после испарения растворителя, которые могут оказаться недопустимыми, непригодность для определенных видов последующей обработки (гидрофобность поверхности), пожароопасность и токсичность, непригодность для определенных видов загрязнений, особенно растворимых в воде (мыла), необходимость использования специального дорогостоящего оборудования, сложность утилизации отходов очистки.

Обработка деталей может вестись погружением в ванну, погружением в сочетании с обработкой деталей щетками, струйной очисткой в замкнутой системе, в парах растворителя с последующим прополаскиванием в конденсате растворителя ультразвуком.

Уайт-спирит и нефрас 150/200 используются обычно для ручной протирки изделий, а хлорированные растворители используются в специальном оборудовании с регенерацией растворителей и холодильниками, исключающими попадание паров этих растворителей в окружающее пространство.

Режимы обработки деталей растворителями представлены в табл. 3.2.

Обезжиривание хладоном-113 и хладоном-30 проводят на оборудовании, полностью исключающем попадание паров в атмосферу.

При наличии на поверхности тяжелых загрязнений и невозможности использования органических растворителей при-

Таблица 3.1. Мощные щелочные составы, их назначение и рабочие параметры

| Материал обрабатываемых изделий | Метод обработки | Моющее средство | | | Режим обработки | | |
|--|-----------------|-----------------|----------------------|-------|-----------------|---------|--------|
| | | Марка | С, кг/м ³ | В | Т, °С | Р, МПа | τ, мин |
| Стальной прокат, стальное и чугунное литье | Погружение | КМУ-1 | 15—30 | 10—30 | 50—70 | — | 5—20 |
| | | КМ-18 | | | | | |
| | | КМ-19 | | | | | |
| | | МС-15 | | | | | |
| | | МС-17 | | | | | |
| | | КМ-1 | | | | | |
| | | КМ-3 | | | | | |
| | | КМ-5 | | | | | |
| | | МЛ-51 | | | | | |
| | | МЛ-52 | | | | | |
| | | МС-8 | | | | | |
| | | МС-6 | | | | | |
| | | ОС-1 | | | | | |
| | | Лабо-мид-203 | | | | | |
| Аэрол | | | | | | | |
| Вимол | | | | | | | |
| | Распыление | КМ-1 | 5—15 | 3—15 | 50—70 | 0,1—0,2 | 1—5 |
| | | КМ-5 | | | | | |
| | | МЛ-51 | | | | | |
| | | МС-6 | | | | | |
| | | Лабо-мид-101 | | | | | |
| | | Триас-А | | | | | |
| | | КМУ-1 | | | | | |
| МС-18 | | | | | | | |
| Алюминий и алюминиевые сплавы | Погружение | КМЭ-1 | | | | | |
| | | КМ-5 | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|------------|---|-------|-------|-------|---------|------|
| | | МЛ-52 МС-8 Лабо- мид-203 КМ-18 МС-15 МС-17 Омега 1 Импульс | 10—20 | 8—20 | 50—60 | — | 5—10 |
| | Распыление | МЛ-51 Лабо- мид-101 МС-6 КМ-5 МС-18 | 5—15 | 3—15 | 40—60 | 0,1—0,2 | 1—5 |
| Медь и ее сплавы, се- ребро, никель, ковар, инвар, суперинвар, ти- тан и его сплавы, цин- ковые сплавы | Погружение | МЛ-51 КМЭ-1 ОС-1 МЛ-52 КМ-1 КМ-5 Лабо- мид-203 Аэрол Вимол КМУ-1 МС-15 МС-17 КМ-18 | 20—40 | 32—55 | 60—80 | — | 3—15 |
| | Распыление | КМ-5 МС-6 МЛ-51 | 5—15 | 3—15 | 40—60 | 0,1—0,2 | 1—5 |

Продолжение табл. 3.1

| Материал обрабатываемых изделий | Метод обработки | Моющее средство | | | Режим обработки | | |
|---------------------------------------|-----------------|--|----------------------|---------------|-----------------|---------|--------|
| | | Марка | С, кг/м ³ | В | Т, °С | Р, МПа | τ, мин |
| Магниевые сплавы | Погружение | Лабо-мид-101 | | | | | |
| | | МС-18 | | | | | |
| | | КМ-3 КМ-5 МЛ-52 ОС-1 | 30—50 | 32—55 | 70—80 | — | 3—15 |
| | Распыление | Лабо-мид-203 | | | | | |
| | | КМ-18 МС-15 МС-17 | 30—50 | 32—55 | 70—80 | — | 3—15 |
| | | МЛ-51 Лабо-мид-101 МС-6 КМ-5 МС-18 | 5—15 | 3—15 | 40—60 | 0,1—0,2 | 1—5 |
| Загрунтованные или окрашенные металлы | Распыление | КМ-18 | 4—10 | 2—5 | 30—60 | 0,1—0,2 | 1—5 |
| | | Моноэтноламин ПАВ | 5—10 0,05—0,50 | Не определяют | 30—60 | 0,1—0,2 | 5—20 |
| | Погружение | КМ-18 | 5—20 | 2,5—10 | 30—60 | — | 5—20 |
| | | Моноэтноламин ПАВ | 5—10 0,5—3,0 | Не определяют | 30—60 | — | 5—20 |

Таблица 3.2. Органические растворители для обезжиривания поверхностей и их рабочие параметры

| Наименование | Т, °С | Р, МПа | τ, мин | | |
|--|-------|---------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| | | | погру- жение | распы- ление | пары рас- творителя |
| Тетрахлорэтилен | 20±5 | — | 1—5 | — | — |
| Трихлорэтилен стабилизированный | 15—40 | 0,05— 0,30 | — | 1—2 | — |
| | 40±5 | — | 1—3 | — | — |
| Тетрахлорэтилен | 121±5 | — | — | — | 2—3 |
| Тетрахлорэтилен стабилизированный | 87±5 | — | — | — | 2—3 |
| Хладон-113, хладон-30, нефрас С-150/200, уайт-спирит | 20±5 | — | 1—5 | — | — |

Таблица 3.3. Эмульсионные составы для обработки поверхностей и их рабочие параметры

| Материал обрабатываемых изделий | Марка состава | С, кг/м³ | рН | Т, °С | Р, МПа | τ, мин | |
|---------------------------------|---------------|----------|----------|-------|---------|-----------------|----------------------|
| | | | | | | погру- жения | рас- пыле- ния |
| Все металлы | ТМС-31-1А | 60—80 | 8,2—8,6 | 20—60 | — | 5—20 | — |
| | Аполир-К | 30—75 | — | 60—70 | — | 5—20 | — |
| Черные металлы | ЭО-1 | 40—100 | 9,6—10,0 | 15—30 | 0,1—0,2 | — | 1—2 |
| | ЭО-1 | 40—230 | 9,6—10,0 | 15—30 | — | 5—30 | — |

меняют эмульсионные составы, которые сочетают в себе свойства щелочных составов и растворителей. Однако использование эмульсионных составов служит как дополнительная операция и требует последующей обработки в щелочных составах. В связи с этим применение эмульсионных составов для обработки поверхностей перед окрашиванием ограничено. Режим обработки деталей в этих составах и параметры составов представлены в табл. 3.3.

Для обезжиривания поверхности пластмасс используется состав КМ-5. Обезжиривание проводится погружением или

распылением. Обезжиривание погружением проводится в ванне с концентрацией КМ-5 50 кг/м^3 в течение 20 мин при температуре $50 \pm 5^\circ\text{C}$. Обезжиривание методом распыления проводится при концентрации КМ-5 $10\text{--}15 \text{ кг/м}^3$ в течение 1—5 мин при температуре раствора $50 \pm 5^\circ\text{C}$, давление струи составляет $0,08\text{--}0,15 \text{ МПа}$. При этом в раствор КМ-5 добавляют пеногаситель — уайт-спирит ($0,1\text{--}0,4 \text{ кг/м}^3$) или синтетические жирные спирты (фракция $\text{C}_{10}\text{--}\text{C}_{13}$ или $\text{C}_{12}\text{--}\text{C}_{16}$ — $0,4 \text{ кг/м}^3$).

После обезжиривания производятся две последовательные промывки водой при $20 \pm 2^\circ\text{C}$ по 2 мин каждая — первая промывка водопроводной, вторая — деминерализованной водой.

В качестве дополнительных вариантов подготовки поверхности пластмасс рекомендуется обезжиривание растворителями и травление хромовой смесью.

Для обезжиривания применяются следующие составы растворителей, % (об.):

| | |
|---------------------|----|
| • 1. Этилцеллозольв | 50 |
| Этиловый спирт | 50 |
| 2. Этилцеллозольв | 70 |
| Бутилацетат | 30 |
| 3. Бутиловый спирт | 40 |
| Бутилацетат | 60 |

Перед применением состав растворителей корректируется в зависимости от степени растворения поверхности пластмассы. При сильном растворении поверхности рекомендуется увеличить концентрацию менее активных растворителей — спиртов — в составах 1 и 3, этилцеллозольва — в составе 2.

Активация поверхности пластмасс проводится предварительным обезжириванием уайт-спиритом с последующей обработкой хромовой смесью, состоящей из концентрированной серной кислоты (96%), бихромата калия и воды в соотношении $100:5:3$ масс. ч. методом погружения или нанесением кистью. Продолжительность обработки — около 30 мин. Активированная поверхность тщательно промывается водой и высушивается обдувом теплым воздухом.

3.1.2. Фосфатирующие растворы

Для улучшения физико-механических и антикоррозионных свойств ЛКП на черных и низколегированных сталях, а также цинке и иногда алюминии все шире используется процесс фосфатирования.

Несмотря на усложнение технологии подготовки поверхности за счет введения еще одной операции и удорожание агрегата подготовки поверхности, введение фосфатирования является

экономически целесообразным, так как позволяет увеличить срок службы ЛКП на 30—50%. Особенно необходима эта операция при окраске электроосаждением (как анодным, так и катодным) и автоосаждением.

Фосфатирующий состав представляет собой смесь фосфорной и азотной кислот, оксида цинка и целевых добавок. В последнее время появились универсальные обезжиривающе-фосфатирующие составы, которые позволяют сократить число операций и удешевить процесс подготовки поверхности.

Фосфатирующие растворы в процессе эксплуатации очищают от шлама непрерывной фильтрацией, отстаиванием и т. п. При приготовлении фосфатирующих растворов применяют деминерализованную воду.

Для получения цинк-фосфатных покрытий с поверхностной плотностью 2—3 г/м² и сокращения потерь химикатов в результате образования шлама в фосфатирующий раствор на основе КФ-1 вводят сегнетову соль (калий-натрий виннокислый) в количестве 0,10—0,15 кг на 1 м³ раствора.

Свойства фосфатирующих растворов и режимы фосфатирования приведены в табл. 3.4. В таблице используются следующие обозначения: $K_{св}$, K_o — свободная и общая кислотность «точки»; C_{Zn} , C_{Zn+Ni} и C_{NaNO_2} — массовые концентрации Zn, суммарная Zn и Ni и $NaNO_2$ соответственно. Прочерк в таблице означает, что параметр не контролируется.

3.1.3. Активирующие растворы

Для обеспечения постоянного качества фосфатных слоев на основе солей цинка, сокращения расхода фосфатирующих растворов и нормализации поверхности перед фосфатированием проводят операцию активации специальным титан-фосфатным соединением.

Активирующий состав вводят или в ванну обезжиривания при обработке распылением, или в ванну промывки при обработке погружением.

Свойства активирующих составов и режимы обработки приведены в табл. 3.5.

Нормы расхода фосфатирующих и активирующих составов приведены в табл. 3.6.

3.1.4. Хроматирующие растворы

Наряду с фосфатированием для создания на поверхности металлов неметаллического неорганического покрытия используется хромирование. Этот метод обладает следующими преимуществами по сравнению с фосфатированием: обработка может проводиться при температуре около 20 °С; время обработ-

Таблица 3.4. Фосфатирующие составы, их назначение и рабочие параметры

| Вид покрытия | Состав (кг/м ³) | Свойства фосфатирующего | | |
|----------------------|--|-------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| | | K _o | K _{св} | C _{Zn} , кг/м ³ |
| Цинк-фосфатное | 1. Концентрат КФ-1 (24); 20%-й раствор гидроксида Na (3,0—3,5); 10%-й раствор нитрита Na (1,8—2,2) | 10—14 | 0,6—0,7 | 2,6—2,8 |
| | 2. Концентрат КФ-1 (33,4); 20%-й раствор гидроксида Na (4,5—6,0) | 17—19 | 1,5—1,4 | 4,2—4,5 |
| | 3. Концентрат КФ-3 (72,5); 20%-й раствор гидроксида Na (11,9—14,3); концентрат КФ-1 (корректирующий) | 20—25 | 1,1—1,3 | 8,0—10,0 |
| | 4. Концентрат КФ-1 (38,4); 10%-й раствор нитрита Na (2,8—3,1) | 17—19 | 6—7 | 4,2—4,5 |
| | 5. Концентрат КФ-3 (72,5); концентрат КФ-1 (корректирующий) | 20—25 | 2,2—2,3 | 8,0—10,0 |
| | 6. Концентрат КФ-3 (72,5); 20%-й раствор гидроксида Na (11,9—14,3) концентрат КФ-1 (корректирующий) | 20—25 | 1,1—1,3 | 8—10 |
| Цинк-барий-фосфатное | Гидрофосфат цинка (8,0—12,0); нитрит Ba (30,0—40,0); нитрит Zn (10,0—20,0) | — | — | — |
| Цинк-фосфатное | Концентрат КФ-12 (20); 20%-й раствор гидроксида Na (17); концентрат КФ-12 (корректирующий) | 7—13 | 0,1—0,4 | 0,5—1,0 |
| Железо-фосфатное | 1. Концентрат КФА-8 (18,4); 20%-й рас- | 5—6 | — | — |

| раствора | C _{NaNO₂} , кг/м ³ | Метод обработки | Режим обработки | | Область применения |
|-------------|---|-----------------|------------------------------|---|--------------------|
| | | | τ, мин | T, °C | |
| 0,101—0,156 | Распыление | 1,5—2,0 | 45—55 (P = 0,08—0,10 МПа) | Фосфатирование углеродистых сталей для повышения адгезии и защитных свойств ЛКП перед анодным электроосаждением | |
| 0,149—0,163 | Погружение | 5,0—10,0 | 45—55 | То же | |
| — | То же | 4,0—5,0 | 50—55 | » | |
| 0,198—0,246 | » | 5,0—10,0 | 70—75 | Для повышения адгезии и защитных свойств покрытий низколегированных механически зачищенных сталей | |
| — | » | 5,0—10,0 | 75—80 | Фосфатирование углеродистых и низколегированных сталей без предварительной механической очистки для повышения адгезии и защитных свойств покрытий | |
| — | Погружение | 3,0—10,0 | 50—60 | Фосфатирование чугуна для повышения защитных свойств покрытий | |
| — | То же | 10—15 | 75—85 | Фосфатирование стальных частично или полностью окрашенных кадмированных и хромированных изделий | |
| 0,104—0,121 | Распыление | 1,5—2,5 | 50—60 (P = 0,09—0,12 МПа) | Фосфатирование углеродистых сталей перед катодным и анодным электроосаждением, а также для повышения адгезии и защитных свойств ЛКП | |
| — | То же | 2—5 | 50—60 | Одновременное обезжиривание и фосфати- | |

| Вид покрытия | Состав (кг/м³) | Свойства фосфатирующего | | |
|-----------------------|--|-------------------------|----------|------------------|
| | | K_o | $K_{св}$ | C_{Zn} , кг/м³ |
| | твор гидроксида Na (7,0—9,0) | | | |
| | 2. Концентрат КФА-8 (3,77); 20%-й раствор гидроксида Na (14—18); NaF·HF или NH ₄ F·HF или NaF (0,5 из расчета на ион E) | 11—15 | — | — |
| | 3. Концентрат КФА-5 | 25—35 | — | — |
| | 4. Гидрофосфат Na (10,0); молибдат аммония (0,1); танин (0,1) | — | — | — |
| Цинк-фосфатное | Концентрат КФ-7 (45—55); 20%-й раствор гидроксида Na (18,0—18,5) | 18—20 | 0,6—0,7 | 5,0—6,0 |
| Цинк-магний-фосфатное | Гидрофосфат цинка (10,0—15,0) нитрит Mg (70,0—100); нитрит Fe (1,7—2,0); щавелевая кислота (1,6—2,0); оксалат цинка (до насыщения); моющее средство «Прогресс» (4) | — | — | — |

Таблица 3.5. Свойства, назначение и рабочие параметры активирующих

| Характеристики изделий | Наименование состава | C , кг/м³ | Режим обработки | |
|--|------------------------------------|-------------|-----------------|--------------|
| | | | T , °C | τ , мин |
| Изделия из углеродистой низколегированной стали и чугуна | АФ-1 | 0,4—0,5 | | |
| | АФ-1 | 0,4—0,5 | | |
| | АФ-3 | 0,1—1,5 | | |
| | АК-1 | 5,0—10,0 | | |
| | АФ-1 в обезжиривающем растворе | 0,4—0,5 | | |
| Пружины, изделия с цементированными и азотированными поверхностями | Хлороводородная или серная кислота | 50—100 | | |
| | Хлороводородная кислота | 50—100 | | |
| | Уротропин | 40—50 | | |

| раствора | Метод обработки | Режим обработки | | Область применения |
|----------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|
| | | τ , мин | T , °C | |
| C_{NaNO_2} , кг/м³ | | | | |
| — | Распыление | 2—5 | 50—60 ($P=0,12-0,15$ МПа) | рование стали, горячеоцинкованной и электролитически оцинкованной стали перед окрашиванием |
| — | Пароструйный | 0,5—0,8 (1 м² одним распылителем) | 135—145 ($P=0,9$ МПа) | Одновременное обезжиривание и фосфатирование крупногабаритных изделий из углеродистых сталей |
| — | Распыление | 1,5—30 | 60—70 ($P=0,1-0,15$ МПа) | Для повышения адгезии перед окрашиванием порошковыми материалами углеродистых сталей |
| — | Погружение | 10—15 | 25—30 | Фосфатирование электролитически оцинкованных сталей перед окрашиванием |
| — | Погружение | 5—20 | 70—80 | Фосфатирование стальных, частично или полностью оцинкованных изделий (деталей), имеющих пескоструйные, шлифованные, полированные поверхности |

составов

| Метод обработки | рН | В или К | Режим обработки | |
|-----------------|---------|---------|-----------------------------|--------------|
| | | | T , °C | τ , мин |
| Распыление | 7,2—7,8 | 1 | 30—40 ($P=0,1-0,2$ МПа) | 0,5—2,0 |
| Погружение | 7,2—7,8 | 1 | 30—40 | 0,5—2,0 |
| | 8,5—9,1 | 3,0—3,5 | 30—40 | 0,5—2,0 |
| » | 1,8—2,0 | 11—22 | 20—35 | 1,0—5,0 |
| | — | — | 30—70 | — |
| Погружение | — | — | — | 1,0—6,0 |
| То же | — | — | 15—35 | 1,0—2,0 |

ки от 5 до 30 с; более высокая коррозионная стойкость в сочетании с ЛКП; высокие физико-механические свойства, позволяющие профилировать окрашенные поверхности; возможность обработки различных материалов. Недостатком процесса хроматирования является наличие хрома в сточных водах. Однако новые составы типа «Формихром» позволяют проводить хроматирование без последующей промывки, что заметно облегчает эту проблему, а при нанесении валковым методом сточных вод нет совсем. Свойства хроматирующих составов и параметры обработки приведены в табл. 3.7.

3.1.5. Пассивирующие растворы

Последней стадией подготовки поверхности является пассивирование. Используются для этой цели различные окислители — соединения хрома, нитрит натрия и др. Операция пассивирования необходима, если проводится только обезжиривание, так как при сушке возможна вторичная коррозия. Использование этой операции после фосфатирования также значительно повышает коррозионную стойкость последующего ЛКП. Недостатком этого процесса является наличие хрома или других окислителей в сточных водах. Параметры пассивирующих составов и режимы обработки приведены в табл. 3.8.

3.1.6. Травильные растворы

Окрашивание поверхностей со следами ржавчины или окалин обычным ЛКМ не допускается. Для удаления их после операции обезжиривания проводится операция травления в кислотах с добавлением ингибиторов.

Свойства травильных растворов и параметры обработки ими приведены в табл. 3.9.

Толстые слои окалины и ржавчины с изделий из черных металлов сложной формы удаляют погружением в расплав гидроксида натрия (420—480 °С) или расплав смеси гидроксида натрия в соотношении 3:1 (450—500 °С) на 10—45 мин. При этом операцию обезжиривания не проводят.

Для удаления окалины и ржавчины с поверхности крупногабаритных изделий применяют травильную пасту, которую наносят шпателем, штукатурными лопатками или пастопультом и выдерживают в течение 1—6 ч, после чего поверхность промывают водой и на 0,5—1,0 ч наносят пассивирующую пасту, затем промывают и сушат.

Составы травильной и пассивирующей паст (кг) приведены ниже:

Таблица 3.6. Расход фосфатирующих и активирующих составов и добавок

| № пп. | Наименование | Способ применения | Нагрузка на ванну, м ² /(ч·м ³) | Расход, кг/100 м ² |
|-------|--|--|--|--|
| 1 | АФ-1 | Распыление (активатор вводят в ванну обезжиривания) | 40—100 | 0,04—0,02 |
| 2 | АФ-3 | Погружение (активатор вводят в ванну промывки) | 25—50 | 0,12—0,06 |
| 3 | АФ-33% и триполифосфат натрия 67% | То же » | 25—50 7—10 | 0,04—0,02 0,26—0,20; 0,09—0,07; 0,17—0,13 |
| 4 | КФ-1 | Распыление с применением сегнетовой соли и АФ-1 | 40—100 | 2,5—2,3 |
| 5 | КФ-1 в сочетании с нитритом Na и сегнетовой солью | Распыление с применением сегнетовой соли без предварительной обработки активатором | 40—100 | 3,2—2,9 |
| | Нитрит Na | Распыление при введении в раствор КФ-1 | 40—100 | 0,36—0,23 (в пересчете на основное вещество) |
| | Сегнетова соль | То же | 40—100 | 0,12—0,1 |
| 6 | КФ-12 в сочетании с нитритом Na и КФ-12К | Распыление при температуре 50 °С | 40—100 | 0,1—0,05 |
| | КФ-12К (корректирующий) | То же | 40—100 | 1,8—1,3 |
| | Нитрит Na | Распыление при введении в раствор КФ-12 | 40—100 | 0,12—0,10 (в пересчете на основное вещество) |
| 7 | КФ-1 в сочетании с нитритом Na | Погружение при температуре раствора 50—70 °С и предварительной активации АФ-3 или щавелевой кислотой | 25—50 | 3,0—2,5 |
| | Нитрит Na | Погружение в раствор КФ-1 при температуре 50—70 °С | 25—50 | 0,2—0,14 (в пересчете на основное вещество) |
| 8 | КФ-3 в сочетании с КФ-1 | Погружение при температуре 50—70 °С | 25—50 | 0,3—0,15 |
| | КФ-1 (корректирующий) | То же | 25—50 | 2,0—1,7 |
| 9 | КФ-3 в сочетании с КФ-1 и нитритом Na | » | 7—10 | 0,6—0,4 |
| | КФ-1 (корректирующий) | » | 2,0—1,7 | 2,0—1,7 |
| | Нитрит Na | » | — | 0,07—0,08 |
| 10 | КФА-5 | Пароструйный метод | — | 8,0 |
| 11 | КФА-8 | Распыление при обработке стали | 40—100 | 2,5—2,0 |
| 12 | КФА-8 в сочетании с NaF·HF или NH ₄ ·HF или NaF, KF | Распыление при обработке алюминия и его сплавов | 40—100 | 0,49 |
| | NaF·HF | То же | 40—100 | 0,45 |
| | NH ₄ ·HF | » | 40—100 | 0,65 |
| | NaF, KF | » | 40—100 | 0,89 |

Таблица 3.7. Свойства хромирующих составов, их назначение и параметры процесса

| Состав | | Металл | Метод нанесения | Параметры процесса | | | | |
|--------------|---|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------|---------------------------------|------|----------------------------|
| Наименование | C, кг/100 л | | | содержание CrO ₃ , «точки» | pH | содержание активного фтора, г/л | τ, с | T, °C |
| КХЦ-1А | 6 | Оцинкованная сталь | Распыление, грузенне | по- Не ниже 12 | 0,9—1,4 | 0,43—0,44 | 8—30 | 20—25 (P = 0,1—0,2 МПа) |
| Алькон-1 | 2 1 г/л [K ₃ Fe(CN) ₆] | Алюминий и алю-миниевые сплавы | То же | 5,5—6,5 | 1,2—1,6 | 0,123 | 5—30 | 20—40 |
| Форми-хром | 0,8—1,5 | Сталь, цинк, алю-миний | Погружение, распыление, валком | 7,5—8,5; 3,0—4,0 | 1,5—1,8 | — | 5—10 | 20—30 |

Примечание. Смена ванн производится 1 раз в 3 месяца при постоянной корректировке.

Таблица 3.8. Пассивирующие составы, состав, назначение и параметры процесса обработки

| Характеристика изделий из стали и чугуна | Пассивирующий материал | C, кг/м ³ | | Погружение | | Распыление | |
|---|--|----------------------|------------|------------|---------|------------|---------|
| | | погружение | распыление | T, °C | τ, мин | T, °C | τ, мин |
| Без покрытия или с цинк-фосфатным покрытием | Вещества, содержащие Cr(VI) в пересчете на хромовый ангидрид | 0,1—0,2 | 0,1—0,2 | 40—50 | 0,5—1,0 | 40—50 | 0,5—1,0 |
| Без фосфатного покрытия | Нитрит Na | 4,0—5,0 | 1,0—2,0 | 50—60 | 1,0—2,0 | 45—50 | 1,0—2,0 |
| | КП-2А | 0,35—0,7 | 0,35—0,7 | 40—50 | 0,5—1,0 | 40—50 | 0,5—1,0 |
| | Моно- или триэтаноламин | 5,0—10,0 | 3,0—5,0 | 40—60 | 2,0—3,0 | 40—60 | 1,0—2,0 |
| С цинк-фосфатным покрытием, полученным из растворов КФ-1, КФ-3, КФ-12 | КП-2А | 0,35—0,7 | 0,35—0,7 | 40—50 | 0,5—1,0 | 40—50 | 0,5—1,0 |

Таблица 3.9. Состав травильных растворов и параметры процесса (в скобках приведены данные для распыления)

| Материал изделий | Состав раствора, кг/м ³ | T, °C (P, МПа) | τ, мин |
|---|--|-----------------------------------|-------------|
| Углеродистая сталь, низколегированная сталь | 1. Серная кислота 200—250 (50—100); ингибитор катапин, ПБ-6, ХОСП-10 и др. 1—5 (5—10) | 60—80 (60—80 °C; P = 0,1—0,2 МПа) | 10—30 (3—5) |
| | 2. Хлороводородная кислота 30—50; серная кислота 175—200; ингибитор (катапин, ПБ-6, ХОСП-10 и др.) 1—5 | 15—35 | 3—30 |
| | 3. Хлороводородная кислота 200—250 (50—100); ингибитор (катапин, ПБ-6, ХОСП-10 и др.) 1—5 (5—10) | 15—35 (15—35 °C, P = 0,1—0,2) | 10—30 (2—3) |
| | 4. Серная кислота 120—170; хлорид Na 140—180 | 65—85 | 6—8 |
| | 5. Серная кислота 125—300; хлорид Na 30; присадка ЧМ 1—2 | 15—35 | 50—60 |
| Сталь, имеющая сварные швы, чугунное литье | Ортофосфорная кислота 100—500 (50—100) | 70—80 (60—80 °C; P = 0,1—0,2 МПа) | 20—60 (5—8) |
| | Состав 1120 100—150 | 15—40 | 20—60 |
| Коррозионно-стойкие стали | 1. Хлороводородная кислота 200—300; азотная кислота 50—100; хлорид железа 20—120 | 15—35 | 30 |
| | 2. Серная кислота 80—110; азотная кислота 100—200; фтороводородная кислота 15—50 | 15—35 | 10—60 |
| | 3. Азотная кислота 350—400; фтороводородная кислота 15—25 | 15—35 | 10—20 |
| | 4. Хлороводородная кислота 100—250; уротропин 10—20 | 15—35 | 10—30 |
| | 5. Хлороводородная кислота 100—250; серная кислота 300—400; ингибитор КС 2—3 | 15—35 | 5—20 |
| | 6. Хлороводородная кислота 300—600; азотная кислота 80—100 | 15—35 | 5—10 |
| | 7. Гидроксид Na 40—60 | 45—60 | До 2 |

Продолжение табл. 3.9

| Материал изделий | Состав раствора, кг/м ³ | T, °C (P, МПа) | τ, мин |
|--|--|-------------------|-------------------------------|
| Алюминий и алюминевые сплавы | 1. Гидроксид Na 10—15; нитрит Na 5—10; кальцинированная сода 12—15 | 40—55 | До 2 |
| | 2. Гидроксид Na 20—35; кальцинированная сода 20—30 | 40—55 | До 2 |
| Высокремнистые алюминевые сплавы | 1. Азотная кислота 230—280; фтороводородная кислота 7—10 | 15—35 | 5—20 |
| | 2. Азотная кислота 40—52; фтороводородная кислота 130—140 | 15—40 | 1—3 |
| | 3. Азотная кислота 660—680; фтороводородная кислота 120—140 | 15—35 | До 3 |
| Медь и ее сплавы | 1. Серная кислота 180—200 | 15—35 | 1—20 |
| | 2. Серная кислота 8—12; сульфат Fe(III) 90—110 | 15—35 | 0,2—0,3 |
| Медь и ее сплавы с сильно окисленной поверхностью и бериллиевые бронзы | Гидроксид Na 400—600; нитрит Na 200—250 | 136—145 | 20—30 |
| Суперинвар, инвар, ковар без окалины | 1. Хлороводородная кислота 400; серная кислота 200 | 60—80 | 0,1—0,3 |
| | 2. Хлороводородная кислота 1000 | 15—25 | 1—2 |
| | 3. Хлороводородная кислота 1000; формалин 50 | 60—80 | 20—60 |
| Ковар, инвар, суперинвар с плотным слоем окалины | 1. Хлороводородная кислота 1000; уротропин 40—50 | 40—50 | 10—15 |
| | 2. Хлороводородная кислота 1000; формалин 50 | 60—80 | 20—60 |
| Пермаллой | Хлороводородная кислота 150; азотная кислота 750; серная кислота 100 | 15—35 | 15—30 |
| Никель, монель-металл | Серная кислота 500; азотная кислота 500; хлорид натрия 5—10 | 15—35 | 2—3 с промежуточной промывкой |

Травильная паста

| | |
|---|-----|
| Вода | 170 |
| Ингибитор (ПБ-5, катапин, ХОСП-10 и другие) | 5 |
| Контакт Петрова | 5 |
| Серная кислота (плотность 1840 кг/м ³) | 77 |
| Ортофосфорная кислота (плотность 1700 кг/м ³) | 24 |
| Хлороводородная кислота (плотность 1190 кг/м ³) | 213 |
| Сульфитцеллюлозный щелок | 146 |
| Инфузорная земля (трепел) | 360 |

Пассивирующая паста

| | |
|---------------------------|-----|
| Вода | 472 |
| Сульфитцеллюлозный щелок | 96 |
| Гидроксид Na | 9 |
| Бихромат Na(K) | 23 |
| Инфузорная земля (трепел) | 380 |

3.1.7. Модификаторы (преобразователи) ржавчины

Ржавчина обычно представляет собой сложную систему, состоящую из продуктов коррозии железа (различных модификаций гидроксидов и оксидов) и посторонних примесей (солей, природной и производственной пыли и др.). Фазовый и химический составы, а также свойства этих продуктов зависят от агрессивности среды, в которой они образовались.

Модификаторами ржавчины являются вещества, способные обезвреживать агрессивные примеси и стабилизировать состояние ржавчины. Они обычно представляют собой кислые ингибированные растворы с органическими комплексообразователями или грунтовок на основе синтетических или природных пленкообразователей, содержащие активные добавки, ингибиторы и т. п.

Модификаторы ржавчины рекомендуется использовать только в тех случаях, когда технические методы и средства удаления ржавчины (дробеструйная, дробеметная очистка, травление и др.) неприменимы, а также когда на поверхности металла после очистки, например, ручным способом остаются продукты коррозии.

Модификаторы ржавчины применяются, как правило, в комплексе с ЛКП. Нанесение и сушка ЛКП осуществляются в соответствии с нормативно-технической документацией.

Модификаторы ржавчины не рекомендуется применять при защите изделий, эксплуатирующихся в районах с тропическим климатом, независимо от используемых ЛКМ; в комплексных системах ЛКП при требованиях к декоративному виду выше класса V по ГОСТ 9.032—74; в производственных условиях, где возможно применение дробеметной, дробеструйной очистки или химических методов удаления продуктов коррозии и окалины.

Таблица 3.10. Рекомендуемые области применения модификаторов ржавчины
прочерк — нет сведений)

| Изделия и условия эксплуатации | Обозначение условий эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 | ЭВА-0112 | ЭВА-0115СИ | ЭП-0150 | ЭП-0191 |
|--|---|----------|------------|---------|---------|
| Металлоконструкции и оборудование в умеренном климате | У1, У2 | Р | Р | Р | Р |
| Металлоконструкции и оборудование в холодном климате | ХЛ1, ХЛ2 | Д | Д | Д | Р |
| Сельхозтехника (ремонт) | У1, У2 | Р | Р | Д | — |
| Ж.-д. транспорт (ремонт вагонов) | У1, У2 | Д | Д | — | — |
| Автотранспорт (днища автомобиля под битумные покрытия) | У1, У2 | Д | Д | Д | — |
| Межоперационное хранение (самостоятельная защита без дополнительного перекрытия) | У1, У2, УХЛ4 | Р | Р | Р | Р |
| Подземные условия (воздействие повышенной влажности и агрессивных ионов) | В5 | НР | НР | Р | Р |
| Специальные условия (животноводческие помещения и птичники) | 5 | Д | Д | Р | — |
| Воздействие паров и воды: | | | | | |
| пресной | 4/1 (ГОСТ 9.032—74) | Д | Д | Р | Р |
| морской | 4/2 (ГОСТ 9.032—74) | Д | Д | — | Р |
| Воздействие бензина, керосина и других нефтепродуктов | 6/2 (ГОСТ 9.032—74) | Р | Р | Р | Р |
| Воздействие различных химических реагентов | 7 (ГОСТ 9.032—74) | НР | НР | Р | — |

(Р — рекомендуется, Д — допускается, НР — не рекомендуется,

| ЭП-0199 | МС-0152 | П-ПФ | № 444 | № 3 | ПРЛ-СХ | ЭКЦ-0184 | 82-13-81 | ППР-1 |
|---------|---------|------|-------|-----|--------|------------------|------------------|-------|
| Р | Р | Р | Р | Д | Д | Р (для У2, УХЛ4) | Р (для У2, УХЛ4) | Р |
| — | — | Д | Д | — | — | НР | НР | — |
| Р | Д | Д | Д | НР | — | — | — | Д |
| Р | — | Д | Д | НР | Р | НР | НР | Д |
| Р | Д | Д | — | Р | Д | НР | НР | — |
| Р | НР | Р | НР | НР | НР | НР | НР | НР |
| Д | Р | — | — | Р | НР | НР | НР | НР |
| Р | — | Д | Р | Д | Д | НР | НР | Д |
| Р | Р | Д | НР | Р | — | НР | НР | НР |
| Д | Р | Д | НР | Д | — | НР | НР | НР |
| Р | — | Р | Д | — | — | НР | НР | НР |
| Р | Д | НР | НР | НР | НР | НР | НР | НР |

Грунтовка-модификатор ржавчины ЭВА-0112 (ТУ 6—10—1234—79)

Двухкомпонентная система, состоящая из основы и ортофосфорной кислоты, смешиваемых непосредственно перед применением в соотношении 100 масс. ч. основы: 3 масс. ч. 85%-й ортофосфорной кислоты по ГОСТ 6552—80 (или 4 масс. ч. пищевой термической ортофосфорной кислоты по ГОСТ 10678—76). Срок хранения грунтовки после добавления кислоты — не более 24 ч.

Основу грунтовки ЭВА-0112 необходимо хранить при температуре не ниже 0 °С в кислотостойкой посуде: стеклянной, фарфоровой, керамической, а также в алюминиевых или железных бочках с пластмассовыми вкладышами.

Гарантийный срок хранения основы грунтовки ЭВА-0112 — 6 мес. По истечении указанного срока основа грунтовки подлежит перепроверке по всем показателям ТУ.

Наносят грунтовку на поверхность корродированного металла методом пневматического распыления с помощью краскораспылителя или вручную — кистью, валиком. До рабочей вязкости грунтовку ЭВА-0112 разводят водой (конденсатом).

Рекомендуемые области применения модификаторов ржавчины представлены в табл. 3.10.

Грунтовка-модификатор ржавчины ЭВА-01-ГИСИ (ТУ 81—05—121—78)

Двухкомпонентная система, состоящая из основы и 70%-го раствора ортофосфорной кислоты термической (ГОСТ 10678—76), смешиваемых перед применением в соотношении: 100 масс. ч. основы: 5—7 масс. ч. кислоты. Срок хранения грунтовки после добавления кислоты — не более 24 ч.

Основу грунтовки ЭВА-01-ГИСИ необходимо хранить при температуре не ниже 0 °С в кислотостойкой посуде: стеклянной, фарфоровой, керамической, пластмассовой, в алюминиевых или железных бочках с пластмассовым вкладышем.

Гарантийный срок хранения основы грунтовки — 6 мес. По истечении указанного срока основа грунтовки подлежит перепроверке по всем показателям ТУ.

Наносят грунтовку методом пневматического или безвоздушного распыления, кистью, валиком. Перед нанесением ее фильтруют через капроновое сито 250—300 меш. До рабочей вязкости грунтовку разводят обессоленной водой (конденсатом).

Рекомендуемые области применения ЭВА-01-ГИСИ представлены в табл. 3.10.

Грунтовка-модификатор ржавчины МС-0152 (ТУ 6—10—100—96—77)

Поставляется в виде однокомпонентной системы. Грунтовку МС-0152 следует хранить в герметически закрытой таре в по-

мещении для ЛВЖ с приточно-вытяжной вентиляцией при температуре не ниже 10 и не выше 30 °С.

Не допускается хранение грунтовки вблизи источников тепла, на открытых площадках, под навесом, если при этом она может нагреваться падающими лучами солнца, или в плохо закрывающейся таре.

При длительном хранении грунтовки возможно ее раскисление и увеличение вязкости. В этом случае ее перемешивают и разбавляют ацетоном или циклогексаном, добавленным в количестве не более 10% (масс.).

Грунтовку МС-0152 следует наливать только в кислотостойкую тару.

Грунтовку наносят пневмораспылением, кистью или валиком.

Рекомендуемые области применения МС-0152 представлены в табл. 3.10.

Грунтовка-модификатор ржавчины ЭП-0180 (ТУ 6—10—1658—82)

Двухкомпонентная система, состоящая из основы и отвердителя № 1 (ТУ 6—10—1263—77), смешиваемых за 30 мин до применения в соотношении: 100 масс. ч. основы: 7,5 масс. ч. отвердителя № 1. Жизнеспособность грунтовки с отвердителем — не менее 8 ч.

После введения отвердителя грунтовку разбавляют до рабочей вязкости растворителем (ксилол:ацетон:этилцеллозольв=40:30:30) и фильтруют. Допускается использовать растворители 646 и Р-4.

Грунтовка хорошо сочетается с обычными химически стойкими материалами на хлорвиниловой и эпоксидной основе. Эпоксидные покрывные материалы наносят через 24 ч после нанесения ЭП-0180. Для обеспечения надежной защиты в кислых средах хлорвиниловые покрывные материалы наносят по недосушенному слою ЭП-0180 (через 6—10 ч после ее нанесения).

Гарантийный срок хранения грунтовки — 12 мес.

Рекомендуемые области применения ЭП-0180 представлены в табл. 3.10.

Консервант-модификатор ржавчины П-1ТФ (ТУ 6—15—987—76)

Однокомпонентная система, поставляемая в готовом виде. Хранят и транспортируют П-1ТФ в кислотостойкой закрытой таре. Температура замерзания составляет —12 °С, однако замерзание и последующее оттаивание не снижают активности модификатора. При необходимости предотвратить замерзание П-1ТФ разбавляют гидролизным спиртом (до 30%), при этом температура замерзания снижается до —30 °С.

Гарантийный срок хранения консерванта — модификатора ржавчины — 24 мес.

Наносить масляные и алкидные лакокрасочные материалы на поверхности, обработанные составом П-1ТФ, не рекомендуется из-за медленного их отверждения.

Рекомендуемые области применения П-1ТФ представлены в табл. 3.10.

Грунтовка-модификатор ржавчины ЭП-0191 (ТУ 6—10—16—92—86)

Двухкомпонентная система, состоящая из суспензии пигментов и наполнителей в растворе смолы Э-40 и включающая пластификатор, специальные добавки и отвердитель № 1 (ТУ 6—10—1263—77); компоненты смешиваются за 30 мин до применения в соотношении: 100 масс. ч. основы: 7,5 масс. ч. отвердителя № 1. Жизнеспособность с отвердителем — не менее 16 ч. После введения отвердителя грунтовку разбавляют этилцеллозольвом до рабочей вязкости 18—30 с по вискозиметру ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм при температуре $20 \pm 0,5$ °С для нанесения краскораспылителем и 40—60 с для нанесения кистью. Допускается применение растворителей 646, Р-4, Р-5. Условия нанесения, формирования и эксплуатации покрытий: температура при нанесении и формировании от 5 до 30 °С, при эксплуатации — от -3 до +20 °С, влажность воздуха — до 100% при постоянной конденсации влаги на поверхности. Время высыхания до степени 3 при температуре 20 °С — 24 ч. Гарантийный срок хранения грунтовки — 12 мес.

Рекомендуемые области применения ЭП-191 представлены в табл. 3.10.

Грунтовка-модификатор ржавчины ЭП-0199 (ТУ 6—10—284—86)

Суспензия пигментов, наполнителей, пластификаторов и других специальных компонентов в растворе эпоксидной смолы Э-40. За 30 мин до нанесения в грунтовку вводится отвердитель. В качестве отвердителя используется отвердитель № 1 (ТУ 6—10—1263—77) в количестве 4,4 масс. ч. на 100 масс. ч. основы. Жизнеспособность грунтовки в смеси с отвердителем составляет не менее 8 ч. Допускается применение других серийных отвердителей эпоксидных материалов.

После введения отвердителя грунтовка разбавляется до рабочей вязкости растворителем, состоящим из ацетона, ксилола и этилцеллозольва в соотношении 30:40:30. Допускается использование растворителей 646 и Р-4. Гарантийный срок хранения — 12 мес. Нанесение грунтовки на поверхность оборудования и металлоконструкций может проводиться при температуре металла и окружающего воздуха не ниже 10 °С (оптимальная температура — $15 \div 25$ °С) и при отсутствии осадков.

Грунтовку можно наносить пневматическим безвоздушным распылителем и кистью. Нанесение грунтовки кистью производится при вязкости 30—60 с до ВЗ-246 (диаметр сопла 4 мм) при температуре 20 °С. При нанесении пневматическим распылением рабочая вязкость грунтовки должна быть 18—22 с, методом безвоздушного распыления — 30÷40 с.

Продолжительность сушки грунтовки составляет 24 с при 20 °С.

Грунтовка хорошо сочетается с ЛКМ на перхлорвиниловой, эпоксидной, пентафталевой, сополимерно-винилхлоридной и других основах.

Для обеспечения более надежной защиты в кислых средах хлорвиниловые материалы рекомендуется наносить по недосушенному слою через 5—10 ч.

Рекомендуемые области применения ЭП-0119 представлены в табл. 3.10.

Ингибиторный модификатор ржавчины № 444 (ТУ 6—02—719—73)

Может быть приготовлен на месте применения.

Ингибированный модификатор ржавчины № 444 должен иметь следующий состав (на 1 л раствора):

| | |
|---|------|
| Ортофосфорная кислота (ГОСТ 6552—80), см ³ | 60,0 |
| Оксид Zn (ГОСТ 10262—73), г | 25,0 |
| Метасиликат Na (ГОСТ 4238—77), г | 10,0 |
| Гипофосфит Ca (ГОСТ 11678—75), г | 0,1 |
| Гексаметафосфат Na (МРТУ 609—745—63), г | 0,01 |
| Танин (ВТУ МХП 3772—53), г | 1,0 |
| Бура (рН 2,0), г | 0,1 |
| Вода дистиллированная, л | До 1 |

Раствор готовят в стеклянной посуде. За исключением танина соли смешивают и растворяют в 80% дистиллированной воды из общего ее количества. Для ускорения растворения солей в воду добавляют всю ортофосфорную кислоту. В 15% общего количества воды растворяют танин и вливают его в раствор солей, после чего добавляют оставшееся количество воды.

Срок хранения готового раствора в кислотостойкой посуде не ограничен. Хранят и транспортируют модификатор № 444 при температуре не ниже 0 °С.

Модификатор ржавчины № 444 наносят кистью, валиком или пневматическим распылением.

Рекомендуемые области применения № 444 приведены в табл. 3.10.

Кислотный модификатор ржавчины № 3 (ТУ 6—15—648—75)

Модификатор ржавчины № 3 представляет собой смесь 40%-й ортофосфорной кислоты (плотность — 1,25 г/см³) с цин-

ком (цинковая пыль, крошка и др.) в соотношении 9:1 (90 масс. ч. кислоты на 10 масс. ч. цинка). Может быть приготовлен непосредственно на месте применения.

Для приготовления модификатора можно применять химически чистую техническую или термическую ортофосфорную кислоту (ГОСТ 10678—76) и цинк (ГОСТ 12601—76).

Модификатор ржавчины № 3 следует готовить в эмалированной, полиэтиленовой, керамической или другой кислотоустойчивой посуде, объем которой должен быть в 3—4 раза больше объема смешиваемых компонентов, так как реакция взаимодействия кислоты с цинком сопровождается пенообразованием в результате выделения водорода, поэтому в первые сутки после приготовления модификатора посуду, в которой он находится, не следует закрывать плотно. Газообразный водород взрывоопасен.

Плотность готового модификатора — 1,4—1,5 г/см³ при температуре 18—20 °С, рН=2—3.

Срок хранения приготовленного модификатора не ограничен. Хранят и транспортируют модификатор в кислотоустойчивой закрытой посуде.

Модификатор № 3 втирают кистью в целях лучшей пропитки слоя ржавчины.

Продолжительность сушки (выдержки) металлоконструкций, обработанных модификатором ржавчины, зависит от метеорологических и климатических условий. При среднесуточной температуре 15—16 °С и относительной влажности 75% продолжительность сушки составляет 4—6 сут.

Лигниновый преобразователь ржавчины ПРЛ-СХ (ТУ 04—96—74—4—83)

Однокомпонентная система — маслянистая масса темно-коричневого цвета, хорошо удерживается на вертикальных и потолочных поверхностях, нетоксична и негорюча.

Гарантийный срок хранения — 24 мес. при температуре до —5 °С.

Грунтовка-модификатор ржавчины ЭКЧ-0184 (ТУ 6—10—1916—83)

Однокомпонентная система, поставляется в готовом к употреблению виде.

Грунтовку хранят и транспортируют при температуре выше 0 °С. Допускается транспортирование и хранение при температуре —20 °С, но не более 1 мес.

Гарантийный срок хранения — 6 мес.

Рекомендуемые области применения ЭКЧ-0184 представлены в табл. 3.10.

Грунтовка-модификатор ржавчины 82-43-81 (ТУ 6—10—100—81)

Однокомпонентная система. Рекомендуемые области применения представлены в табл. 3.10.

Порошковый преобразователь ржавчины лигниновый ППР-1 (ТУ 20.70.965—1—86)

Мелкодисперсный порошок коричневого цвета, добавляемый в ЛКМ и выполняющий роль грунта.

В ЛКМ порошок ППР-1 вводят в количестве 5—10% от массы защитного материала и тщательно перемешивают. Необходимую вязкость поддерживают добавлением растворителя, предназначенного для выбранного типа ЛКМ.

Хранят ППР-1 в закрытых чистых сухих помещениях, предохраняя от попадания влаги. Гарантийный срок хранения — 12 мес.

Эффективность применения модификаторов ржавчины в значительной степени определяется правильным выбором покрывной лакокрасочной системы и соблюдением технологии нанесения ЛКМ.

Срок службы ЛКП, нанесенных на поверхность, обработанную модификаторами ржавчины, ниже, чем при нанесении на поверхность, очищенную дробеструйным (дробеметным), пескоструйным или химическим методами.

Ориентировочные коэффициенты повышения сроков службы систем покрытий по сравнению с окраской непосредственно по ржавой поверхности приведены ниже:

| | |
|---|---------|
| Окраска по ржавой поверхности | 1,0 |
| Очистка ручным способом | 1,2—1,5 |
| Обработка модификаторами ржавчины | 1,5—3,0 |
| Дробеструйная, дробеметная, пескоструйная очистка | 3,5—4,0 |

3.2. ВЫБОР СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОКРЫТИЙ

Поверхность изделия, подлежащая подготовке перед окрашиванием, не должна иметь заусенцев, острых кромок (радиусом менее 0,3 мм), сварочных брызг, наплывов пайки, прожогов, остатков флюсов. Наличие заусенцев, острых кромок, сварочных брызг и наплывов пайки и их расположение на поверхности деталей допускается, если это установлено конструкторской документацией на изделие.

Поверхность литых изделий не должна иметь неметаллических макровключений, пригаров, нарушений сплошности металла в виде раковин, трещин, неровностей в виде приливов, утолщений, складок, за исключением недостатков, допускаемых стандартами или техническими условиями на отливки.

Поверхности, подлежащие подготовке перед окрашиванием, классифицированы по степени за жиренности и степени окисленности.

Для черных и цветных металлов установлены две степени за жиренности:

| Степень за жиренности | Характеристика поверхности |
|-----------------------|---|
| 1 | Наличие тонких слоев минеральных масел, смазочных, смазочно-охлаждающих эмульсий, смешанных с металлической стружкой и пылью |
| 2 | Наличие толстых слоев консервационных смазок, масел и трудноудаляемых загрязнений, графитовых смазок, нагаров шлифовальных и полировальных паст |

Степени окисленности поверхности черных металлов приведены ниже:

| Обозначение степени окисленности | Характеристика поверхности |
|----------------------------------|---|
| A(C) | Поверхность покрыта плотно сцепленной с металлом неосыпающейся ржавчиной. На литье имеется литейная корка, пригар отсутствует |
| B(D) | Поверхность покрыта осыпающейся ржавчиной, после очистки от ржавчины обнаруживается изъязвление основного металла. На литье имеется пригар и легко отделяющаяся формовочная смесь |
| B(B) | Поверхность покрыта прокатной окалиной или литейной коркой, ржавчина занимает до 50% поверхности |
| Г(A) | Поверхность покрыта прокатной окалиной или литейной коркой, ржавчина отсутствует |

В производственных помещениях, предназначенных для подготовки поверхности и хранения изделий, температура должна быть не ниже 15 °С, влажность — не более 80%. При необходимости подготовку поверхности и хранение обработанных изделий проводят в помещении и на открытом воздухе при температуре не ниже 5 °С.

Интервал между подготовкой поверхности и окрашиванием при хранении в помещении после обезжиривания не должен превышать 24 ч, при наличии фосфатного или хроматного слоя — 72 ч.

При хранении крупногабаритных изделий на открытом воздухе интервал между подготовкой поверхности и окрашиванием не должен превышать соответственно 6 и 18 ч.

Схемы технологических процессов подготовки поверхности перед окрашиванием приведены в табл. 3.11. Конкретную схему подготовки поверхности выбирают по табл. 3.12 в зависимости от условий эксплуатации, материала и характеристики изделия.

После всех операций подготовки поверхности проводится промывка водой. Применяют воду, по содержанию солей соответствующую требованиям табл. 3.13.

Режимы сушки изделий приведены в табл. 3.14.

При обезжиривании изделий с помощью щеток или протирочных материалов, смоченных уайт-спиритом, допускается вместо сушки протирать поверхность насухо чистым обтирочным материалом, не оставляющим ворса, и обдуть ее сухим сжатым воздухом.

3.3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ

Поверхности, подготовленные к окрашиванию, должны быть сухими, обеспыленными, без загрязнений маслами или смазками, не иметь налетов вторичной коррозии, образующейся в процессе обработки поверхности, за исключением труднодоступных поверхностей изделий сложной конфигурации.

Контроль состояния поверхности изделий проводят не позднее, чем через 6 ч после подготовки поверхности и дополнительно непосредственно перед окрашиванием при сроке хранения более 6 ч.

3.3.1. Качество обезжиривания

Контроль степени обезжиривания по смачиваемости применяют для определения степени обезжиривания поверхности водными моющими растворами.

Оценка степени обезжиривания по времени до разрыва пленки воды на обработанной поверхности основана на способности пленки воды или раствора сохранять на чистой поверхности металла в течение определенного времени сплошность и не собираться в капли.

При определении степени обезжиривания изделие или образец погружают в воду с содержанием солей по ГОСТ 2874—82 или распыляют на поверхность изделия раствор, содержащий 50 г нигрозина на 1 дм³ и соли по ГОСТ 2874—82.

Нарушение сплошности пленки фиксируют при дневном освещении или освещении лампой дневного света визуально, при этом не принимают во внимание поверхность, удаленную от краев и острых кромок менее чем на 10 мм.

Степень обезжиривания характеризуется временем от начала испытания до разрыва пленки (табл. 3.15).

Контроль степени обезжиривания растворителем применяют для определения степени обезжиривания поверхности органическими растворителями. На поверхность изделия (или образца) наносят 2—3 капли растворителя и выдерживают не ме-

Таблица 3.11. Схемы технологических процессов подготовки поверхности

| Номер | Наличие оксидов | Обезжиривание | | Сушка | Удаление оксидов или окислы, увеличение шероховатости | |
|-------|-----------------|---------------|-----------------------------------|-------|---|------------------------|
| | | растворителем | водным раствором и промывка водой | | травление | механическая обработка |
| 1 | + | + | - | - | + | - |
| 2 | + | + | - | - | - | + |
| 3 | + | - | + | - | + | - |
| 4 | + | - | + | + | - | + |
| 5 | - | + | - | - | - | - |
| 6 | - | - | + | - | - | - |
| 7 | + | + | - | - | + | - |
| 8 | + | + | - | - | - | + |
| 9 | + | - | + | - | + | - |
| 10 | + | - | + | - | - | + |
| 11 | - | + | - | - | - | - |
| 12 | - | - | + | - | - | - |
| 13 | + | + | - | - | + | - |
| 14 | + | + | - | - | - | + |
| 15 | + | - | + | - | + | - |
| 16 | + | - | + | + | - | + |
| 17 | - | + | - | + | - | - |
| 18 | - | - | + | - | - | - |
| 19 | + | + | - | - | - | + |
| 20 | + | - | + | + | - | + |
| 21 | - | + | - | + | - | - |
| 22 | - | - | + | - | - | - |
| 23 | + | + | - | - | - | - |
| 24 | + | - | + | - | - | - |
| 25 | - | - | - | - | - | - |
| 26 | - | - | - | - | - | - |
| 27 | - | - | - | - | - | - |
| 28 | - | - | + | - | - | - |
| 29 | - | + | - | - | - | - |
| 30 | - | + | - | - | - | - |
| 31 | - | - | + | - | - | - |
| 32 | - | - | + | - | - | - |

| Обдув сжатым воздухом | Промывка водой | Фосфатирование (кристаллические фосфатные слои) | Одновременное обезжиривание и фосфатирование (рентгено-аморфные железофосфатные слои) | Промывка водой | Хроматирование с последующей промывкой водой | Пассивирование | Сушка |
|-----------------------|----------------|---|---|----------------|--|----------------|-------|
| - | + | + | - | + | - | - | + |
| + | - | + | - | + | - | + | + |
| - | + | + | - | + | - | + | + |
| + | - | + | - | + | - | + | + |
| - | - | + | - | + | - | + | + |
| - | - | + | - | + | - | + | + |
| - | + | + | - | + | - | - | + |
| + | - | + | - | + | - | - | + |
| - | + | + | - | + | - | - | + |
| + | - | + | - | + | - | - | + |
| - | - | + | - | + | - | - | + |
| - | + | - | - | - | - | + | + |
| + | - | - | - | - | - | + | + |
| - | + | - | - | - | - | + | + |
| + | - | - | - | - | - | + | + |
| - | - | - | - | - | - | + | + |
| - | - | - | - | - | - | + | + |
| + | - | - | - | - | - | + | + |
| - | - | - | + | + | - | - | + |
| - | - | - | + | + | - | - | + |
| - | - | - | + | + | - | + | + |
| - | - | - | + | + | - | - | + |
| - | - | - | + | + | - | + | + |

Таблица 3.12. Выбор схемы технологического процесса подготовки поверхности в зависимости от условий эксплуатации

| Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 | Материал изделия | Характеристика изделия | Номер схемы по табл. 3.11 |
|--|--|---|--|
| У1, У2, ХЛ1, УХЛ1, ХЛ2, УХЛ2, Т2, ОМ1, ОМ2, В1, В2, В5, Т1 | Углеродистые и низколегированные стали | Толщиной до 2 мм включительно | 1—6 |
| У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, УХЛ1, УХЛ2, Т3, ОМ3, В3 | То же | То же | 7—12, 31 |
| У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, УХЛ1, УХЛ2, Т3, ОМ3, В3 | » | » | 26, 30, 32 |
| У2, ХЛ2, УХЛ2, ХЛ3, УХЛ4, У3, УХЛ3 | » | » | 27, 29, 31 |
| У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, УХЛ1, УХЛ2, УХЛ3, УХЛ4, ОМ4 | » | » | 13—18 |
| У2, У3, ХЛ2, УХЛ2, УХЛ3, УХЛ4 | » | » | 19—22 |
| У1, У2, ХЛ2, ХЛ1, УХЛ1, УХЛ2, УХЛ4 | » | Крупногабаритные толщиной до 2 мм включительно | 25 |
| У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, УХЛ1, УХЛ2, Т1, Т2, ОМ1, ОМ2, В5 | » | Толщиной от 2 до 4 мм включительно | 7—12 |
| У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, УХЛ2, УХЛ1, Т3, ОМ3, УХЛ4 | » | То же | 13—18 |
| У2, У3, ХЛ2, ХЛ3, УХЛ2, УХЛ3, УХЛ4, Т3, ОМ3 | » | Крупногабаритные разной толщины | 19—22 |
| У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, УХЛ1, УХЛ2, Т2, Т3, ОМ3 | » | 1. Крупногабаритные толщиной от 2 до 4 мм включительно 2. Крупногабаритные толщиной более 4 мм | 13—18, 25, 26, 30, 32 13—18, 19—22, 25, 26, 27, 29—32 |
| У2, У3, ХЛ2, ХЛ3, УХЛ2, УХЛ3, Т3, ОМ3, УХЛ4 | » | Крупногабаритные | 23—24 |
| В1, В2, В3, В5 | » | Толщиной более 4 мм | 7—18, 25, 26, 30, 32 |
| Т1, Т2, У1, ХЛ1, У2, ХЛ2 | » | Крупногабаритные толщиной более 4 мм | 19—20 |
| У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, УХЛ1, УХЛ2, Т2, Т3, ОМ3, УХЛ4 | » | Толщиной более 4 мм | 13—22 |

| | | | |
|--|---|---|---|
| У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, У3, ХЛ3, УХЛ1, УХЛ2, УХЛ3, УХЛ4, Т2, Т3, ОМ3 | Чугун; сталь: литье,ковки и горячие штамповки | Крупногабаритные толщиной более 4 мм | 23, 24 |
| Т1, У1, В1 | То же | Разной толщины | 7—18, 25, 26, 30—32 |
| УХЛ4 | » | Труднодоступные места крупногабаритных изделий и изделий сложной формы с толщиной металла более 4 мм | 23, 24 |
| В1, В2, В3, В5 | » | 1. Частично окрашенные 2. Частично окрашенные с оксидами на неокрашенной поверхности | 19—22 21, 22 (для окрашенной части); 14, 16, 19, 20 (для неокрашенной части) |
| Т1, У1, ХЛ1, УХЛ1 | » | Крупногабаритные толщиной до 2 мм в сборе (автобусы) и изделия, воспринимающие вибрационные нагрузки (мотоциклы, велосипеды, детали автомобилей, автотракторная, мотоциклетная, велосипедная, осветительная и светосигнальная арматура) | 26, 30, 32 |
| УХЛ4 | » | Любые | 23, 24 |
| В1, В2, В3, В5 | » | Крупногабаритные, окрашиваемые на период консервации | 19—22 |
| В1, В2, В3, В5 | Коррозионностойкие стали и цветные металлы | Частично окрашенные | 21—22 |
| У1, ХЛ1, УХЛ1, Т1, Т2, ОМ1, ОМ2, В5 | Коррозионностойкие стали | Простой формы | 19—20 |
| В1, В2, В3, В5 | » | Сложной формы | 21—25 |
| В1, В2, В3, В5 | Черные и цветные металлы | Полностью окрашенные | 21, 22 |
| У1, ХЛ1, УХЛ1, Т1, Т2, ОМ1, ОМ2, В5 | Титановые сплавы | Любые | 19—22, 29 |

Продолжение табл. 3.12

| Условия эксплуатации по ГОСТ 9.104—79 | Материал изделия | Характеристика изделия | Номер схемы по табл. 3.11 |
|---|--|---|---------------------------|
| У1, ХЛ1, УХЛ1, Т1, Т2, ОМ1, ОМ2, В5 | Медь и ее сплавы | То же | 19—22 |
| Т1, Т2, Т3, О4, В5, О1, ХЛ1, УХЛ1 | То же | » | 18 |
| У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, УХЛ1, УХЛ2, Т2, ОМ2 | Алюминий и его сплавы | » | 19—22 |
| УХЛ1, Т1, Т2, Т3, ОМ1, ОМ2, В1, В2, В3 | То же | » | 26—27, 31, 29—32 |
| Т1, У1, ХЛ1, УХЛ1 | Алюминиевое литье | Толщиной более 4 мм | 22 |
| У1, У2, Т1, Т2 | Цинк-алюминиевые сплавы | Любые | 26, 27, 29—32 |
| Т1, Т2, ОМ1, В1, У1, У2, ХЛ1, ХЛ2 | Цинковые сплавы | То же | 6, 12 |
| Т1, Т2, У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, В1, В5, ОМ1, ОМ2 | То же | » | 31 |
| У1, У2, В3, УХЛ4 | » | » | 22 |
| У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, УХЛ1, УХЛ2, Т3, ОМ3, УХЛ4 | Цветные металлы и их сплавы | » | 21, 22 |
| Т1, У1 | Листовой черный металл с плотносцепленной прокатной окалиной | Неответственные детали и изделия с покрытием: грунт ВЛ-02, 1 слой; эмаль АС-182, 2 слоя | 23 |
| Т2, У1, ХЛ1 | То же | То же с покрытием: грунт ВМЛ-0143, 1 слой; грунт ВМЛ-0143, 1 слой; эмаль МЛ-12, 1 слой | 23 |
| У1, У2 | » | То же с покрытием: грунт ГФ-021, 1 слой; эмаль ХВ-518, 2 слоя | 23 |
| У1 | Горячекатаный уголок из черного металла | Овощные поддоны | 23 |

Примечания. 1. Для менее жестких условий эксплуатации допускается применение схем подготовки поверхности, не приведенных в таблице. 2. Обработка поверхности для условий эксплуатации У1, У2, ХЛ1, ХЛ2, УХЛ2, Т2, Т3, ОМ3, УХЛ4 по схемам 23, 24 допускается только в случае, когда срок службы покрытия в результате разрушающего воздействия агрессивных сред или абразивного износа меньше срока, установленного для этих схем. 3. Растворы и режимы обработки для подготовки поверхности могут быть выбраны в соответствии с ГОСТ 9.402—80 и 9.305—84. Допускается применение составов, не приведенных в указанных стандартах, при условии, что они обеспечивают качество подготовки поверхности, удовлетворяющее требованиям настоящего стандарта. 4. Выбор систем ЛКП для различных условий эксплуатации осуществляют в соответствии с ГОСТ 9.074—77, 9.401—79, 9.404.81.

Таблица 3.13. Показатели воды для промывки

| Область применения | Показатель | Норма |
|--|--|------------|
| Промывка изделий перед окрашиванием методом электроосаждения | Удельная электрическая проводимость исходной воды, мкСм/см | ≤20 |
| | Удельная электрическая проводимость воды, выносимой из последней ванны промывки, мкСм/см | ≤20 |
| Промывка изделий перед сушкой с последующим окрашиванием | Цветность по платиново-кобальтовой или имитирующей шкале, град. цветности | ≤35 |
| | Мутность по стандартной шкале, мг/дм ³ | ≤1,5 |
| | Содержание хлоридов (Cl ⁻), мг/дм ³ | ≤300 |
| | Содержание сульфатов (SO ₄) ²⁻ , мг/дм ³ | ≤500 |
| | Общая жесткость, мг-экв/дм ³ pH | ≤10 6—8 |
| Промывка изделий между операциями подготовки поверхности | Содержание хлоридов (Cl ⁻), мг/дм ³ | 1000 |
| | Содержание сульфатов (SO ₄) ²⁻ , мг/дм ³ | 1500 |
| | Общая жесткость, мг-экв/дм ³ pH | 40 6—8 |

Таблица 3.14. Режимы сушки изделий до высыхания

| Характеристика изделий | Способ сушки | T, °C |
|--|---|--------|
| Толстостенные и крупногабаритные изделия сложной формы | Обдув сжатым воздухом | 15—33 |
| Изделия, обрабатываемые на подвесках, в стационарных ваннах или на автоматических линиях | В сушильном шкафу или сушильной камере с циркуляцией нагретого воздуха | 60—110 |
| Изделия, обрабатываемые насыпью или в специальной таре | На специальных движущихся ситах, шнековых устройствах и камерах с циркуляцией нагретого воздуха | 60—110 |
| Фосфатированные изделия | В сушильном шкафу или сушильной камере с циркуляцией нагретого воздуха | 60—180 |

Таблица 3.15. Степень обезжиривания по смачиваемости, масляному пятну, протирке

| Степень обезжиривания | Время до разрыва пленки воды, с | Вид масляного пятна на фильтровальной бумаге при капельном методе | Вид темного пятна на салфетке при методе протирки |
|-----------------------|---------------------------------|---|---|
| 1 | >30 | Отсутствует | Неявно выраженное, расплывчатое |
| 2 | <30 | Неявно выраженное, расплывчатое | Явно выраженное |

Примечание. Вторая степень обезжиривания допускается перед операциями одновременного обезжиривания и травления или одновременного обезжиривания и фосфатирования.

нее 15 с. К испытываемому участку поверхности прикладывают кусок фильтровальной бумаги и прижимают его к поверхности до полного впитывания растворителя в бумагу. На другой кусок фильтровальной бумаги наносят 2—3 капли чистого растворителя и выдерживают до его полного испарения. При дневном или искусственном освещении сравнивают внешний вид обоих кусков фильтровальной бумаги.

Степень обезжиривания определяют по наличию или отсутствию масляного пятна на первом куске (табл. 3.15).

Контроль степени обезжиривания протиркой применяют для поверхностей, обезжиренных водными моющими растворами и органическими растворителями.

Качество обезжиривания металлических поверхностей перед окрашиванием контролируют визуальным осмотром при дневном или искусственном освещении. При протирании подготовленной поверхности чистой ветошью на ней не должно быть следов пыли и жировых загрязнений (табл. 3.15).

Степень очистки от оксидов определяют с помощью передвижения пластины из прозрачного материала размером 25×25 мм с взаимно перпендикулярными линиями, образующими квадраты $2,5 \times 2,5$ мм.

Степень очистки от оксидов определяют отношением количества квадратов, занятых оксидами, к общему количеству квадратов, выраженным в процентах.

3.3.2. Поверхностная плотность фосфатного покрытия

Поверхностная плотность фосфатных покрытий не должна превышать значений, приведенных ниже, г/м^2 , не более:

| | |
|---|---------|
| Цинк-фосфатное на основе КФ-1 и КФ-3 | 5 |
| Цинк-фосфатное на основе составов КФ-1 и КФ-3 перед окрашиванием методом электроосаждения | 3 |
| Железо-фосфатное (аморфное) | 1 |
| Цинк-марганец-железо-фосфатное | 14 |
| Цинк-фосфатное на основе КФ-12 | 1,5—2,5 |

Таблица 3.16. Растворы для снятия фосфатных покрытий и режимы обработки

| Тип покрытия | Состав раствора, кг/м ³ | T, °C | τ, мин |
|------------------|--|-------|---------|
| Железо-фосфатное | Хромовый ангидрид 50 | 70—75 | 0,5 |
| Цинк-фосфатное | Серная кислота 50; ингибитор (ПБ-5, катапин и др.) 1 | 40—45 | 1,0 |
| | Гидроксид натрия 50; сорбит 50 | 55—60 | 0,5—1,0 |
| | Хромовый ангидрид 50 | 65—70 | 15 |

Поверхностную плотность покрытия (m), кг/м², определяют массовым методом и вычисляют по формуле

$$m = (m_2 - m_1) / S,$$

где m_1 — масса образца после удаления фосфатного покрытия, кг; m_2 — масса образца после фосфатирования, кг; S — площадь образца, м².

Площадь образца для испытаний железо-фосфатных покрытий должна быть не менее 0,04 м², цинк-фосфатных — не менее 0,02 м².

Поверхностную плотность фосфатного покрытия в зависимости от конкретных условий определяют периодически, но не реже одного раза в смену. При наличии автоматического корректирования ванны фосфатирования определение плотности фосфатного покрытия допускается проводить 1—2 раза в неделю.

Составы растворов для снятия фосфатных покрытий приведены в табл. 3.16.

3.3.3. Защитные свойства фосфатных покрытий

Образцы или изделия из стали и чугуна с фосфатным покрытием погружают в 1%-й раствор хлорида натрия при температуре 20 ± 5 °C на 5 мин, после чего образец из чугуна извлекают из раствора и осматривают невооруженным глазом. В течение 15—30 с на контролируемой поверхности не должна наблюдаться коррозия основного металла.

Образец или изделие из стали извлекают из раствора, промывают водой с содержанием солей по ГОСТ 2874—82, сушат сжатым воздухом, соответствующим требованиям ГОСТ 9.010—80, тампоном или салфеткой из хлопчатобумажной ткани, фильтровальной бумагой и выдерживают на воздухе в течение 1 ч. При осмотре невооруженным глазом на контролируемой поверхности не должна наблюдаться коррозия основного металла.

3.3.4. Защитные свойства хроматных покрытий

Качество сформированного хроматного покрытия контролируется визуально непосредственно на изделиях и капельной пробой 1%-м раствором $Pb(CH_3COO)_2$ (свинец уксуснокислый) (ГОСТ 1027—67) на образцах-свидетелях, фиксируется время до почернения капли.

При определении защитных свойств хроматной пленки применяют капельницу (ГОСТ 25336—82) и секундомер (ГОСТ 5072—79).

На каждом испытуемом образце с помощью маленького кольца из парафина или воска ограничивают поверхность диаметром около 6 мм и в это кольцо вводят капли испытательных растворов, фиксируя время до изменения цвета капли. Время до изменения цвета капли характеризует защитные свойства хроматной пленки. Качественным считают покрытие с защитными свойствами не менее 15 с.

3.3.5. pH поверхности

Измерение pH поверхности проводят непосредственно после сушки изделий. Смоченную дистиллированной водой универсальную индикаторную бумагу накладывают на поверхность изделия на 30 с, затем бумагу снимают и цвет ее сравнивают со шкалой.

Контроль проводят выборочно в местах скопления влаги, особенно в местах соединения элементов.

3.4. КОНТРОЛЬ И КОРРЕКТИРОВАНИЕ РАСТВОРОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ

3.4.1. Контроль и корректирование щелочных обезжиривающих растворов

Необходимость замены щелочных растворов определяют экспериментально по снижению качества обезжиривания. Слив отработанного обезжиривающего раствора проводят после того, как на корректирование израсходована половина исходной загрузки моющего средства.

При контроле щелочных обезжиривающих растворов определяют общую щелочность.

Общую щелочность определяют титрованием 10 см³ обезжиривающего раствора раствором хлороводородной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм³ в присутствии индикатора бромкрезолового зеленого или метилового оранжевого.

Количество хлороводородной кислоты (см³), израсходованное на титрование, характеризует щелочность в условных единицах — «точках».

Корректирование щелочных растворов проводят концентрированным раствором обезжиривающей композиции и непосредственно компонентами моющего раствора при снижении щелочности на 3—6 «точек» при обработке погружением и на 2—3 «точки» при обработке распылением.

При образовании большого количества пены в обезжиривающие растворы добавляют пеногасители — уайт-спирит (0,1—0,4 кг/м³), спирты синтетические жирные первичные фракций C₁₀—C₁₃, C₁₂—C₁₆ (0,4 кг/м³), трибутилфосфат (0,1 кг/м³) и др.

3.4.2. Контроль и корректирование фосфатирующих растворов

При контроле определяют общую и свободную кислотность, массовые концентрации нитрита натрия и цинка.

Свободную кислотность определяют титрованием 10 см³ раствора гидроксидом натрия концентрацией 0,1 моль/дм³ с индикатором метиловым оранжевым.

Общую кислотность определяют титрованием 10 см³ раствора гидроксидом натрия концентрацией 0,1 моль/дм³ с индикатором фенолфталеином.

Количество щелочи (см³), израсходованное на титрование, выражают в условных единицах — «точках».

Для определения массовой концентрации цинка 10 см³ раствора помещают в коническую колбу емкостью 250 см³, добавляют 50—60 см³ дистиллированной воды, нейтрализуют несколькими каплями 25%-го водного раствора аммиака, добавляют индикатор метиловый красный, 10—15 см³ буферной смеси (рН 10—11), 3—4 капли индикатора хрома темно-синего и титруют раствором трилона Б концентрации 0,05 моль/дм³ до изменения цвета от вишневого до синего.

Массовую концентрацию цинка ($C_{Zn^{2+}}$), кг/м³, вычисляют по формуле

$$C_{Zn^{2+}} = 0,00327V_1 \cdot 1000/V_2,$$

где 0,00327 — масса цинка, эквивалентная 1 м³ раствора трилона Б концентрацией 0,05 моль/дм³, г; V₁ — объем трилона Б, израсходованный на титрование, см³; V₂ — объем раствора, см³.

Для определения суммарной массовой концентрации цинка и никеля 10 см³ отфильтрованного и охлажденного фосфатирующего раствора помещают в коническую колбу емкостью 250 см³, добавляют 50 см³ дистиллированной воды, 10—15 см³ раствора гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³, 20 см³ буферного раствора (рН=10,0—10,2), 25 см³ раствора трилона Б концентрацией 0,01 моль/дм³, 20—30 капель индикатора хромогена черного ЕТ-00, затем кипятят в течение

5 мин до изменения цвета от синего до зеленого. Раствор охлаждают до температуры $25 \pm 10^\circ\text{C}$ и титруют раствором сульфата магния концентрацией $0,01$ моль/дм³ до изменения цвета от зеленого до красного.

Разность объемов раствора трилона Б концентрацией $0,01$ моль/дм³, добавленного в раствор, и раствора сульфата магния концентрации $0,01$ моль/дм³, израсходованного на титрование, условно выражает суммарную массовую концентрацию цинка (Zn^{2+}) и никеля (Ni^{2+}) в растворе. 1 см³ раствора трилона Б концентрацией $0,01$ моль/дм³ соответствует массовой концентрации $0,0628$ кг/м³ цинка и никеля в растворе.

Для определения массовой концентрации нитрита натрия 100 см³ охлажденного и отфильтрованного раствора помещают в коническую колбу емкостью 250 см³, добавляют 10 — 20 капель 50% -го раствора серной кислоты и титруют раствором перманганата калия концентрацией $0,02$ моль/дм³ до появления розового цвета, устойчивого в течение 15 — 20 с.

Массовая концентрация нитрита натрия (C_{NaNO_2}), кг/м³

$$\text{C}_{\text{NaNO}_2} = 0,00345V_1 \cdot 1000/V_2,$$

где $0,00345$ — масса нитрита натрия, эквивалентная 1 см³ раствора перманганата калия концентрацией $0,02$ моль/дм³; V_1 — объем перманганата калия, израсходованный на титрование, см³ («точки»); V_2 — объем раствора, см³.

Допускается массовую концентрацию нитрита натрия определять титрованием определенного количества перманганата калия (V_1) рабочим раствором (V_2) до исчезновения розовой окраски.

Корректирование фосфатирующего раствора КФ-1 проводят только концентратом КФ-1 из расчета, что $0,296$ кг КФ-1 на 100 дм³ раствора повышает общую кислотность на «точку».

Корректирование фосфатирующего раствора типа КФ-3 из-за снижения кислотности в процессе работы проводят концентратом КФ-1 из расчета, что $0,296$ КФ-1 кг на 100 дм³ раствора повышает общую кислотность на «точку».

Корректирующий концентрат вводят непрерывно через дозирующий насос с подачей (Q), дм³/ч, определяемой по формуле

$$Q = SP,$$

где S — площадь изделий, обрабатываемых за 1 ч, м²; P — удельный расход корректирующего фосфатирующего концентрата, определяемый по табл. 3.17, дм³/м².

Для восполнения потерь фосфатирующего раствора типа КФ-3, связанных с уносом изделиями и очисткой от шлама, добавляют воду и концентрат КФ-3 из расчета, что $0,296$ кг КФ-3 на 100 дм³ раствора повышает общую кислотность на «точку».

Таблица 3.17. Удельный расход корректирующих фосфатирующих концентратов

| Рабочий раствор | Корректирующий концентрат | Метод обработки | P, дм ³ /100 м ² |
|-----------------|---------------------------|-----------------|--|
| КФ-1 | КФ-1 | Распыление | 1,5—1,6 |
| КФ-1 | КФ-1 | Погружение | 1,6—1,8 |
| КФ-3 | КФ-1 | То же | 1,2—1,4 |
| КФ-12 | КФ-12к | Распыление | 0,83—1,15 |
| КФА-8 | КФА-8 | То же | 0,98—1,15 |

Подачу 10%-го раствора нитрита натрия при фосфатировании раствором КФ-1 методом погружения (V), м³, вычисляют по формуле

$$V = (C_{\text{NaNO}_2} \cdot 0,21v + 0,16G_{\text{Fe}^{2+}}S)/0,1,$$

где C_{NaNO_2} — массовая концентрация нитрита натрия, кг/м³; 0,21 — коэффициент, характеризующий количество нитрита натрия, разлагающегося за 1 с; v — вместимость ванны фосфатирования, м³; 0,16 — коэффициент, рассчитанный по окислительно-восстановительной реакции, протекающей между нитритом натрия и Fe^{2+} ; $G_{\text{Fe}^{2+}}$ — масса железа, растворяющегося при фосфатировании, равная $1,5 \cdot 10^{-3}$, кг/м²; S — площадь поверхности изделий, обрабатываемых за 1 ч, м²; 0,1 — массовая концентрация нитрита натрия в растворе для корректирования, кг/дм³.

Подачу 10%-го раствора нитрита натрия при фосфатировании раствором КФ-1 методом распыления (V), л/ч, вычисляют по формуле

$$V = (C_{\text{NaNO}_2}v \cdot 0,5 + 0,785SG_{\text{Fe}^{2+}})/0,1,$$

где C_{NaNO_2} — массовая концентрация нитрита натрия, кг/м³; v — вместимость ванны фосфатирования, м³; 0,5 — коэффициент, характеризующий количество нитрита натрия, разлагающегося за 1 ч; 0,785 — коэффициент, рассчитанный по окислительно-восстановительной реакции, протекающей между нитритом натрия и Fe^{2+} ; $G_{\text{Fe}^{2+}}$ — масса железа, растворяющегося при фосфатировании, равная $2 \cdot 10^{-3}$, кг/м²; S — площадь поверхности изделий, обрабатываемых за 1 ч, м²; 0,1 — массовая концентрация нитрита натрия в растворе для корректирования, кг/дм³.

Массовую концентрацию сегнетовой соли в растворе для корректирования ($C_{\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6}$), кг/дм³, вычисляют по формуле

$$C_{\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6} = C_{\text{NaNO}_2}/K,$$

где C_{NaNO_2} — массовая концентрация нитрита натрия в растворе, кг/м³; K — содержание нитрита натрия и калия — натрия виннокислого в растворе

$$K = C_{\text{NaNO}_2}v \cdot 0,5 + 0,785SG_{\text{Fe}^{2+}}/PS,$$

где C_{NaNO_2} — массовая концентрация нитрита натрия, кг/м³; P — расход сегнетовой соли, равный $(1,0—1,2) \cdot 10^{-3}$, кг/м²; v — вместимость ванны фосфатирования, м³; 0,5 — коэффициент, учитывающий количество нитрита натрия, разлагающегося за 1 ч; 0,785 — коэффициент, рассчитанный по окислительно-восстановительной реакции, протекающей между нитритом натрия и Fe^{2+} ; $G_{\text{Fe}^{2+}}$ — площадь растворившегося железа, равная $2 \cdot 10^{-3}$, кг/м²; S — площадь поверхности изделий, обрабатываемых за 1 ч, м²/ч.

3.4.3. Контроль цинк-барий-фосфатного раствора

При контроле определяют массовую концентрацию однозамещенного фосфата цинка, нитрита цинка и нитрата бария.

Для определения общей массовой концентрации цинка 10 см³ отфильтрованного раствора помещают в мерную колбу емкостью 200 см³, добавляют 10 см³ хлороводородной кислоты, 30 см³ дистиллированной воды, нагревают до кипения и добавляют 30 см³ раствора горячей серной кислоты (1:3).

Раствор кипятят 5—10 мин, охлаждают, доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают и отфильтровывают.

5 см³ фильтрата помещают в коническую колбу емкостью 250 см³, добавляют 15—20 см³ раствора трилона Б концентрации 0,05 моль/дм³, 1—2 капли индикатора метилового красного, 25%-й раствор аммиака до перехода окраски раствора в желтый цвет, добавляют 15 см³ буферной смеси (54 г хлорида аммония, 350 см³ 25%-го раствора аммиака, 650 см³ дистиллированной воды), 1 см³ индикатора хрома темно-синего и титруют раствором хлорида магния концентрации 0,05 моль/дм³ до изменения окраски на синюю.

Массовую концентрацию цинка (C_{Zn}), кг/м³, вычисляют по формуле

$$C_{Zn} = (V_1 - V_2 M_1 / M_2) T \cdot 1000 / V,$$

где V_1 — объем раствора трилона Б концентрации 0,05 моль/дм³, добавленного в анализируемый раствор, см³; V_2 — объем раствора хлорида магния концентрации 0,05 моль/дм³, израсходованного на титрование, см³; M_1 — молярность раствора хлорида магния; M_2 — молярность раствора трилона Б; T — титр раствора трилона Б концентрации 0,05 моль/дм³ по цинку, г; V — объем фильтрата, взятый на титрование, см³.

Для определения массовой концентрации гидрофосфата цинка 10 см³ раствора переносят в мерную колбу емкостью 100 см³, доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают.

Из приготовленного раствора 10 см³ переносят в коническую колбу емкостью 250 см³, добавляют 15 см³ азотной кислоты плотностью 400 кг/м³, 25 см³ дистиллированной воды, 25%-й раствор аммиака до щелочной реакции по индикаторной бумаге конго, 50%-й раствор азотной кислоты до кислой реакции и избыток ее в количестве 5 см³, 10 см³ 50%-го раствора нитрата аммония, нагревают до температуры 50 °С, добавляют 10—120 см³ молибдата аммония, перемешивают и отстаивают 1—2 ч при температуре около 30 °С. Осадок отфильтровывают через плотный фильтр, промывают 2—3 раза 1%-м раствором нитрата калия и водой до нейтральной реакции по индикаторной бумаге конго. Осадок количественно переносят в

колбу, в которой велось осаждение, добавляют 20 см³ дистиллированной воды, 30—50 см³ раствора гидроксида натрия концентрации 0,05 моль/дм³ для растворения осадка. Добавляют 3 капли фенолфталеина, оттитровывают избыток гидроксида натрия раствором азотной кислоты концентрации 0,05 моль/дм³.

Количество раствора гидроксида натрия концентрации 0,05 моль/дм³, добавленного для растворения осадка, оттитровывают с фенолфталеином раствором азотной кислоты концентрации 0,05 моль/дм³.

Массовую концентрацию гидрофосфата цинка $C_{Zn(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O}$, кг/м³, вычисляют по формуле

$$C_{Zn(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O} = (V_1 - V_2) T \cdot 4,764 \cdot 1000/V,$$

где V_1 — объем раствора азотной кислоты концентрации 0,05 моль/дм³, израсходованного на титрование раствора гидроксида натрия концентрации 0,05 моль/дм³, добавленного для растворения осадка, см³; V_2 — объем раствора азотной кислоты концентрации 0,05 моль/дм³, израсходованный на титрование избытка гидроксида натрия после растворения осадка, см³; T — титр раствора азотной кислоты концентрации 0,05 моль/дм³ в пересчете на фосфор, г; 4,764 — коэффициент пересчета фосфора на гидрофосфат цинка; V — объем раствора, взятого на анализ, см³.

Для определения массовой концентрации нитрата бария 5 см³ фосфатирующего раствора помещают в коническую колбу емкостью 250 см³, добавляют 30 см³ дистиллированной воды, 10 см³ 50%-го раствора хлороводородной кислоты, 40 см³ раствора трилона Б концентрации 0,05 моль/дм³, тщательно перемешивают, добавляют 1—2 капли индикатора метилового красного, 25%-й раствор аммиака до окраски раствора в желтый цвет и еще 10 см³ избытка его, добавляют 10 см³ буферной смеси (54 г хлорида аммония, 350 см³ 25%-го раствора аммиака, 650 см³ дистиллированной воды), 1 см³ индикатора хрома темно-синего и оттитровывают раствором хлорида магния концентрации 0,05 моль/дм³ до изменения окраски на красную.

Концентрацию нитрата бария ($C_{Ba(NO_3)_2}$), кг/м³, вычисляют по формуле

$$C_{Ba(NO_3)_2} = [(V_1 - V_2 M_1/M_2) - (V_1 - V_2 M_1/M_2) T \cdot 3,998 \cdot 1000]/V,$$

где V_1 — объем раствора трилона Б концентрации 0,05 моль/дм³, добавленного в анализируемый раствор, см³; V_2 — объем раствора хлорида магния концентрации 0,05 моль/дм³, израсходованного на титрование анализируемого раствора, см³; M_1 — молярность раствора хлорида магния; M_2 — молярность раствора трилона Б; 3,998 — эмпирический коэффициент пересчета; V — объем фосфатирующего раствора, взятого для анализа, см³; T — титр раствора трилона Б концентрации 0,05 моль/дм³ по цинку, г.

Для определения общей массовой концентрации иона NO_3^- 25 см³ фосфатирующего раствора помещают в мерную колбу емкостью 250 см³, доводят до метки водой и перемешивают. Для анализа 25 см³ разбавленного раствора помещают в кони-

ческую колбу емкостью 250 см³, добавляют 25 см³ раствора сульфата железа(II) концентрацией 0,25 моль/дм³, постепенно добавляют 25 см³ концентрированной серной кислоты, нагревают до кипения 4—5 мин при интенсивном перемешивании до изменения темной окраски на желто-оранжевую. Быстро количественно переносят раствор в коническую колбу емкостью 1000 см³, содержащую 700—800 см³ дистиллированной воды, оттитровывают раствором перманганата калия концентрацией 0,02 моль/дм³ до слабо-розовой окраски.

Массовую концентрацию ($C_{\text{NO}_3^-}$), кг/м³, вычисляют по формуле

$$C_{\text{NO}_3^-} = (V_1 - V_2) M \cdot 0,002067 \cdot 1000 / V,$$

где V_1 — объем раствора перманганата калия концентрации 0,02 моль/дм³, израсходованного на титрование 25 см³ 0,25 моль/дм³ раствора сульфата железа(II), см³; V_2 — объем раствора перманганата калия концентрацией 0,02 моль/дм³, израсходованного на титрование избытка раствора сульфата железа(II) см³; M — поправка на молярность раствора перманганата калия концентрации 0,02 моль/дм³; 0,002067 — титр раствора перманганата калия концентрацией 0,02 моль/дм³ в пересчете на ион NO_3^- , г; V — объем раствора, взятого на анализ, см³.

Массовую концентрацию нитрата цинка ($C_{\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}$), кг/м³, вычисляют по формуле

$$C_{\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = [(C_1 - C_2) \cdot 0,219] \cdot 4,55,$$

где C_1 — массовая концентрация цинка, кг/м³; C_2 — массовая концентрация гидрофосфата цинка, кг/м³; 0,219 — коэффициент пересчета гидрофосфата цинка на цинк; 4,55 — коэффициент пересчета цинка на нитрат цинка.

3.4.4. Контроль и корректирование цинк-магний-фосфатного раствора

При контроле цинк-магний-фосфатного раствора определяют массовую концентрацию гидрофосфата цинка, нитрата магния, гидрофосфата аммония.

Для определения массовой концентрации гидрофосфата цинка 50 см³ отфильтрованного раствора помещают в мерную колбу емкостью 250 см³, добавляют 25 см³ 50%-го раствора хлороводородной кислоты, доводят до метки водой и перемешивают.

25 см³ разбавленного раствора помещают в коническую колбу емкостью 250 см³, добавляют 100 см³ дистиллированной воды, 1—2 капли индикатора метилового оранжевого, 25%-й раствор аммиака до изменения розового цвета на желтый, добавляют 6—7 капель индикатора ксиленового розового, добавляют 6—7 капель индикатора ксиленового оранжевого, 5 см³ буферного раствора (950 см³ раствора ацетата натрия концентрацией 0,2 моль/дм³ и 50 см³ раствора уксусной кислоты

концентрацией 0,025 моль/дм³) до изменения розового цвета раствора на желтый.

Массовую концентрацию гидрофосфата цинка ($C_{Zn(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O}$), кг/м³, вычисляют по формуле

$$C_{Zn(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O} = V_1 T \cdot 4,52 \cdot 1000 / V,$$

где V_1 — объем трилона Б, израсходованного на титрование, см³; T — титр трилона Б в пересчете на гидрофосфат цинка, г; 4,52 — коэффициент пересчета; V — объем раствора, взятого на анализ, см³.

Для определения массовой концентрации нитрата магния 50 см³ отфильтрованного раствора помещают в мерную колбу емкостью 250 см³, добавляют 25 см³ 50%-го раствора хлороводородной кислоты, доводят до метки водой и перемешивают.

10 см³ разбавленного раствора помещают в коническую колбу емкостью 250 см³, добавляют 100 см³ горячей дистиллированной воды, трилон Б в объеме, достаточном для связывания цинка и магния, и еще избыток в 2—3 см³, добавляют 1—2 капли метилового оранжевого, 25%-й раствор аммиака до изменения окраски на желтую и избыток его 5—10 см³ и 1—2 г эриохрома черного Т.

Окрашенный в синий цвет раствор титруют раствором ацетата цинка концентрацией 0,025 моль/дм³ до изменения синего цвета на розовый.

Массовую концентрацию нитрата магния ($C_{Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O}$), кг/м³, вычисляют по формуле

$$C_{Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O} = [(V_1 - V_2) / 2,5 - V_3 C] T \cdot 1000 / V,$$

где V_1 — объем раствора трилона Б концентрации 0,025 моль/дм³, добавленного к анализируемому раствору, см³; V_2 — объем раствора трилона Б концентрации 0,025 моль/дм³, израсходованного на титрование цинка, см³; C — соотношение массовых концентраций трилона Б и ацетата цинка; V_3 — объем раствора ацетата цинка или сульфата меди(II), израсходованного на титрование избытка трилона Б, см³; T — титр трилона Б, выраженный в граммах нитрата магния; V — объем раствора, взятого для анализа, см³.

Для определения массовой концентрации гидрофосфата аммония 10 см³ отфильтрованного раствора помещают в колбу для отгонки, добавляют 150 см³ дистиллированной воды, закрывают колбу пробкой, в которую вставлены делительная воронка и ловушка паров. Колбу присоединяют к водяному холодильнику, через делительную воронку добавляют 30 см³ 20%-го раствора гидроксида натрия. Воронку закрывают и медленно отгоняют аммиак.

Продукт отгонки в объеме 150 см³ собирают в приемную колбу, содержащую 30—50 см³ раствора серной кислоты концентрацией 0,05 моль/дм³. Содержимое колбы оттитровывают раствором гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³ в присутствии двух капель раствора метилового оранжевого до изменения розового цвета на желтый.

Массовую концентрацию гидрофосфата аммония ($C_{\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4}$), кг/м³, вычисляют по формуле

$$C_{\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4} = (V_1 - V_2) K \cdot 0,0018 \cdot 1000 \cdot 6,39/V,$$

где V_1 — объем раствора серной кислоты концентрацией 0,05 моль/дм³ в приемной колбе, см³; V_2 — объем раствора гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³, израсходованного на титрование избытка серной кислоты, см³; K — коэффициент пересчета на раствор гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/дм³; 0,0018 — расчетный титр серной кислоты, выраженный в граммах аммонийной группы; 6,39 — коэффициент пересчета с аммонийной группы на гидрофосфат аммония; V — объем раствора, взятого для анализа, см³.

3.4.5. Контроль и корректирование активирующих растворов

Контроль активирующих растворов на основе титановых активаторов типа АФ-1 и АФ-3 перед операцией фосфатирования проводят по общей щелочности и рН.

Для определения щелочности активирующих растворов АФ-1 и АФ-3 25 см³ активирующего раствора помещают в коническую колбу емкостью 250 см³, добавляют 1—3 капли индикатора метилового оранжевого и титруют раствором хлороводородной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм³ до изменения окраски раствора с желтой на красную.

Количество раствора хлороводородной кислоты (см³), израсходованного на титрование, определяет щелочность раствора в условных единицах — «точках».

Контроль активирующих растворов на основе кислого активирующего состава АК-1 (щавелевая кислота) перед операцией фосфатирования проводят по кислотности активатора, определенной методом прямого перманганатного титрования и рН.

рН определяют рН-метром (рН=121, рН=340 и другие).

Для определения кислотности активатора АК-1 (щавелевая кислота) 10 см³ активирующего раствора помещают в коническую колбу емкостью 250 см³, добавляют 15—20 см³ раствора серной кислоты концентрацией 1 моль/дм³, нагревают до температуры 70—80 °С и титруют раствором перманганата калия концентрации 0,02 моль/дм³ до появления розовой окраски, устойчивой в течение 15—20 с.

Количество раствора перманганата калия (см³) концентрацией 0,02 моль/дм³, израсходованного на титрование, определяет кислотность активатора в условных единицах — «точках».

Концентрацию активатора АК-1 в ванне обезжиривания не контролируют.

Корректирование активирующих растворов АФ-1 и АФ-3 при введении в ванну промывки проводят исходными составами АФ-1 и АФ-3 соответственно из расчета, что введение

0,5 кг/м³ АФ-1 и 0,75 кг/м³ АФ-3 повышает щелочность раствора на «точку».

Корректирование активирующего раствора АК-1 проводят исходным составом из расчета, что введение 0,45 кг/м³ АК-1 повышает его содержание на «точку».

При введении активирующего состава АФ-1 в обезжиривающий раствор КМ-1 корректирование активатором АФ-1 проводят одновременно с корректированием обезжиривающим составом КМ-1, учитывая, что соотношение КМ-1 и активатора АФ-1 составляет 1,0 : 0,057.

3.4.6. Контроль и корректирование хроматирующих растворов

Контроль хроматирующих растворов проводят по содержанию Сг(VI) и рН.

Для определения содержания Сг(VI) в пересчете на СгО₃ 5 см³ рабочего раствора помещают в коническую колбу емкостью 250 см³, прибавляют 100 см³ воды, 30 см³ серной кислоты, 3 см³ о-фосфорной кислоты, 6 капель индикатора и титруют раствором соли Мора до изменения фиолетовой окраски раствора на зеленую.

Количество раствора соли Мора (см³) концентрацией 0,1 моль/дм³, израсходованного на титрование 5 см³ хроматирующего раствора, выражает концентрацию раствора в условных единицах — «точках».

Содержание СгО₃ (г/см³) вычисляют по формуле

$$C_{\text{СгО}_3} = V \cdot 0,00333 \cdot 1000 / V_1,$$

где V — объем раствора соли Мора точной концентрации 0,1 моль/дм³, прошедшего на титрование, см³; V_1 — объем рабочего раствора, взятого для титрования, см³; 0,00333 — количество СгО₃, соответствующее 1 см³ раствора соли Мора точной концентрации 0,1 моль/дм³.

рН определяют рН-метром (рН=121, рН=340 и др).

Пополнение выработанной ванны производят составом с содержанием основного формиата хрома 4 г/см³ и СгО₃ 2 г/см³.

3.4.7. Контроль и корректирование пассивирующих растворов

При контроле растворов в процессе работы определяют рН и массовую концентрацию Сг(VI).

Для приготовления 0,1 моль/дм³ раствора соли Мора 40 г соли растворяют в 20 см³ дистиллированной воды и переносят в колбу емкостью 1000 см³, добавляют 50 см³ серной кислоты с плотностью 1840 кг/м³ и доводят до метки дистиллированной водой. Молярность раствора соли Мора определяют ежедневно.

20 см³ раствора бихромата калия концентрацией 0,1 моль/дм³ помещают в коническую колбу емкостью 500 см³, добавляют 100 см³ дистиллированной воды, 30 см³ 50%-го раствора серной кислоты, 5 см³ фосфорной кислоты и 6 капель индикатора (раствор 0,1 г фенилантраниловой кислоты и 0,2 г карбоната натрия в 100 см³ воды) и титруют раствором соли Мора концентрацией 0,1 моль/дм³ до изменения фиолетовой окраски на зеленую.

25 см³ предварительно охлажденного пассивирующего раствора переносят в колбу емкостью 250 см³, доливают 30 см³ 50%-го раствора серной кислоты, 5 см³ концентрированной фосфорной кислоты и 6 капель индикатора (раствор 0,1 г фенилантраниловой кислоты и 0,2 г карбоната натрия в 100 см³ дистиллированной воды) и титруют раствором соли Мора концентрации 0,1 моль/дм³ до изменения фиолетовой окраски на зеленую.

Объем раствора соли Мора концентрацией 0,1 моль/дм³, израсходованного на титрование 100 см³ пассивирующего раствора, определяет массовую концентрацию Сг(VI) в условных единицах — «точках».

Одна «точка» массовой концентрации Сг(VI) в растворе КП-2А соответствует 0,113 кг/м³ состава КП-2А.

Корректирование пассивирующего раствора проводят по массовой концентрации Сг(VI). Повышение кислотности на одну «точку» соответствует введению на 100 дм³ рабочего раствора 7,8 см³ КП-2А.

При снижении рН пассивирующего раствора ниже 3,0 корректирование проводят 20%-м раствором гидроксида натрия до рН=3,0—5,0.

Корректирование пассивирующих составов на основе моноэтаноламина или триэтаноламина в процессе эксплуатации не проводят.

Глава 4

ОКРАШИВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ

4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ВЫБОР МЕТОДОВ ОКРАШИВАНИЯ

В зависимости от состояния ЛКМ и способа его нанесения на изделие методы окрашивания в соответствии с ГОСТ 9.105—80 разделяются на 5 групп (табл. 4.1).

К первой, наиболее распространенной группе относятся: пневматическое распыление, безвоздушное (гидравлическое) распыление, распыление в электростатическом поле и различ-

Таблица 4.1. Классификация методов окрашивания

| Состояние ЛКМ | Способ нанесения | Метод окрашивания | Группа |
|-------------------------|--|---|--------|
| Жидкий диспергированный | Дозированный ЛКМ равномерно подается на поверхность в виде жидкой дисперсии | Пневматическое распыление Безвоздушное (гидравлическое) распыление Распыление в электрополе, в том числе пневмоэлектрораспыление и гидроэлектрораспыление | I |
| Порошковый | Дозированный ЛКМ равномерно подается на поверхность в виде порошковой аэродисперсии Нагретое изделие погружается в порошковую аэродисперсию | Пневматическое напыление Напыление в электрополе Погружение в псевдоожоженный слой Погружение в псевдоожоженный слой с применением электрополя | II |
| Жидкий | Изделие погружается в ЛКМ | Окувание Окувание с последующей выдержкой в парах растворителя Окувание с последующим центрифугированием Электроосаждение Автоосаждение | III |
| То же | ЛКМ подается на поверхность в виде струй или свободно падающей завесы | Струйный облив Струйный облив с последующей выдержкой в парах растворителя | IV |
| » | То же | Налив Валок Кисть | V |

ные комбинации этих методов. Общим для них является то, что жидкий ЛКМ предварительно диспергируется с помощью сжатого воздуха и в виде аэрозоля переносится на изделия. От свойств аэрозоля и от того, насколько он полно осаждается и коагулирует на поверхности, зависят экономические и качественные показатели полученных покрытий.

Ко второй, очень перспективной группе относятся методы окрашивания, основанные на получении покрытий из аэродисперсий сухих порошковых красок. В этом случае материал равномерно в дозированном количестве путем пневматического или электростатического напыления подается на изделие в ви-

де порошковой аэродисперсии или нагретое изделие погружается в псевдооживленный слой порошковой краски.

Третью, четвертую и пятую группы составляют окунание, облив, налив, электро- и автоосаждение, окрашивание кистью и валиком. Для нанесения покрытий этими методами необходим прямой контакт твердой поверхности и жидкого ЛКМ, а также возможно более полное их взаимодействие (смачивание).

Выбор метода окрашивания производят в зависимости от вида применяемого ЛКМ, класса покрытия, габаритов и конфигурации изделий, типа производства, экономических показателей (табл. 4.2).

Основные параметры процессов окрашивания, подлежащие контролю, приведены в табл. 4.3 (а, б).

Таблица 4.2. Применение методов окрашивания для различных изделий

| Метод окрашивания | ЛКМ | Класс покрытия по ГОСТ 9.032—74 | Габариты, конфигурация изделий | Тип производства |
|--|--|---------------------------------|---|-------------------------------|
| Пневматическое распыление без нагрева | Любой | I | Любые | Единичное, серийное, массовое |
| Пневматическое распыление с нагревом | То же | II | То же | Серийное, массовое |
| Безвоздушное распыление без нагрева и с нагревом | » | III | Средние, крупные и особо крупные, простой и средней сложности | Единичное, серийное, массовое |
| Распыление в электрополе | С соответствующими электрическими свойствами | II | Любые простой и средней сложности | Серийное, массовое |
| Пневмоэлектрораспыление | То же | II | Любые | То же |
| Гидроэлектрораспыление | » | III | Любые простой и средней сложности | » |
| Пневматическое напыление | Порошковый | III | Различные | Единичное, серийное, массовое |
| Напыление в электрополе | То же | III | То же | Серийное, массовое |
| Погружение в псевдооживленный слой | Порошковый | IV | Особо мелкие, средние, простой и средней сложности | То же |
| Погружение в псевдооживленный слой с применением электрополя | То же | IV | То же | » |

| Метод окрашивания | ЛКМ | Класс покрытия по ГОСТ 9.032—74 | Габариты, конфигурация изделий | Тип производства |
|---|--|---------------------------------|---|--------------------|
| Окунание | Однокомпонентный кроме быстросохнущего | IV | Простой и средней сложности | Серийное, массовое |
| Окунание с последующей выдержкой в парах растворителя | То же | IV | То же | То же |
| Окунание с последующим центрифугированием | » | — | Мелкие средней сложности и сложные | Серийное и |
| Автоосаждение | Водоразбавляемый | II | Любые | Серийное, массовое |
| Электроосаждение | » | IV | » | То же |
| Струйный облив | Однокомпонентный кроме быстросохнущего и пенообразующего | V | Средние, крупные, простой и средней сложности | » |
| Струйный облив с последующей выдержкой в парах растворителя | То же | V | То же | » |
| Налив | Любой | IV | Любые, простой сложности | » |
| Валки | То же | V | То же | » |
| Кисть | » | V | Любые | Единичное |

4.2. ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ РАСПЫЛЕНИЕ

Метод пневматического распыления ЛКМ заключается в воздействии потока сжатого воздуха, вытекающего из кольцевого зазора воздушной головки, на струю распыляемого материала, поступающего из отверстия соосно размещенного внутри нее материального сопла.

При распылении сжатый воздух вытекает из кольцевого зазора головки с большой скоростью (до 450 м/с), в то время как скорость истечения струи ЛКМ ничтожно мала. При высокой относительной скорости возникает трение между струями воздуха и распыляемого материала, вследствие чего струя краску, как бы закрепленная с одной стороны, вытягивается в тонкие отдельные струи. При этом на поверхности струй возникают колебания, приводящие к распаду струй и образованию множества полидисперсных капель (красочного аэрозоля ЛКМ).

В процессе распыления образуется движущаяся масса полидисперсных капель диаметром 6—100 мкм (в дальнейшем назы-

Таблица 4.3(а). Основные параметры процессов окрашивания жидкими

| Параметр | Окрашивание жидким диспергированным | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | пневматическое распыление | безвоздушное распыление | распыление в электрополе |
| Рабочая вязкость ЛКМ по ВЗ-246-4 (ГОСТ 2771—87), с | + | + | + |
| Толщина одного слоя ЛКП, мкм | + | + | + |
| Температура ЛКМ, °С | + | + | + |
| Рабочее давление ЛКМ, МПа | + | + | + |
| Рабочее давление сжатого воздуха, МПа | + | + | + |
| Расстояние до окрашиваемого изделия, мм | + | + | + |
| Расход ЛКМ через сопло, г/мин | + | + | — |
| Расход ЛКМ на 1 см коронирующей кромки распылительного устройства, г/мин | — | — | + |
| Напряжение, подаваемое на распылитель, кВ | — | — | + |
| Напряженность электрического поля, кВ/см | — | — | + |
| Время окрашивания, мин | ○ | ○ | ○ |
| Скорость погружения изделия, мм/с | — | — | — |
| Скорость изъятия изделия, мм/с | — | — | — |
| Удельное объемное электрическое сопротивление материала, Ом/см ³ | — | — | + |
| Диэлектрическая проницаемость материала | — | — | + |
| Температура изделия, °С | ○ | ○ | ○ |
| Содержание влаги и легколетучих веществ, % | ○ | ○ | ○ |

Знак (+) означает, что параметр устанавливают; знак (—) — параметр не уста-

Таблица 4.3(б). Основные параметры процессов окрашивания в объеме,

| Параметры | Окрашивание в объеме | | |
|--|----------------------|---|---|
| | окувание | окувание с последующей выдержкой в парах растворителя | окувание с последующим центрифугированием |
| Рабочая вязкость ЛКМ по ВЗ-246-4 (ГОСТ 2771—87), с | + | + | + |
| Толщина одного слоя ЛКП, мкм | + | + | + |
| Температура ЛКМ, °С | + | + | + |
| Рабочее давление ЛКМ, МПа | — | — | — |
| Расстояние до окрашиваемого изделия, мм | — | — | — |

диспергированными и порошковыми материалами

| материалом | Окрашивание порошковыми материалами | | | | | |
|------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|--|
| | пневмоэлектрораспыление | гидроэлектрораспыление | пневматическое напыление | напыление в электрополе | погружение в псевдооживленный слой | погружение в псевдооживленный слой с применением электрополя |
| | + | + | — | — | — | — |
| | + | + | + | + | + | + |
| | + | + | — | — | — | — |
| | + | + | — | — | — | — |
| | + | + | + | + | + | + |
| | + | + | + | + | — | — |
| | + | + | — | — | — | — |
| | + | + | — | + | — | — |
| | + | + | — | + | — | — |
| | ○ | ○ | + | + | + | + |
| | — | — | — | — | + | + |
| | — | — | — | — | + | — |
| | + | + | — | + | — | + |
| | + | + | — | + | — | + |
| | ○ | ○ | + | + | + | + |
| | ○ | ○ | + | + | + | + |

навливают; знак (○) — параметр устанавливают при окрашивании

струей и слоем материала

| материала | Окрашивание струей материала | | | Окрашивание слоем материала | | | |
|-----------|------------------------------|------------------|----------------|---|-------|-------|-------|
| | автоосаждение | электроосаждение | струйный облив | струйный облив с последующей выдержкой в парах растворителя | налив | валок | кисть |
| | — | — | + | + | + | + | + |
| | + | + | + | + | + | + | + |
| | + | + | + | + | + | + | + |
| | — | — | + | + | — | — | — |
| | — | — | + | + | + | — | — |

| Параметры | Окрашивание в объеме | | |
|---|----------------------|---|---|
| | окувание | окувание с последующей выдержкой в парах растворителя | окувание с последующим центрифугированием |
| Время окрашивания, мин | + | + | + |
| Время выдержки в паровом туннеле, мин | - | + | - |
| Время стекания излишков, мин | + | + | + |
| Концентрация паров растворителя в паровом туннеле, г/м ³ | - | + | - |
| Температура воздуха в паровом туннеле, °С | - | + | - |
| Скорость погружения изделия, мм/с | + | + | + |
| Скорость изъятия изделия, мм/с | + | + | + |
| Частота вращения центрифуги, с ⁻¹ | - | + | - |
| Время центрифугирования, с | - | - | + |
| рН рабочего раствора | ○ | ○ | - |
| Концентрация рабочего раствора, % | - | - | - |
| Напряжение постоянного тока при окрашивании изделий, В | - | - | - |
| Плотность тока, А/м ² | - | - | - |

Знак (+) означает, что параметр устанавливают; знак (-) — параметр не устанавливают.

ваемая факелом). При ее направленном перемещении к поверхности окрашиваемого изделия в факеле происходит также и перемешивающее движение, что способствует равномерному распределению ЛКМ по сечению факела.

Достигая окрашиваемой поверхности, факел настигается на нее и распространяется по ней радиально во все стороны. Основная масса полидисперсных капель, имея достаточную скорость, осаждаются на поверхности. Часть их (наиболее мелкая фаза), потеряв скорость, не достигает поверхности и уносится уходящим потоком воздуха, образуя красочный туман (потери ЛКМ на туманообразование).

Для пневматического распыления ЛКМ используется давление сжатого воздуха 0,2—0,6 МПа при вязкости ЛКМ 14—60 с по вискозиметру ВЗ-246-4.

Дисперсность аэрозоля ЛКМ зависит от относительной скорости воздушной струи (давления сжатого воздуха, подаваемого на распыление), отношения расхода воздуха к расходу распыляемого ЛКМ (удельного расхода воздуха), физических свойств ЛКМ (вязкости, плотности, поверхностного натяжения) и геометрических размеров распылительной головки.

| материала | | Окрашивание струей материала | | | Окрашивание слоем материала | |
|---------------|------------------|------------------------------|---|-------|-----------------------------|-------|
| автоосаждение | электроосаждение | струйный облив | струйный облив с последующей выдержкой в парах растворителя | налив | валок | кисть |
| + | + | + | + | + | - | - |
| - | + | + | - | - | - | - |
| - | - | - | + | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - |
| + | + | - | ○ | - | - | - |
| + | + | - | - | - | - | - |
| - | + | - | - | - | - | - |

навливают; знак (○) — параметр устанавливают при окрашивании водоразбавляемыми

Оптимальная дисперсность аэрозоля ЛКМ получается при размере капель распыленного ЛКМ 30—60 мкм.

Эффективность и экономичность метода пневматического распыления в большой степени зависит от конструкции и параметров работы распылительной головки. Наряду с дисперсностью аэрозоля ЛКМ работу пневматической распылительной головки характеризуют следующие параметры: производительность (расход распыляемого материала через сопло), расход сжатого воздуха, форма факела и размеры его отпечатка, потери распыляемого материала на туманообразование и за контур изделия.

Экспериментально установлено, что потери на туманообразование зависят от конструкции распылительной головки, физико-химических свойств ЛКМ, выбранного режима распыления (давления сжатого воздуха, подаваемого на распыление, производительности, формы факела). С повышением давления воздуха на распыление потери на туманообразование резко возрастают.

4.3. БЕЗВОЗДУШНОЕ РАСПЫЛЕНИЕ

Нанесение ЛКМ методом безвоздушного распыления происходит за счет высокого гидравлического давления, оказываемого на ЛКМ, и вытеснения последнего с большой скоростью через эллиптическое отверстие специального сопла. При этом потенциальная энергия ЛКМ при выходе его в атмосферу переходит в кинетическую, возникают завихрения, вызывающие появление в струе незатухающих турбулентных пульсаций различных размеров, приводящих к возмущению поверхности струи, развитию колебаний различных форм и деформации этой поверхности, которая усиливается благодаря гидродинамическому воздействию окружающего воздуха. При этом образуется облако аэрозоля, размер капель которого колеблется в широком диапазоне.

Обладая кинетической энергией, капли ЛКМ движутся в направлении окрашиваемой поверхности, увлекая за собой часть окружающего воздуха. Преодолевая сопротивление воздуха, капли тормозятся и мягко настилаются на поверхность, образуя ЛКП. Часть наиболее мелких капель при этом настолько теряет свою скорость, что не долетает до окрашиваемой поверхности, выпадает из окрасочного факела и оседает на полу и окружающих предметах.

Для распыления ЛКМ применяют струйные форсунки, работа которых характеризуется давлением нагнетаемого материала, производительностью (расходом ЛКМ через сопло), формой факела распыляемого материала (углом раскрытия факела), дисперсностью аэрозоля ЛКМ.

Дисперсность аэрозоля ЛКМ зависит от геометрических размеров и формы отверстия сопла, аэрогидродинамических параметров распыления, режима истечения ЛКМ из сопла, физических свойств распыляемой жидкости (вязкости и поверхностного натяжения).

Размер капель распыленного материала уменьшается с повышением давления на материал (увеличением скорости истечения), снижением вязкости ЛКМ, его поверхностного натяжения, уменьшением диаметра отверстия сопла и расхода распыляемого материала.

Для безвоздушного распыления ЛКМ используется давление на материал от 10 до 25 МПа при вязкости ЛКМ по вискозиметру ВЗ-246-4 до 100 с и выше.

При нанесении методом безвоздушного распыления ЛКМ, нагретых до температуры 80—100 °С, вследствие того, что вязкость и поверхностное натяжение нагретого материала снижаются, можно распылять ЛКМ с повышенной вязкостью при сравнительно невысоком давлении (5,0—7,0 МПа). В этом случае создание мелкодисперсионного аэрозоля ЛКМ достигается не только за счет перепада давления при выходе ЛКМ из соп-

ла, но и в значительной мере в результате мгновенного испарения части растворителей, сопровождающегося расширением их объема.

Комбинированное распыление. Сущность метода комбинированного распыления (МКР), известного за рубежом как метод *airmix* и *aircoat*, заключается в том, что ЛКМ вытесняется с относительно большой скоростью за счет сравнительно высокого гидравлического давления (15—50 МПа) из эллиптического отверстия специального сопла, подобного безвоздушному. При этом давлении на выходе из сопла образуется резко очерченный факел предварительно раздробленного материала. Для улучшения качества распыления в факел из специальных каналов распылительной головки, в центре которой установлено сопло, подается регулируемое количество сжатого воздуха под давлением 0,1—0,2 МПа. Под действием струй воздуха крупные капли ЛКМ дополнительно дробятся и равномерно распределяются по ширине факела, ликвидируя острые кромочные зоны факела, которые обычно возникают при безвоздушном распылении.

Таким образом, метод является комбинацией двух известных методов распыления — безвоздушного и пневматического. При этом в сравнении с пневматическим методом достигается экономия ЛКМ вследствие снижения потерь на туманообразование, а в отличие от безвоздушного распыления для получения требуемого дробления материала необходимо значительно меньшее давление на ЛКМ.

4.4. РАСПЫЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Нанесение ЛКМ в электрическом (электростатическом) поле высокого напряжения является одним из прогрессивных методов окраски. Метод основан на переносе заряженных частиц ЛКМ в электростатическом поле, создаваемом между двумя электродами, один из которых — распыляющее устройство, а другой — окрашиваемое изделие. Высокое напряжение (обычно отрицательное) подводят к распыляющему устройству, а изделие заземляют.

Существует несколько вариантов этого метода, различающихся тем, что в одних заряд ЛКМ, его распыление, перенос и осаждение частиц на изделии осуществляются в основном только за счет электростатических сил, а в других — за счет совместного действия механических и электрических сил. Классификация способов и их характерные особенности приведены в табл. 4.4. Вследствие того, что частицы ЛКМ движутся по силовым линиям электростатического поля, охватывающим изделие, достигается уменьшение расхода ЛКМ на 30—70% по сравне-

Таблица 4.4. Способы электроокрашивания

| Классификация | Виды распылителей | Виды распылительных устройств | Характерные особенности |
|--------------------|-------------------------------|--|--|
| Электростатические | Центробежные, низкооборотные | Чаша, грибок, диск | Частота вращения головки достаточна для образования на ее кромке тонкой пленки (0,1 мм), но недостаточна для тонкого распыления (срываются капли ЛКМ радиусом более 0,5 мм) |
| | Щелевые | Соединенные между собой пластины, имеющие поперечные каналы по длине для прохода ЛКМ | Устанавливаются под углом к плоскости окрашивания; длина пластины до 2000 мм, ширина до 150 мм; высота поперечных каналов до 1 мм |
| | Лотковые | Лоток | При большой длине лотка (более 100 мм) патрубок для подачи ЛКМ перемещается вдоль распылительной кромки |
| Комбинированные | Центробежные, высокооборотные | Чаша, диск | Диаметр чаши (диска) обычно не превышает 50 мм; обеспечивается тонкое механическое распыление (радиус частиц менее 30 мкм); подразделяются по частоте вращения чаши, об/мин: до 15 000, до 25 000, до 60 000 |
| | Пневмоэлектростатические | Головка пневматического распыления | Заряд ЛКМ осуществляется внутри распылителя или от внешнего коронирующего электрода |
| | Гидроэлектростатические | Головка безвоздушного распыления | То же |
| | Гидропневмоэлектростатические | Головка безвоздушно-комбинированного распыления | » |
| | Ультразвуковые | Головка ультразвуковая или магнитоэстрикционная | Распыление осуществляется пневматической ультразвуковой или магнитоэстрикционной головкой; заряд ЛКМ от подачи напряжения на головку или от внешнего коронирующего электрода |

нию с обычным пневматическим распылением. К преимуществам метода также относятся возможность механизации и автоматизации окраски, сокращение затрат на оборудование вентиляционных устройств, улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

Наибольший экономический эффект достигается в серийно-массовом производстве однотипных изделий в сочетании с механизированными методами подготовки поверхности изделий и сушки.

Недостатком метода является неполное прокрашивание изделий сложной конфигурации, имеющих впадины и сложные сопряжения. В этих случаях требуется дополнительное ручное подкрашивание.

Малая поверхностная электропроводность сухой древесины и других диэлектриков вызывает необходимость применения специальных токопроводящих грунтовок или других приемов, обеспечивающих создание оптимальной электропроводности — $\rho_s = 10^{-8} \div 10^{-11} \text{ Ом}^{-1}$. Электропроводность изделий из древесины обеспечивают увлажнением поверхности распыленной водой или паром, либо нанесением электропроводящих составов (7—10%-го раствора алкамона ОС-2 в уайт-спирите или специальных грунтовок). Поверхностное сопротивление пластмасс снижают способом нейтрализующих потенциалов, создаваемых с помощью дополнительных электродов. Они устанавливаются с обратной стороны изделия и на них подается напряжение противоположного с распылителем знака. Применяют также нанесение поверхностно-активных веществ. Раствор ПАВ наносят на поверхность непосредственно перед окрашиванием в электрополе. Могут быть использованы водные растворы алкамона ОС-2, алкамона Н, алкамона Д с концентрацией 3÷5%.

В электрическом поле хорошо распыляются только ЛКМ, рабочий состав которых имеет удельное объемное сопротивление $\rho_v = 5 \cdot 10^6 \div 5 \cdot 10^7 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ (диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 6 \div 10$ в производственных условиях может не определяться, так как обычно однозначно связана с ρ_v) и вязкость 15—25 с по ВЗ-246-4 при температуре 18—23°C. В тех случаях, когда эти значения выходят за установленные пределы, их можно скорректировать разбавлением ЛКМ до рабочей вязкости разбавителями по ГОСТ 18187—72.

Удельное объемное сопротивление также можно снизить на 1—3 порядка введением ПАВ в количестве 0,3—5% от массы сухого вещества ЛКМ. Наибольший эффект достигается при введении реагента АНП-2, триметилалкиламмонийхлорида (фракции С₁₇—С₂₀), содержащего 50% соли, смачивателей СВ-102 и НБ, алкамона ОС-2. ПАВ можно вводить в ЛКМ рабочей вязкости или в растворитель, которым затем разводят ЛКМ до рабочей вязкости.

Таблица 4.5. Основные электрические параметры и технологические режимы работы электроокрасочных установок с применением электростатических распылителей

| Параметр | Величина |
|--|----------------------------------|
| Напряжение на распылителях, кВ | 60—120 |
| Средняя напряженность электрического поля, кВ/см | 2,4—4,8 |
| Расстояние между электродами (распылителями и окрашиваемой поверхностью изделий), мм | 200—300 |
| Скорость вращения распылительных головок электростатических распылителей, с ⁻¹ | 1000—2800 |
| Исходная вязкость ЛКМ по ВЗ-246-4 при температуре 18—23 °С, с | ≥100 |
| Рабочая вязкость ЛКМ по ВЗ-246-4 при температуре 18—23 °С, с | 15—25 |
| Разведение ЛКМ, % | 20—30 |
| Удельное объемное сопротивление ρ_v ЛКМ при рабочей вязкости, Ом·см | $5 \cdot 10^6 \div 5 \cdot 10^7$ |
| Диэлектрическая проницаемость ϵ ЛКМ при рабочей вязкости | 6—10 |
| Количество ЛКМ, распыляемого на 1 см длины коронирующей кромки, г/мин: | |
| масляные краски и эмали | 0,2—0,5 |
| алкидные эмали | 0,5—1,0 |
| мочевино-формальдегидные и меламино-алкидные эмали | 1,0—2,5 |
| нитроцеллюлозные и перхлорвиниловые эмали | 1,0—2,5 |
| мочевино-формальдегидные и меламино-алкидные эмали для щелевого распылителя | 1,0—1,5 |
| Количество ЛКМ на 1 см длины коронирующей кромки, распыляемое в единицу времени, в зависимости от типа распылителя, г/мин: | |
| чашечный (кольцевая кромка) | ≤2,5 |
| грибковый (кольцевая кромка) | ≤1—1,5 |
| дисковый (кольцевая радиальная кромка) | ≤2,5 |
| щелевой (прямая кромка) | ≤1—1,5 |
| Размеры статического отпечатка факела в зависимости от свойств и количества ЛКМ, подаваемого на 1 см длины коронирующей кромки, г/мин: | |
| наружный диаметр кольца для чашечных распылителей с диаметром чаши, мм: | |
| 50 | 300—400 |
| 100 | 350—450 |
| 150 | 450—500 |
| наружный диаметр кольца для грибковых распылителей с диаметром грибка, мм: | |
| 60 | 600—700 |
| 100 | 700—800 |
| ширина отпечатка для дискового распылителя диаметром 200 и 300 мм: | |
| при горизонтальном положении | 250—300 |
| при угле наклона 45° | 600—700 |

| Параметр | Величина |
|---|----------|
| Размеры динамического отпечатка факела (высота окрашиваемой полосы при угле наклона распылительной кромки щелевого распылителя от 30 до 60° и ее длине 500), мм | 280—430 |
| Скорость конвейера поточной линии, м/мин: | |
| применяемая | 0,8—4,0 |
| возможная | ≤75 |
| Количество оборотов окрашиваемого изделия в зоне электроокрашивания (если вращение необходимо) на 1 пог. м пути конвейера, с ⁻¹ | 2—4,0 |
| Скорость возвратно-поступательного движения распыляющих устройств (при скорости движения конвейера 1,5 м/мин), м/мин | 18,5 |
| Скорость движения воздуха в проемах окрасочных камер, м/с | 0,2—0,5 |
| Рабочий ток в расчете на один чашечный распылитель, мкА | <50 |

С помощью серийно выпускаемого оборудования электроокрашиванием можно наносить все виды ЛКМ, за исключением токопроводящих (водоразбавляемых, содержащих металлические порошки) и с ограниченной жизнеспособностью (двухкомпонентных). Для таких ЛКМ необходимо применять специальное оборудование. Выпуск его отечественной промышленностью еще не освоен. По условиям пожарной безопасности не рекомендуется применять ЛКМ с температурой вспышки ниже 28 °С.

Основные электрические параметры и технологические режимы работы электроокрасочных установок с применением «чисто» электростатических распылителей приведены в табл. 4.5. Следует отметить, что количество ЛКМ, распыляемого на 1 см длины коронирующей кромки, зависит не только от величины удельного объемного сопротивления и вязкости, но и от других физико-химических свойств ЛКМ и поэтому колеблется в пределах от 0,5 до 2,5 г.

Основными причинами неудовлетворительной работы установок электростатического окрашивания, приводящими к большим потерям ЛКМ, загрязнению окрасочных камер и оборудования, а иногда и к пожарам, являются:

несоответствие удельного объемного сопротивления и подачи ЛКМ оптимальным значениям;

недостаточная напряженность электростатического поля вследствие малого напряжения, подаваемого на распылители, из-за больших утечек в цепи высокого напряжения;

неудовлетворительное заземление изделий на конвейере

вследствие загрязнения подвесок ЛКМ (последнее может явиться причиной загорания в электроокрасочной камере);

недостаточная площадь поверхности окрашиваемых изделий перед распылителем, большое расстояние между изделиями и разрывы между навешенными изделиями на конвейере;

малые размеры окрасочных камер и, как следствие этого, расстояние от ограждений камеры до частей, находящихся под высоким напряжением, составляет меньше 800 мм, что недопустимо;

низкая температура вспышки ЛКМ (не выше 28 °С).

4.5. ОКРАШИВАНИЕ ПОРОШКОВЫМИ ПОЛИМЕРНЫМИ КРАСКАМИ

Порошковые ЛКМ существенно отличаются по свойствам от жидких материалов, поэтому требуют применения специальной технологии и оборудования для получения покрытий. Существуют различные методы получения покрытий из порошковых красок, выбор которых определяется размерами и массой изделий, их конструктивными и технологическими особенностями, требованиями, предъявляемыми к покрытию.

Пневматическое распыление — порошок в дозированном количестве равномерно подается в виде порошковой аэродисперсии на предварительно нагретое изделие. К методу пневматического распыления относятся также газопламенное, струйное и плазменное распыление.

Пневмоэлектростатическое распыление — дозированный заряженный порошок равномерно подается в виде порошковой аэродисперсии на холодное или нагретое изделие. Зарядение частиц порошкового материала может осуществляться как от источника высокого напряжения, так и благодаря трибоэлектрическому эффекту, при котором порошок заряжается за счет трения при контакте дисперсных частиц порошка между собой, с трибоэлектризующими элементами поверхности в распыляющих устройствах и при пневмотранспортировке порошковой аэродисперсии.

Погружение в псевдооживленный слой — нагретое изделие погружают в порошковую аэродисперсию, при этом температура нагрева изделия должна быть выше температуры вязкого течения порошкового материала. Псевдооживленный слой может создаваться вихревым, вбровихревым, вибрационным способами.

Погружение в псевдооживленный слой с применением электрополя — холодное или нагретое заземленное изделие погружают в псевдооживленный слой или размещают над поверхностью псевдооживленного слоя, внутри которого установлены электроды, соединенные с источником высокого напряжения.

Для получения покрытий каждым из этих способов необходимо предварительно перевести порошок во взвешенное (псевдооживленное) состояние. Это достигается воздействием на него восходящего потока газа, с помощью вибрации или перемешивания. Во взвешенном состоянии отдельные частицы порошка разъединяются и приобретают значительно большую степень свободы, чем в неподвижном слое.

Способ газопламенного напыления заключается в нанесении порошкообразных полимеров горелкой автогенного типа. Частицы порошковой краски, нагретые в пламени горелки до 130 °С и выше, размягчаются и в расплавленном состоянии сжатым воздухом наносятся на предварительно нагретую поверхность. Окончательное оплавление покрытия происходит в пламени той же горелки.

Газопламенное напыление применяют при ремонте поврежденных участков покрытия, заделке раковин, облицовке сварных швов и других работах. К недостаткам способа относятся низкая производительность, плохие санитарно-гигиенические условия труда из-за большого количества выделяющихся при работе вредных газов, неравномерность толщины покрытия, снижение качества покрытия из-за частичного разложения полимера.

Методом газопламенного напыления при однократном нанесении нельзя получить беспористое равномерное по толщине покрытие, поэтому на поверхность наносят несколько слоев полимера. Качество получаемого при этом покрытия в большой степени зависит от квалификации исполнителя.

Метод теплотлучевого напыления порошковой краски заключается в подаче ее в мощный поток светотепловых лучей, где частицы порошка плавятся и с большой скоростью наносятся на покрываемую поверхность. В качестве источника светотепловых лучей используют высокоэффективные кварцевые лампы с иодным циклом типа НИК-200 для интенсификации процессов, связанных с нагревом и плавлением.

Теплотлучевое напыление в 1,5—1,8 раза эффективнее газопламенного, оно обеспечивает меньший расход порошка (на 25—30%), меньшую энергоемкость процесса (в 3,5—4 раза), при этом повышаются физико-механические свойства покрытия. Недостатком способа теплотлучевого напыления является относительная сложность оборудования. Конструкция щелевого распылителя с нагревателем должна обеспечивать охлаждение отражателей и исключать возможность попадания порошка на нагреватель, так как это может вызвать быструю деструкцию наносимого полимера.

Метод струйного напыления состоит в том, что струя воздушно-порошковой смеси с помощью распылительной головки подается на нагретую поверхность изделия. По сравнению с

газопламенным напылением этот способ отличается большей надежностью, простотой и производительностью, исключается опасность перегрева. Оборудование для струйного напыления распылителями несложно, процесс при массовом производстве может быть автоматизирован. К недостаткам способа относятся трудность получения покрытий равномерной толщины с хорошим внешним видом, сложность нагрева изделий больших размеров, значительные потери при нанесении порошка (до 50%).

Струйное напыление полимерных порошков с помощью распылителей производят в камерах или кабинах, оборудованных вытяжной вентиляционной системой и матерчатыми фильтрами для улавливания порошка. В комплект оборудования для струйного напыления входят питательный бачок и распылительное устройство — стандартный краскораспылитель, у которого распылительная головка заменена специальной насадкой.

Нанесение порошковых материалов в электростатическом поле основано на использовании силового взаимодействия электрических полей с заряженными частицами порошка, в результате которого заряженные частицы перемещаются к противоположно заряженному изделию и осаждаются на его поверхности.

Преимуществами этого метода являются возможность исключения предварительного нагрева изделий, уменьшение до минимума потерь порошка в процессе напыления, возможность получения равномерных по толщине покрытий на изделиях сложной конфигурации, возможность нанесения порошковых покрытий на изделия из различных материалов, высокая производительность процесса нанесения и возможность его полной автоматизации.

Различают три разновидности способа нанесения порошковых материалов в электростатическом поле: с помощью пневмораспылителя или вращающейся чаши (частицы порошка заряжаются в распылителе или на коронирующей кромке чаши), в ионизированном псевдооживленном слое, в облаке заряженных частиц.

При нанесении порошковых материалов в электростатическом поле с помощью распылителей по аналогии со струйным нанесением порошок, находящийся во взвешенном состоянии, принудительно подается в головку электрораспылителя к электроду, на который подводится высокое напряжение (70—90 кВ), заряжается контактным способом и распыляется сжатым воздухом, поступающим в головку, или центробежной силой вращающейся чаши.

Заземленное изделие, расположенное перед распылителем на расстоянии 150—250 мм, является вторым электродом. Между головкой электрораспылителя и изделием возникает электростатическое поле, по силовым линиям которого заряженные

Таблица 4.6. Технологические режимы получения покрытий из порошковых полимерных красок

| Наименование материала, марка | Назначение покрытия | Температура предварительного нагрева, °С | Толщина покрытия, мкм | Число слоев | Температура формирования покрытия, °С | Время формирования промежуточного слоя, мин | Время формирования последнего слоя, мин |
|--|--|--|-----------------------|-------------|---------------------------------------|---|---|
| Полиэтилен низкого давления (ПЭНД) | Защитное и электроизоляционное | 220—280 | 150—500 | 1—3 | 200—250 | 2—5 | 10—20 |
| Полиэтилен высокого давления (ПЭВД) | Защитное и электроизоляционное | 220—280 | 150—500 | 1—3 | 170—240 | 2—5 | 10—20 |
| Эпоксидная краска П-ЭП-45 | Защитно-декоративное | 180—230 | 100—150 | 1 | 180—200 | — | 20—30 |
| Эпоксидные краски П-ЭП-177, П-ЭП-534, П-ЭП-219, П-ЭП-971 | Защитно-декоративное и электроизоляционное | 180—250 | 70—350 | 1—2 | 180—200 | 5—10 | 20—60 |
| Эпоксидные краски П-ЭП-91, П-ЭП-61, П-ЭП-133, П-ЭП-134 | Защитно-декоративное | 120—230 | 70—200 | 1 | 180—200 | — | 20—60 |
| Поливинилбутиральная краска П-ВЛ-212 | Защитно-декоративное, абразивостойкое | 210—270 | 200—500 | 1—2 | 200—260 | 2—5 | 3—5 |
| Полиэфирная краска П-ПЭ-1130У | Защитно-декоративное | 180—230 | 70—150 | 1 | 180—200 | — | 30—60 |
| Поливинилхлоридная краска П-ХВ-716 | Защитное | 240—280 | 200—400 | 1 | 230—260 | — | 2—4 |

Продолжение табл. 4.6

| Наименование материала, марка | Назначение покрытия | Температура предваритель- ного нагре- ва, °С | Толщина покрытия, мкм | Число слоев | Темпера- тура фор- мирования покры- тия, °С | Время фор- мирования промежточ- ного слоя, мин | Время фор- мирования последнего слоя, мин |
|--|---|---|-----------------------------|----------------|---|--|--|
| Полиамид ПА-12АП | Защитное, антифрикци- онное | 200—280 | 100—300 | 1—2 | 200—250 | 4—6 | 4—10 |
| Пентапласты А-1, А-2, А-4 | Защитное, химически стойкое | 200—300 | 150—500 | 2—3 | 200—250 | 5—15 | 20—30 |
| Фторопласты Ф-2М-Д, Ф-3Б, Ф-30П, Ф-4МБЦ, Ф-40ДП | Защитное, химически стойкое, электроизоля- ционное, антифрикцион- ное, антиадгезионное | 220—350 | 200—300 | 3—5 | 250—330 | 5—30 | 30—180 |
| Эпоксидные компаунды ЭП-49 А/1, ЭП-49 А/2 ЭП-49 Д/1, ЭП-49 Д/2 | Электроизоляционное для пазовой и корпус- ной изоляции | 150—190 | 150—500 | 1—5 | Ступен- чатый режим 150—200 | 10—20 | 120—600 |
| Композиции порошковые УП-2191 «А», УП-2191 «К» | Электроизоляционное для герметизации изде- лий | 100—120 | 100—500 | 1—2 | 80—120 | 10—20 | 60—600 |

Таблица 4.7. Основные дефекты покрытий и способы их устранения

| Дефект | Причина образования | Способ устранения |
|---|--|---|
| Включения | Наличие крупнодисперсной фракции порошкового материала | Просеять материал или заменить его |
| Шагрень | Низкая температура формирования, недостаточное время формирования, повышенное давление воздуха на распыление, повышенное напряжение, увеличенное время окрашивания | Повысить температуру формирования, увеличить время формирования, отрегулировать параметры окрашивания |
| Отсутствие покрытия на отдельных участках | Не налажен технологический процесс (при пневмоэлектростатическом распылении — повышенное напряжение) | Отрегулировать параметры технологического процесса (понизить напряжение) |
| Недостаточная толщина покрытия | Не выдержан температурный режим предварительного нагрева, нарушен технологический режим окрашивания | Отрегулировать параметры технологического процесса |
| Пузыри | Нанесение утолщенного слоя покрытия | То же |
| Поры | Газовыделение из литых изделий, повышенная влажность порошкового материала, нарушены режимы окрашивания, несоответствие сжатого воздуха требованиям ГОСТ 9.010—80 | Отрегулировать параметры технологического процесса, проверить качество сжатого воздуха |
| Кратеры | Несоответствие материала требованиям НТД, нарушение технологического процесса | Заменить материал, отрегулировать параметры технологического процесса |
| Потеки | Несоответствие порошкового материала требованиям НТД, нанесение утолщенного слоя, повышенная температура формирования | Заменить материал, отрегулировать параметры окрашивания, снизить температуру формирования |
| Изменение цвета | Повышенная температура предварительного нагрева изделий или формирования покрытия, повышенное время формирования | Отрегулировать температурный режим, установить автоматический контроль |
| Неудовлетворительная адгезия покрытия | Некачественная подготовка поверхности, несоблюдение технологических режимов окрашивания и формирования покрытия | Отрегулировать параметры технологического процесса |

| Дефект | Причина образования | Способы устранения |
|--|---|---|
| Трещины | Низкая температура формирования, недостаточное время формирования | Отрегулировать температурный режим формирования, увеличить время формирования |
| Скрытые дефекты (в том числе раковины газовые) | Нарушение технологического режима окрашивания, несоответствие порошкового материала требованиям НТД | Отрегулировать параметры технологического процесса, заменить материал |

частицы порошка переносятся к поверхности изделия и осаждаются равномерным слоем, образуя покрытие толщиной 100—120 мкм.

Электрораспылители могут быть ручными или встроенными в стационарную камеру (аналогичную камере для нанесения ЛКМ в электрическом поле). Основные технологические режимы получения покрытий из порошковых полимерных красок приведены в табл. 4.6. В табл. 4.7 приведены основные дефекты покрытий и способы их устранения.

4.6. ОКУНАНИЕ

Окрашивание окунанием является одним из наиболее простых и производительных методов, широко применяемых как в механизированном, так и в немеханизированном производстве. Сущность метода заключается в том, что окрашиваемое изделие погружают в ванну, заполненную ЛКМ, затем извлекают и выдерживают определенное время над ванной или лотком для стекания избытка материала с поверхности.

Разновидностями этого метода являются обычное окунание, окунание с выдержкой в парах растворителей, окраска в барабанах и протягиванием изделий через ванну с ЛКМ.

Метод окрашивания окунанием не требует применения сложного оборудования и обслуживания высококвалифицированным персоналом. Одновременно можно прокрашивать наружные и внутренние поверхности большого числа различных изделий, при этом процесс окраски может быть полностью механизирован. Однако при окрашивании методом окунания внешний вид покрытия хуже, чем при окрашивании распылением, так как наблюдаются значительная неравномерность покрытия, потеки и наплывы по концам и острым кромкам изделий, окрашиваемые изделия должны иметь сравнительно обтекаемую и гладкую

поверхность без глухих «карманов» (для обеспечения полного и равномерного стекания избытка материала), нельзя наносить толстые слои и применять быстросохнущие ЛКМ. К недостаткам метода окунания относятся также необходимость использования больших объемов ЛКМ и повышенный расход растворителей вследствие их испарения с поверхности зеркала материала.

Установки для окрашивания окунанием с обычным стоком и с выдержкой в парах растворителей во многом однотипны. Применяют установки, главной составной частью которых являются ванны. Размеры ванн определяются размерами окрашиваемых изделий. При окраске мелких изделий в условиях единичного и мелкосерийного производства применяют ванны объемом от нескольких литров до 0,5 м³. Это металлические сварные конструкции, оборудованные перемешивающими устройствами и местной вытяжной вентиляцией. Изделия подаются и извлекаются из ванны вручную или с помощью средств малой механизации (тельферов, подъемников). Сток избытка ЛКМ обычно осуществляется непосредственно над ванной. В установках для окрашивания изделий небольших размеров, транспортируемых на подвесном конвейере непрерывного действия, ванна монтируется в камере, которая оборудована вентиляционным вытяжным агрегатом.

При массовом и крупносерийном производстве изделия окрашивают в установках, имеющих две зоны: зону окраски и зону стока избытка ЛКМ (длина зоны стока рассчитывается по времени стекания — 5—15 мин).

Установка представляет собой агрегат туннельного типа, состоящий из камеры, ванны окунания и лотка для стока избытка ЛКМ с поверхности изделия, систем перемешивания и фильтрации материала, вытяжной вентиляции и системы автоматического управления. Камера — конструкция проходного типа — служит для ограждения пространства, в котором окрашиваются изделия, от помещения цеха. Металлический каркас камеры облицован металлическими панелями, имеющими остекленные проемы для наблюдения за процессом окраски.

Ванны с ЛКМ располагаются внутри камеры. Их объем может колебаться от нескольких десятков литров до десятков кубических метров. Глубина ванны принимается на 100—150 мм больше максимальной высоты окрашиваемого изделия, а ширина зависит от ширины изделий с учетом размещения коллекторов для перемешивания ЛКМ. Длина ванны должна допускать свободный вход и выход изделий при их транспортировании. Ванна оборудуется трубопроводами для аварийного слива и заполнения ЛКМ, подаваемым из краскозаготовительного отделения цеха, а также устройствами для перемешивания ЛКМ (насосы центробежные, вихревые, центробежно-вихревые, шестеренчатые, реже — мешалки), фильтрами и теплообменника-

ми. Транспортирование изделий осуществляется подвесным конвейером периодического или непрерывного действия — цепным однониточным или штанговым двухниточным (скорость движения конвейера непрерывного действия — $0,1 \div 2,5$ м/мин).

Кроме стационарных находят применение ванны, автоматически поднимающиеся и опускающиеся в ритме движения конвейера по мере прохождения изделий над ними. Известны также конструкции установок с автоматическим опусканием подвесок с изделиями или с роботами, которые снимают изделие с конвейера, погружают его и извлекают из ванны, а затем вновь навешивают на транспортирующий конвейер. Во всех этих случаях конвейер проходит над ванной без спусков и подъемов, что позволяет существенно уменьшить объем ванны окунания и, соответственно, площадь окрасочного участка.

Более равномерное покрытие с меньшими потеками и наплывами получают при окрашивании изделий окунанием с последующей выдержкой изделия в парах растворителей (рис. 4.1). В этом случае после окунания в ванну 1 окрашенные изделия, подвешенные на конвейере 4, направляются в паровой туннель 5 для стекания избытка материала и предварительного формирования покрытия.

Ванна представляет собой сварную емкость, разделенную перегородкой 12 на рабочую часть и карман, в котором установлены сетки для гашения пены. Для перемешивания служит насос 13, который забирает материал из нижней части ванны и кармана и подает его в придонную часть через распределительный коллектор. Удаление пены, образующейся в процессе перемешивания, достигается подачей части циркулирующего материала параллельно зеркалу жидкости в верхнюю часть ванны через специальные насадки, при этом вся пена переносится через переливную перегородку 12 в карман.

Ванна оборудована трубопроводами аварийного слива и подачи ЛКМ из краскозаготовительного отделения. ЛКМ, циркулирующий в системе перемешивания, при открывании соответствующих вентилях проходит через магнитный фильтр 14, фильтр тонкой очистки 15 и теплообменник 16. Таким образом, материал очищается от загрязнений и термостатируется.

Постоянную вязкость материала в процессе работы ванны поддерживают дозированной подачей в ванну растворителя насосом 10 из мерного бачка 11 через клапан с исполнительным механизмом.

Паровой туннель оборудован рециркуляционной системой вентиляции для равномерного распределения концентрации паров растворителей по его объему. Паровоздушная смесь забирается вентилятором 9 через заборные воздухопроводы, расположенные вдоль днища туннеля, и подается в верхнюю часть туннеля.

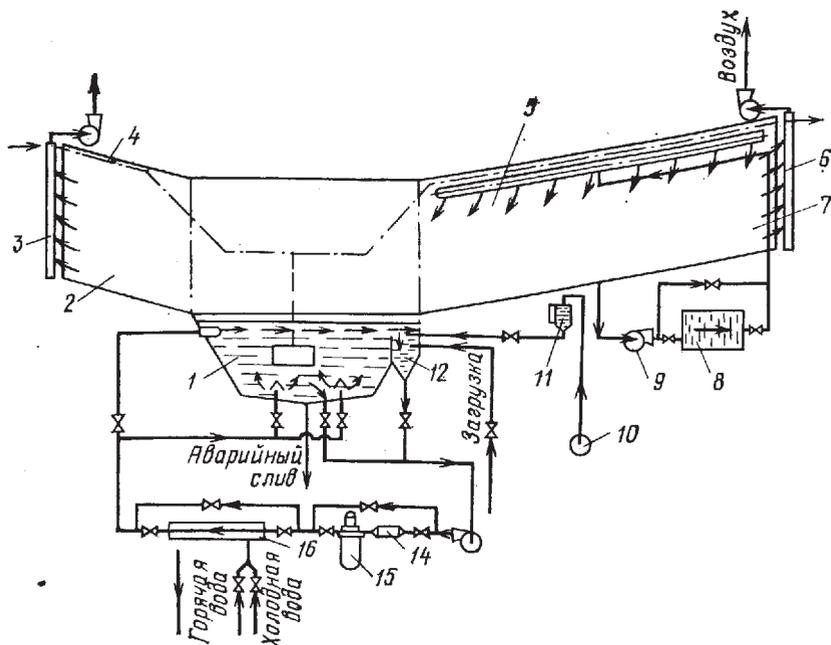


Рис. 4.1. Схема окрашивания окунанием с последующей выдержкой изделий в парах растворителей:

1 — ванна окунация; 2 — тамбур входной; 3 — затвор воздушный входной; 4 — конвейер подвесной; 5 — туннель паровой; 6 — затвор воздушный выходной; 7 — тамбур выходной; 8 — калорифер; 9 — вентилятор системы рециркуляции; 10 — насос для подачи растворителя; 11 — мерный бак; 12 — перегородка; 13 — насос; 14 — фильтр магнитный; 15 — фильтр тонкой очистки; 16 — теплообменник

Необходимая концентрация паров растворителя в туннеле создается постоянным испарением растворителя с зеркала ванны и поверхности окрашенных изделий. Оптимальная температура внутри туннеля в системе вентиляции поддерживается калорифером 8. Для того, чтобы пары растворителей через транспортные проемы не попадали в помещение цеха, на входе и выходе установки смонтированы воздушные завесы 3 и 6. Конфигурация парового туннеля также должна способствовать предотвращению выхода паров растворителя через транспортные проемы. С этой целью входной 2 и выходной 7 тамбуры приподняты относительно верхней кромки ванны на высоту не менее высоты транспортного проема, а длина тамбура равна его высоте или больше ее. Для обеспечения стока избытка материала обратно в ванну днище туннеля имеет V-образную форму с углом наклона 5—8° в сторону ванны.

Установки окрашивания окунаением должны быть оборудованы системами автоматического пожаротушения — типа АЭПУ

при тушении составом «3,5» (70% этилбромид и 30% углекислоты), углекислотными или установками паротушения.

Ванны емкостью больше 0,5 м³ снабжают устройствами для автоматического слива ЛКМ в подземный резервуар, который должен быть размещен за пределами цеха и иметь достаточный объем для слива всего материала, находящегося в ванне и системе трубопроводов. Сливную трубу следует снабжать задвижкой, которая открывается автоматически при повышении температуры в помещении выше определенной величины. Диаметр сливной трубы и ее уклон в сторону резервуара выбирают с таким расчетом, чтобы весь ЛКМ можно было слить не более чем за 5 мин.

4.7. ОКРАШИВАНИЕ В БАРАБАНАХ, ЦЕНТРИФУГАХ, ПРОТЯГИВАНИЕМ

Окрасочные барабаны применяют для нанесения ЛКМ на мелкие изделия: металлические пуговицы, болты, шайбы, крючки, петли, кнопки, пистоны и др. Барабаны могут иметь различные размеры и форму и вращаться с частотой 75—120 об/мин. Для выбора оптимальной скорости вращения привод барабана обычно снабжается вариатором. Барабан загружают изделиями на 1/2—2/3 его объема. Имеются барабаны, в которых предусмотрена продувка холодного или нагретого воздуха, что позволяет одновременно с окраской проводить и высушивание покрытий.

Нередко изделия окрашивают в центрифугах. Удобны центрифуги с механической разгрузкой. Центрифуги отличаются от барабанов большей частотой вращения ротора (до 200 об/мин), более полным и быстрым сливом (отводом) ЛКМ.

Установки для окрашивания изделий протягиванием через ванну характеризуются большой производительностью. Их применяют при нанесении ЛКМ на длинномерные изделия постоянного поперечного сечения (карандаши, проволоку, прутковый материал, плитусы и др.). Изделия протягивают через ванну с отверстиями, форма и размеры которых соответствуют профилю поперечного сечения изделия. Избыток ЛКМ удаляется с поверхности ограничительными кольцами (шайбами). Получаемое покрытие имеет очень небольшую толщину (2—5 мкм), поэтому обычно карандаши, например, пропускают через ванну от 4 до 12 раз с промежуточной сушкой нанесенных слоев.

По этому же принципу работают установки для лакирования проволоки на кабельных заводах. Роль ванны выполняет слой пористого (волокнистого или губчатого) материала (фетра, поролон и др.), постоянно увлажняемого фитильным или капельным способом жидким ЛКМ.

4.8. СТРУЙНЫЙ ОБЛИВ

Окрашивание струйным обливом происходит при нанесении ЛКМ на поверхность ламинарными струями со всех сторон. Как и при окунании, материал поступает на окрашиваемую поверхность, после чего его избытки стекают в течение определенного времени. По сравнению с оборудованием для окрашивания окунанием в оборудовании для окрашивания струйным обливом отсутствуют громоздкие ванны с большим количеством ЛКМ (объем материала, находящегося в системе, сокращается в 8—10 раз), что уменьшает пожароопасность цеха, при этом отпадает необходимость в установке резервуаров для хранения и аварийного слива материала.

Для получения более равномерного покрытия изделия с нанесенным ЛКМ выдерживают в парах растворителей. При этом испарение растворителя из нанесенного слоя замедляется, что дает возможность избытку материала более полно стечь с изделия, а оставшемуся ЛКМ — равномерно распределиться по поверхности.

При массовом или серийном окрашивании изделий струйным обливом потери ЛКМ сокращаются на 24—30% по сравнению с пневматическим распылением и на 10—15% по сравнению с окунанием. Применение струйного облива позволяет полностью автоматизировать процесс — на одном конвейере можно окрашивать изделия различных конфигураций и размеров. По сравнению с методом окунания улучшаются санитарно-гигиенические условия труда и внешний вид покрытия.

Недостатки метода струйного облива: повышенный расход растворителя (в некоторых случаях 150—200% от расхода материала), невозможность многоцветной окраски изделия, необходимость больших производственных площадей, невозможность окрашивания изделий с глубокими карманами и внутренними полостями, затрудняющими стекание избытка материала, получение покрытий не выше IV класса.

Методом струйного облива с последующей выдержкой в парах растворителей ЛКМ наносят в установках струйного облива (УСО).

Установка (рис. 4.2) представляет собой металлическую конструкцию в виде туннеля, приподнятого над полом, и состоит из следующих основных узлов: входного 2 и выходного 8 тамбуров, камеры облива 4, парового туннеля 7, систем краскоподдачи, промывки, рециркуляции паров растворителей, автоматического контроля и регулирования технологических параметров.

Входной и выходной тамбуры предотвращают выход в цех через транспортные проемы брызг ЛКМ и паров растворителя, выделяющихся при обливе и выдержке изделий в парах раство-

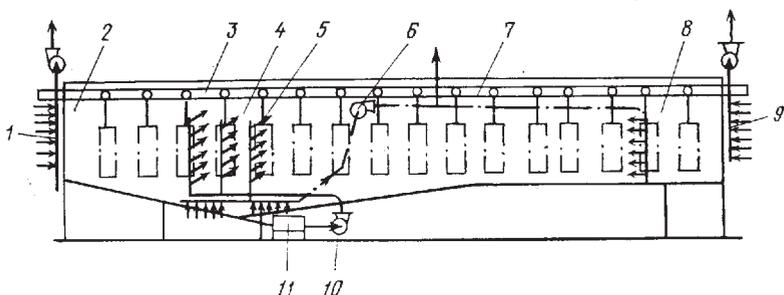


Рис. 4.2. Схема установки для окрашивания струйным обливом с последующей выдержкой в парах растворителей:

1, 9 — входной и выходной воздушные затворы; 2, 8 — входной и выходной тамбуры; 3 — конвейер подвесной; 4 — камера облива; 5 — контуры облива; 6 — рециркуляционная система вентиляции; 7 — паровой туннель; 10 — насос краскоподачи; 11 — баки для ЛКМ и растворителя

рителя. Тамбуры оборудованы устанавливаемыми у проемов воздушными затворами (завесами) 1 и 9 всасывающего типа, связанными с вентиляторами и представляющими собой прямоугольные всасывающие воздухопроводы с щелевыми отверстиями. Пол входного тамбура имеет уклон около 8° в сторону камеры облива.

Камера облива предназначена для нанесения ЛКМ на окрашиваемые изделия и оборудована системой контуров 5 с соплами для подачи ЛКМ, красконагнетательными насосами 10, фильтрами грубой и тонкой очистки, теплообменником, трубопроводами с насадками для промывки стен и пола, баками 11 для ЛКМ и растворителя (необходимого для промывки зоны облива, входного тамбура и парового туннеля по окончании работы установки), а также контрольно-измерительными и регулирующими приборами.

В зависимости от высоты и конфигурации окрашиваемых изделий в камере облива устанавливают подвижный контур снизу (высота изделий до 1,5 м) или неподвижные контуры по периметру (высота изделий более 1,5 м), или то и другое в сочетании (для изделий сложной конфигурации). Одно сопло качающегося контура заменяет 8—10 сопел в неподвижных контурах.

Механизм качания подвижных контуров расположен на перекрытии вне камеры и включает электродвигатель во взрывобезопасном исполнении, редуктор, обеспечивающий 20—30 качаний контура в 1 мин, и систему рычагов.

Сопла, устанавливаемые в контурах облива, изготовляют из алюминия или латуни в виде трубок диаметром 6—9 мм, длиной 50—150 мм с шаровым шарниром, обеспечивающим возможность их закрепления с отклонением от оси в любую сторону на 15° . Круглое сечение сопел позволяет получать минималь-

ную поверхность струи, что приводит к наименьшему испарению растворителя.

Для того чтобы ходовая часть конвейера 3 (рис. 4.2) не окрашивалась, в зоне облива устанавливают S-образный замок, форма которого соответствует форме подвесок для окрашиваемых изделий.

Днище камеры облива в поперечном сечении имеет форму желоба; днище выполняют с уклоном в сторону парового туннеля, который заканчивается трубой для слива материала и растворителя в соответствующие баки, расположенные под ним.

Баки изготавливают прямоугольной или цилиндрической формы с конусным днищем и откидными крышками и оборудуют лопастными мешалками с пневмоприводом. Бак для ЛКМ снабжен рубашкой для холодной или горячей воды: горячую воду используют для подогрева материала при пуске установки, холодную — для охлаждения бака в процессе эксплуатации.

Паровой туннель предназначен для выдержки окрашенных изделий в парах растворителя с целью обеспечения стока с поверхности изделий избытка ЛКМ и образования равномерной по толщине пленки. Внутри туннеля поддерживают необходимую (повышенную) концентрацию паров растворителей, создаваемую за счет испарения растворителей с поверхности окрашенных изделий, а также подачи из зоны облива рециркуляционной вентиляционной системой 6, работающей с частичным выбросом воздуха. Назначение этой системы — поддержание заданной концентрации паров растворителя одинаковой по длине и высоте парового туннеля и не превышающей 40—50% от нижнего предела взрываемости паров в смеси с воздухом. Паровоздушная смесь забирается воздуховодами со всасывающими отверстиями, расположенными по обе стороны нижней части секции облива, и подается в камеру парового туннеля через нагнетательные щели воздуховодов, установленных также с двух сторон туннеля. Нагнетательный воздуховод рециркуляционной системы имеет патрубок для вывода паров в атмосферу. Установленная в нем заслонка с пневмоприводом открывается при превышении уровня концентрации паров растворителя в туннеле сверх нормы. После снижения концентрации заслонка автоматически возвращается в исходное положение.

Внутри туннеля установлены «силуэты» с проемами для прохода изделий, снабженные разрезными резиновыми шторками и препятствующие образованию сплошных продольных потоков воздуха при работе рециркуляционной вентиляционной системы.

Днище парового туннеля имеет желоба с уклоном в сторону зоны облива. Для удобства обслуживания в боковой стенке секции облива и в одной из секций парового туннеля предусмотрены герметично закрывающиеся двери, защищаемые легко съемными щитами от попадания ЛКМ.

Таблица 4.8. Дефекты работы установки струйного облива, их причины и способы устранения

| Дефекты | Возможные причины | Способы устранения |
|---|--|---|
| Выход паров растворителей через проемы в помещении | Плохо работают вентиляционные завесы агрегата | Проверить фактическую производительность вентиляции, сравнить с проектной и отрегулировать Уменьшить размеры проемов при помощи резиновых листов; добиться равномерной вытяжки по высоте проема Устранить неплотности |
| Течи краски в каркасе и трубопроводах агрегата | Нарушена герметичность сварных и других соединений и трубопроводов | Уменьшить давление краски |
| Низкое давление краски | Краска подается под высоким давлением Недостаточное количество краски в системе Засорены всасывающие фильтры | Заполнить бак с краской до рабочего уровня Заменить и вычистить фильтры |
| Возрастание давления краски | Не отрегулирован перепускной клапан Засорены насадки, нагнетательные трубопроводы и фильтры | Отрегулировать клапан Сменить фильтры, промыть систему краскоподачи растворителем; при необходимости разобрать и вычистить трубопроводы |
| Непрокрашивание отдельных участков изделия | Засорены насадки и контуры Неправильно отрегулировано направление струй из насадок | Отвернуть накидные гайки, снять насадки и включить насос для подачи растворителя в трубопроводы в течение 10—15 мин Отрегулировать направление струй из насадок |
| Потеки в нижней части изделия (на кромках), неравномерная толщина покрытия по длине изделия | Повышенная вязкость краски по сравнению с установленной Неудачное положение изделия на подвеске | Установить и строго поддерживать определенную вязкость краски Установить и поддерживать определенную концентрацию паров растворителей в установке Найти оптимальное положение изделия на подвеске |
| Унос краски с изделием | Наличие «карманов» и других мест, препятствующих нормальному стоку | По возможности выполнить технологические отверстия для облегчения стока |
| Большой расход растворителей | Низкая вязкость, высокая температура краски | Отрегулировать вязкость и температуру краски |

| Дефекты | Возможные причины | Способы устранения |
|---|--|---|
| Большой расход растворителей | Завышена производительность вентиляционной системы, чрезмерно открыты проемы Изделия на облив поступают перегретыми | Отрегулировать вентиляцию. Внутри установки разместить охлаждающие трубы, прикрыть проем Уменьшить температуру изделий |
| Свертывание краски в баке | Для растворения краски использованы несовместимые или ограниченно совместимые между собой и с краской растворители или разбавители | Привести в соответствие с технологией состав растворителей |
| Накопление осадка в баке | Отсутствует перемешивание Нарушен порядок разведения краски | Очистить бак; ввести постоянное перемешивание краски в баке Растворитель добавляют постепенно, не допуская передозировки |
| Обрастание стенок, днища и потолка установки, а также конвейера краской | Давление краски, поступающей в насадку, завышено Промывки проводятся нерегулярно | Добиться облива изделий при минимальном давлении краски, поступающей в насадку Соблюдать периодичность промывок |
| Сорность и наличие крупных частиц пигмента на окрашиваемой поверхности | Краска плохо профильтрована Краска недостаточно перетерта Наличие пыли на окрашиваемой поверхности | Профильтровать краску через сито Пропустить краску через краскотерку и проверить степень перетирания Протереть поверхность перед окрашиванием |
| Появление капель воды или масла на окрашиваемой поверхности | Не работает масловодоотделитель | Спустить конденсат из масловодоотделителя или заменить его |

Вдоль туннеля с наружной его стороны проходит площадка для наблюдения за процессом окраски через остекленные боковые стенки для входа в туннель.

Туннель освещен остекленными люминесцентными светильниками во взрывобезопасном исполнении, расположенными на перекрытии.

Пуск, регулирование и остановку оборудования и приборов осуществляют с пульта управления, выполненного в виде щита и расположенного вблизи установки.

Для автоматического замера и регулирования основных параметров процесса окраски УСО должны быть оснащены следующими контрольно-измерительными приборами: автоматическим вискозиметром, непрерывно измеряющим вязкость ЛКМ в баке, сигнализатором горючих газов, измеряющим концентрацию паров растворителя в паровом туннеле, терморегулятором, поддерживающим заданную температуру ЛКМ, и манометром. Датчики приборов, воздействуя на исполнительные механизмы, связанные с системой клапанов, поддерживают заданные параметры ЛКМ (вязкость и температуру) и определенную концентрацию паров растворителей.

Возможные дефекты в работе установки струйного облива, их причины и способы устранения приведены в табл. 4.8.

4.9. НАЛИВ

Окрашивание методом налива широко применяют для нанесения ЛКМ на бруски, щитовые изделия из древесины, фанеры, картона, древесно-стружечных плит и др. Сущность метода заключается в том, что изделия, двигаясь на ленточном конвейере в горизонтальной плоскости, проходят через широкую плоскую струю (завесу) ЛКМ, длина которой больше ширины изделий, а толщина равномерна по всей протяженности.

Преимущества окрашивания методом налива — высокая производительность процесса (несколько десятков метров в минуту), низкие потери ЛКМ (5—10%), возможность получения утолщенных покрытий (до 300 мкм) за один проход. К недостаткам метода следует отнести возможность окрашивания только плоских поверхностей, окраску изделия за один проход только с одной стороны, ограниченный ассортимент наносимых материалов (нитроматериалы, полиэфир).

Схема работы лаконоливной машины приведена на рис. 4.3. Вытекающая из наливочной головки 1 плоская струя ЛКМ (завеса) покрывает поверхность изделия 2, перемещаемого транспортирующими устройствами 5 (двумя ленточными транспортерами, привод которых обеспечивает плавное, бесступенчатое изменение скорости лент в широком диапазоне — от 10 до 150 м/мин). Избытки материала стекают в приемный лоток 9, размещенный между лентами транспортеров непосредственно под наливочной головкой. Из лотка ЛКМ поступает в отстойный бак 8, откуда насосом 7 через фильтр 6 в систему трубопроводов с перепускными 4 и спускными 3 вентилями вновь перекачивается в наливочную головку.

Расход ЛКМ при этом определяется длиной завесы, скоростью движения транспортера и давлением материала внутри системы.

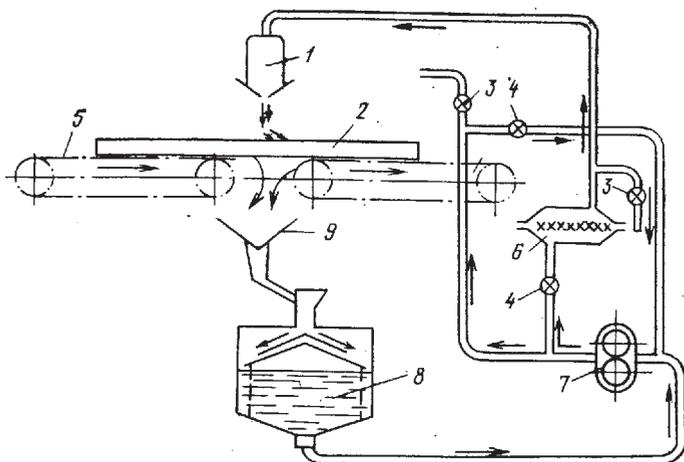


Рис. 4.3. Схема работы лаконоливной машины:

1 — наливочная головка с донной щелью; 2 — окрашиваемое изделие; 3 — вентиль спускной; 4 — вентиль перепускной; 5 — транспортирующее устройство; 6 — фильтр сетчатый; 7 — насос; 8 — бак отстойный; 9 — приемный лоток

При работе лаконоливной машины часть непрерывно циркулирующего ЛКМ, проходя в свободные промежутки между окрашиваемыми изделиями, стекает в отстойный бак с большой скоростью, захватывая при этом пузырьки воздуха. Для устранения воздушных пузырьков в конструкции отстойника предусмотрена конусная крышка, по которой материал стекает в бак. Кроме того, для этой же цели в системе циркуляции ЛКМ часто устанавливаются сетчатые или вакуумные гасители пены.

Основным узлом лаконоливной машины является наливочная головка. В зависимости от способа формирования плоской струи (завесы) различают наливочные головки с наклонным экраном, донной щелью, сливной плотиной, сливной плотиной и экраном.

В зависимости от толщины окрашиваемых изделий наливочную головку с помощью механизма подъема можно установить на разной высоте. Так как под действием сил поверхностного натяжения плоская струя ЛКМ стремится превратиться в круглую, расстояние от головки до окрашиваемой поверхности должно быть небольшим. Обычно оно составляет 50—100 мм.

Лаконоливные машины, как правило, комплектуют двумя наливочными головками, что позволяет применять их для нанесения двухкомпонентных материалов. В первую (по ходу движения окрашиваемого изделия) головку подают основу лака с инициатором, во вторую — основу лака с ускорителем. При

использовании однокомпонентных материалов вторую головку отключают.

Одной из современных отечественных установок для окраски щитовых изделий методом налива является лаконоливная машина ЛМ-3. Эта машина предназначена для нанесения нитроцеллюлозных и полиэфирных ЛКМ (как одно-, так и двухкомпонентных вязкостью 25—130 с по ВЗ-246-4) методом налива. Машина состоит из станины, двух наливочных головок со сливной плотиной и экраном, механизма подъема головок, ленточного транспортера для подачи изделий и пульта управления. В комплект машины также входят две насосные установки, два лотка и два бака для ЛКМ емкостью по 50 л.

Некоторые технические характеристики машины приведены ниже:

| | |
|--|----------------|
| Расход ЛКМ, г/м ² | 30—600 |
| Скорость подачи изделий, м/мин | 10—170 |
| Длина сливной кромки, мм | 1400 |
| Диапазон регулирования подъема головок от уровня стола, мм | 30—270 |
| Габариты, мм | 4000×2200×1350 |
| Мощность, кВт | 3,8 |
| Масса, кг | 1200 |

4.10. ВАЛКОВЫЙ МЕТОД

Валковый метод окрашивания изделий заключается в том, что ЛКМ предварительно наносят на валок, который затем прокатывают по окрашиваемой поверхности и переносят на нее ЛКМ.

К преимуществам валкового метода окраски относятся высокая производительность процесса (до 200 м/мин при ширине изделия до 2 м), минимальные потери материала, сокращение расхода растворителей в связи с высоким содержанием сухого остатка применяемых материалов, получение равномерных по толщине покрытий с одинаковыми декоративными и защитными свойствами по всей окрашиваемой поверхности, возможность получения утолщенных покрытий (до 500 мкм за один проход), возможность автоматизации. Недостаток метода — возможность окраски только плоских изделий (листовой стали, фанеры, металлической ленты).

С помощью валков можно окрашивать изделие как с одной стороны, так и одновременно с двух сторон. В зависимости от числа окрасочных валков различают трех- и двухвалковые машины. У трехвалковых машин имеются наносящий, регулирующий и питающий валки, у двухвалковых машин функции питающего и регулирующего валков совмещены.

По способу подачи ЛКМ на окрасочные валки валковые машины делятся на три группы:

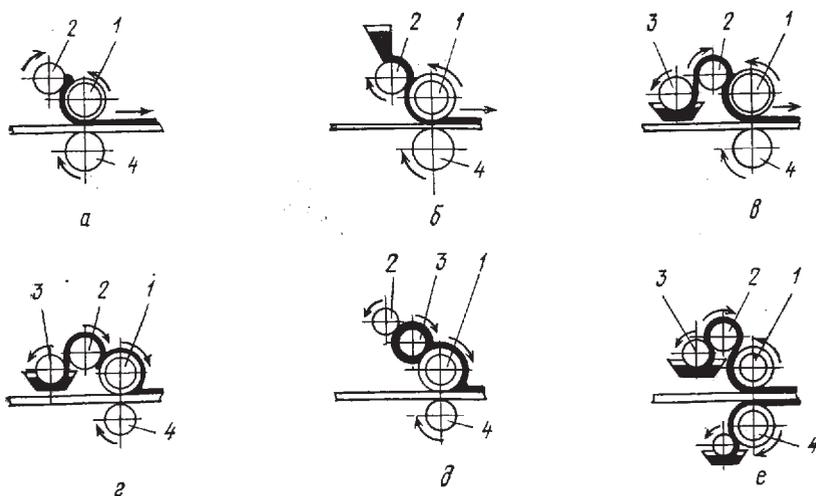


Рис. 4.4. Схема расположения валков при нанесении ЛКМ методом прямой (а—в) и обратной (д, е) ротации:
 1 — наносящий валок; 2 — регулирующий валок; 3 — питающий валок; 4 — опорный валок; 5 — изделие

машины, в которых материал подается в пространство между двумя валками и проходит через зазор между регулирующим и наносящим валками; величина зазора определяет толщину наносимого слоя (рис. 4.4, а);

машины, в которых материал подается на регулирующий валок дозирующим устройством в виде бункера, одна из кромок стенки которого образует с поверхностью валка регулируемую по величине щель; для обеспечения стабильности подачи в бункере можно создавать избыточное давление (рис. 4.4, б);

машины, в которых питающий валок захватывает материал из ванночки; при этом количество материала зависит от глубины погружения и частоты вращения валка, а также от вязкости, плотности и поверхностного натяжения наносимого материала (рис. 4.4, в).

По способу нанесения ЛКМ валковые машины разделяются на машины прямой и обратной ротации.

В валковых машинах прямой ротации направления вращения наносящего валка и перемещения окрашиваемой подложки совпадают. Такие машины применяются для получения тонких покрытий при грунтовании, лакировании и нанесении низковязких материалов. У машин обратной ротации (рис. 4.4, г, д) направления вращения наносящего валка и движения подложки противоположны. Эти машины предпочтительней использовать для получения толстослойных покрытий (толщиной до 300 мкм и более).

Регулирующий, питающий и опорный валки изготавливают из стали с последующим хромированием поверхности. Наносящий валок обтягивают резиной или другим эластичным материалом, стойким к действию растворителей и механических повреждений. Эластичное покрытие валка способствует также компенсации разнотолщинности покрываемой подложки.

Для регулирования зазоров между валками их устанавливают в подшипниках с подвижным корпусом.

В машинах двухсторонней окраски (рис. 4.4, е) роль опорного валка играет наносящий валок головки для окраски обратной стороны.

Универсальные валковые машины, пригодные для нанесения различных ЛКМ, должны иметь индивидуальный реверсивный привод валков с плавным регулированием частоты вращения и зазоров между валками. В качестве привода используют асинхронные электродвигатели с вариаторами и редукторами, электродвигатели постоянного тока и гидравлические приводы.

При использовании для окраски валковых машин равномерность толщины покрытия по ширине и длине окрашиваемой поверхности зависит от точности изготовления и установки валков. Валки должны иметь постоянные по всей длине диаметр, цилиндричность, окружную скорость вращения и достаточно низкую шероховатость поверхности. В машине валки должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивались параллельность осей вращения и равномерность зазоров по всей длине.

Валковые машины устанавливают в отдельной, хорошо вентилируемой камере. Во избежание попадания пыли на покрытие в камере поддерживают избыточное давление воздуха. Привод и пульт управления валковой машины устанавливают вне камеры. Для передачи крутящего момента от привода к валкам используют гибкие карданные валы или другие устройства.

В процессе работы валковой машины необходимо контролировать вязкость, температуру и подачу материала, а также толщину и качество получаемого покрытия.

На рис. 4.5 приведена схема линии для двухсторонней окраски рулонной стали и алюминия. Линия работает следующим образом. Рулоны, освобожденные от упаковки, подаются подъемником в барабан разматывателя 1, откуда с помощью подающих роликов 2 металлическая полоса направляется в петлевой вертикальный накопитель башенного типа 6. Дефектный металл при этом вырезается ножницами 3, после чего полоса сваривается с помощью сшивной машины 4. Из накопителя полоса поступает в агрегат химической подготовки поверхности 7 и после сушки от влаги в сушильной установке 8 — в агрегат грунтования поверхности 9. По выходе из него полоса последовательно проходит двухзонную конвективную сушильную установку 10

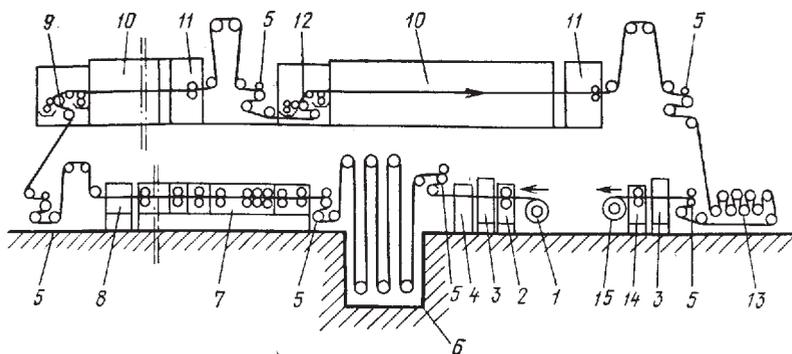


Рис. 4.5. Схема линии окраски металлической ленты:

1 — разматыватель; 2 — ролик подающий; 3 — ножницы; 4 — сшивная машина; 5 — натяжная станция; 6 — накопитель входной; 7 — агрегат подготовки поверхности; 8 — камера сушки от влаги; 9 — валковая машина для нанесения грунтовочного слоя; 10 — сушильная камера; 11 — зона охлаждения; 12 — валковая машина для нанесения отделочных слоев; 13 — накопитель выходной; 14 — устройство для укладывания прокладки; 15 — наматыватель

и камеру водяного охлаждения 11. Верхнее покрытие наносится в агрегате 12, после чего полоса следует в четырехзонную сушильную установку и через ламинатор-гиснитель в камеру водяного охлаждения 11. Затем полоса проходит накопитель 13, гидравлические ножницы 3 и с помощью подающих роликов поступает на наматыватель 15, предварительно пройдя устройство 14 для укладывания прокладки между витками рулона. Окрашенные рулоны закрепляются с помощью ременного захлестывателя, снимаются и маркируются. Для натяжения полосы в процессе движения служат натяжные станции 5.

4.11. ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ

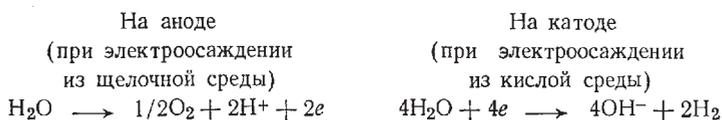
Принцип метода и области применения. Электроосаждение — метод получения грунтовочных и однослойных покрытий на металлических поверхностях в условиях крупносерийного производства, обеспечивающий высокую степень автоматизации и практически безотходное использование ЛКМ. Сущность метода заключается в осаждении частиц ЛКМ на изделия под воздействием постоянного электрического тока. Используются, главным образом, водоразбавляемые ЛКМ на основе пленкообразователей-электролитов. Нанесение покрытия в производственных условиях осуществляется путем погружения изделий в ванну с водоразбавляемым ЛКМ при одновременном подключении электрического тока. Окрашиваемое изделие является анодом или катодом. Корпус ванны или специально опущенные в нее металлические пластины — противоположным по знаку электродом.

В зависимости от того, где происходит нанесение покрытия — на аноде или катоде, процесс электроосаждения может быть анодным или катодным.

Частицы ЛКМ, осаждаясь на поверхности изделия, образуют нерастворимую в воде пленку. Участки, находящиеся в зоне максимальной плотности тока, окрашиваются в первую очередь, остальные участки также окрашиваются вследствие возрастания изолирующего действия уже образовавшегося покрытия. При этом равномерное по толщине покрытие образуется на изделиях любой сложной конфигурации. Способность ЛКМ образовывать на изделиях сложной конфигурации равномерные по толщине покрытия называется рассеивающей, или проникающей способностью.

Осаждающаяся на электроде-изделии водонерастворимая пленка обезвожена и уплотнена за счет сопутствующего электроосмоса и синерезиса.

Механизм получения покрытий методом электроосаждения связан со способностью полиэлектrolитов изменять свою водорастворимость в зависимости от величины рН. Под влиянием электрохимических реакций, протекающих на электродах, на окрашиваемом изделии происходит образование водонерастворимого осадка в результате взаимодействия полиэлектrolита — связующего ЛКМ — с продуктами этих реакций. При этом определяющей первичной электрохимической реакцией является электролиз воды:



В случае анодного электроосаждения образование водонерастворимого осадка происходит, главным образом, за счет взаимодействия полиэлектrolитного карбоксилсодержащего пленкообразователя с ионами водорода, образующимися на аноде. Помимо этого, значительная часть электродного осадка представляет собой соль поликислоты и металла анода, ионы которого образуются за счет анодного растворения металлической подложки. Присутствие в покрытии солевой формы связующего снижает антикоррозионную устойчивость ЛКП и ухудшает его физико-механические свойства. В качестве побочных реакций имеют место различные реакции окисления связующего.

Метод применяют для получения грунтовочных слоев, перекрываемых другими слоями покрытия, а также для нанесения однослойных защитно-декоративных покрытий при минимальных потерях ЛКМ (или полном их отсутствии при применении ультрафильтрации).

К недостаткам метода следует отнести необходимость в больших производственных площадях, повышенные расходы технической и обессоленной воды, более высокие по сравнению с другими методами капитальные затраты на оборудование.

Применение метода наиболее эффективно при массовом и крупносерийном производстве. Ориентировочно из объема 1 м³ ванны должно окрашиваться в день не менее 100 м² поверхности.

По сравнению с другими методами основными преимуществами окраски электроосаждением являются исключение взрыво- и пожароопасности, равномерность нанесенного покрытия даже на изделиях сложной конфигурации, возможность полной механизации и автоматизации, улучшенные свойства покрытий.

Метод окраски электроосаждением нашел наиболее широкое применение в автомобильной промышленности и сельхозмашиностроении, а также в других отраслях при окраске мелких и средних изделий сложной конфигурации, на которых затруднительно получить равномерное покрытие другими методами, а также если невозможно улучшить санитарно-гигиенические условия труда и обеспечить взрыво- и пожаробезопасность окрасочных работ. Этот метод также эффективен, когда необходимо улучшить защитные свойства покрытий.

ЛКМ, применяемые при окрашивании электроосаждением. Водорастворимые пленкообразователи — связующие ЛКМ для электроосаждения — представляют собой полиэлектролиты, способные в водной среде диссоциировать с образованием катионов и анионов. При этом пленкообразующая часть должна быть переведена соответственно в анионную или катионную форму.

Водоразбавляемые ЛКМ, предназначенные для окраски электроосаждением, изготавливаются и хранятся в концентрированной форме. Они могут выпускаться в виде нейтрализованных концентратов или ненейтрализованных водонерастворимых паст. Первые обычно имеют концентрацию сухого остатка 40—50% и разбавляются водой при простом смешении, вторые необходимо переводить в водорастворимое состояние путем нейтрализации амином (в случае анодного электроосаждения) или кислотой (при катодном электроосаждении) и только после этого смешивать с водой. Концентрация сухого остатка пасты, как правило, составляет 70—75% (масс.). Нейтрализаторы влияют на стабильность системы во времени, параметры электроосаждения, рассеивающую способность и толщину пленки. Для анодного электроосаждения, как правило, применяют третичные и первичные амины, аммиак, алканолламины. Алканолламины (или аминок спирты) обеспечивают более высокую стабильность системы, чем алкиламины, из-за наличия гидроксильных групп, которые придают полиэлектролитам большую гид-

рфильность. Однако чем более гидрофобна осаждающаяся пленка, тем выше рассеивающая способность. Поэтому алкиламинны в качестве нейтрализаторов способствуют увеличению рассеивающей способности. Применение неорганических щелочей ограничивается нестабильностью сложноэфирных групп пленкообразователей в присутствии сильных щелочей.

При выборе нейтрализаторов для катодного электроосаждения преимущество отдают органическим кислотам — муравьиной и уксусной, однако последняя является более агрессивной в коррозионном отношении.

При использовании ЛКМ для электроосаждения, выпускаемых в нейтральной форме, необходимо применение диализных карманов, либо ультрафильтрационной установки. Техническими условиями на ЛКМ устанавливаются тип нейтрализатора, его количество и метод его введения в лакокрасочную систему. В табл. 4.9 перечислены водоразбавляемые ЛКМ материалы для электроосаждения, выпускаемые отечественной промышленностью.

Технологические параметры электроосаждения. Качество получаемого покрытия в значительной степени определяется не только свойствами наносимого материала, но и параметрами его электроосаждения.

Качество покрытий зависит от концентрации ЛКМ, температуры и рН ЛКМ в ванне, напряжения и плотности тока, продолжительности процесса и интенсивности перемешивания. Важную роль играет также интенсивность выработки ванны — время оборачиваемости (*turn-over*). Покрытия с оптимальными свойствами формируются в оптимальном для каждого ЛКМ интервале перечисленных параметров.

Концентрация лакокрасочного материала. Для проведения процесса электроосаждения ЛКМ должны быть разбавлены водой до рабочей концентрации, которая должна поддерживаться с точностью $\pm 1\%$. С увеличением концентрации выше оптимальной возрастает толщина покрытия, но при этом на покрытии наблюдаются шагрень, наплывы и антикоррозионная стойкость покрытия снижается. С уменьшением концентрации снижается толщина электроосажденной пленки и повышается анодная растворимость металла в случае анафореза.

рН (степень нейтрализации пленкообразователя). Электроосаждение водоразбавляемых ЛКМ протекает в слабощелочной (анафорез) или в слабокислой среде (катафорез).

Оптимальное значение рН зависит от концентрации системы. Чем выше концентрация ЛКМ в ванне, тем больше должна быть степень нейтрализации.

При длительной работе ванны рН рабочего раствора изме-

Таблица 4.9. Характеристики отечественных водоразбавляемых ЛКМ

| Наименование и марка | Метод нанесения | Цвет | Форма выпуска | Область применения |
|----------------------|-----------------|----------------------------------|--|--|
| Грунтовка В-КЧ-0207 | Анафорез | Серый | Кислая паста (нейтрализатор — аммиак) | Автомобилестроение (грунтовка) |
| Грунтовка В-КФ-093 | То же | Серый, черный, красно-коричневый | Кислая паста (нейтрализатор — триэтаноламин) | Автомобилестроение, сельхозмашиностроение и др. |
| Эмаль В-ФЛ-1199Э | » | Черный, гляцевый | Нейтрализованный концентрат | Электробытовые машины, приборы и др. |
| Эмаль МС-278 | » | Черный, глубокоматовый | То же | Оптические приборы |
| Эмаль В-ЭП-2100 | » | 13 цветов | Кислая паста (нейтрализатор — триэтаноламин; рН доводится триэтаноламином) | Приборы и средства связи, электробытовая техника |
| Грунтовка ВЭП-0190 | Катафорез | Серый, черный | Нейтрализованный концентрат (нейтрализатор — муравьиная кислота) | Автомобилестроение, электротехника |

няется: повышается при анодном электроосаждении и понижается при катафорезе. Поддержание постоянного значения рН ЛКМ в процессе электроосаждения достигается различными методами. Корректировка рН рабочего раствора производится методами компенсации, электродиализа и ультрафильтрации.

Электрические параметры и продолжительность процесса. С увеличением напряжения и плотности тока, а также продолжительности процесса вначале наблюдается почти линейное увеличение толщины покрытия, затем рост толщины покрытия замедляется и при дальнейшем повышении указанных параметров на покрытии наблюдается дефект «пересадения», проявляющийся в наплывах и шагрени. На практике работают в режиме постоянного напряжения или постоянного тока. Чем выше электрические параметры, тем больше скорость осаждения и выше проникающая способность ЛКМ. Обычно напряжение электроосаждения в зависимости от типа ЛКМ поддерживается в пределах 30—300 В при плотности тока 20—50 А/м² и продолжительности процесса 1,5—2,5 мин. Чем выше электрические параметры, тем меньше продолжительность процесса.

Температура. Процесс электроосаждения сопровождается выделением тепла, которое аккумулируется в значительной степени в пленке. С повышением температуры увеличивается электролитическая диссоциация пленкообразователя, повышается испарение нейтрализатора и органических растворителей. Одновременно увеличиваются скорости протекания побочных реакций, в частности электролиза примесей, выделения газов. В результате на поверхности покрытия могут иметь место дефекты, а также сползание с острых кромок окрашиваемых деталей сырого осадка. При низкой температуре увеличивается вязкость лакокрасочной системы, снижается ее растворимость и электропроводность, что приводит к получению более тонких покрытий, однако при этом возможно поднять напряжение электроосаждения до более высоких значений, что увеличит проникающую способность.

По изложенным причинам необходимо поддержание оптимальной температуры ЛКМ, обычно в интервале 18—26°C.

Гидродинамические условия в ванне. С увеличением скорости циркуляции ЛКМ относительно окрашиваемой поверхности уменьшается скорость электроосаждения; имеется предельная скорость циркуляции, при которой покрытие не образуется. Причина состоит в уменьшении толщины диффузионного приэлектродного слоя, в котором происходит электроосаждение. Однако перемешивание в ванне необходимо для обеспечения седиментационной устойчивости лакокрасочной системы, а также для улучшения теплопередачи. С увеличением скорости перемешивания возможно увеличить напряжение, что обеспечит увеличение проникающей способности.

Оптимальная скорость циркуляции рабочего состава ванны составляет 0,2—0,7 м/с в зависимости от типа ЛКМ.

Степень пульсации выпрямленного тока. Увеличение амплитуды пульсации выпрямленного тока при его постоянном эффективном значении приводит к большему разогреву электрода. При этом образуются более толстые покрытия, но снижаются предельно допустимое напряжение и проникающая способность. В связи с этим предпочтительным является применение схем выпрямления, обеспечивающих малую пульсацию выпрямленного тока. В случае катодного электроосаждения остаточная пульсация напряжения должна составлять не более 5%.

Интенсивность выработки ванны. В процессе электроосаждения происходит изменение рабочего состава ванны. Основные изменения состава связаны с протеканием процессов фракционирования по объему ванны, окислительных и гидrolитических процессов в связующем. Одновременно происходит испарение растворителей и нейтрализаторов. Возможно нарушение соотношения пигмент:связующее. В ванну вместе

Таблица 4.10. Технологические параметры электроосаждения ЛКМ

| Параметр | Грунтовка В-КЧ-0207 | Грунтовка В-КФ-093 | Эмаль В-ФЛ-1199Э | Эмаль МС-278 | Эмаль ВЭП-2100 | Грунтовка ВЭП-0190 |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|
| Концентрация с. о., % | 16±1 | 15±1 | 5±3 | 10±1 | 8—12 | 15±1 |
| pH | 7,0—7,4 | 7,0—7,4 | 7,2—7,8 | 7,8—8 | 8,0—8,5 | 5,8—6,8 |
| Температура, °С | 23±3 | 20±2 | 18—25 | 23±2 | 18—25 | 22±2 |
| Напряжение, В | 120—210 | 220—320 | 30—100 | 100—250 | 40—100 | 140—300 |
| Плотность тока, А/м ² | 10—50 | 10—50 | 20—70 | 10—50 | 10—50 | 30—50 |
| Циркуляция, м/с | 0,7—0,8 | 0,7—0,8 | 0,3—0,4 | 0,5—0,6 | 0,5—0,6 | 0,5—0,7 |
| Время <i>turn-over</i> , сут | 15 | 15 | 30 | 30 | 30 | 30 |

с поступающими на окрашивание изделиями могут заноситься различные посторонние примеси, в том числе электролитного характера, влияющие на электропроводность ЛКМ, а также на стабильность его и качество покрытий.

Необходимым условием в технологии окраски электроосаждением является постоянное обновление ЛКМ в ванне за счет его выработки и корректировки в процессе работы. Это условие характеризуется термином «оборачиваемость» (*turn-over*) — временем, в течение которого весь ЛКМ, уносимый с изделиями, должен быть постепенно заменен свежим в процессе корректировки ванны. Для большинства ЛКМ время *turn-over* составляет две-три недели.

В табл. 4.10 представлены технологические параметры электроосаждения отечественных ЛКМ.

Приготовление рабочих растворов ЛКМ производится в соответствии с ТУ в специальных смесителях, куда при перемешивании подается обессоленная вода или ЛКМ из ванны, расчетное количество нейтрализатора и концентрат (паста) ЛКМ из бочки. Если используется нейтрализованный в выпускной форме ЛКМ — осуществляется его простое разбавление деминерализованной водой, в некоторых случаях непосредственно в ванне. Состав перемешивается до тех пор, пока в пробе раствора на стеклянной пластинке не будут отсутствовать растворившиеся комочки краски.

В табл. 4.11 приведены контролируемые технологические параметры электроосаждения.

Корректировку рабочего раствора ванны следует проводить через 1% выработки по сухому остатку с использованием емкости для смешения и нейтрализации.

Электродиализ — способ удаления низкомолекулярных ионов из коллоидных растворов и растворов высокомолекулярных

Таблица 4.11. Контролируемые технологические параметры электроосаждения в лабораторных условиях (на установке контроль непрерывный, с. о. и толщина покрытия не определяются)

| Параметр | Частота контроля в смену, раз | Способ определения | Способ регулирования |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|
| Концентрация с. о., % (масс.) | 1—2 | Гравиметрически (ГОСТ 17537—72) | Добавление исходного ЛКМ |
| pH | То же | pH-метром | Компенсация, добавление нейтрализатора |
| Температура, °C | 2—3 | Термометром (0—100 °C) | Теплообменником |
| Электропроводность, мкСм | 1—2 | Кондуктометром | Компенсация, добавление нейтрализатора |
| Напряжение, В | То же | Вольтметром | Регулятором напряжения |
| Сила тока, А | » | Амперметром | Регулятором тока |
| Толщина покрытия, мкм | 2—3 | Толщиномером | Изменение напряжения и концентрации |
| Проникающая способность, см | 1 | Методы «Форд» и «Фиат» | То же |

веществ под воздействием разности потенциалов с помощью полупроницаемой ионообменной мембраны. Используется при окраске электроосаждением для поддержания pH рабочего раствора в заданном интервале значений. При катодном электроосаждении, поскольку по мере длительной работы ванны имеет место подкисление рабочего раствора, использование электродиализа является обязательным.

Для анодного электроосаждения рекомендуются мембраны МК-40, МК-41, для катодного — МА-40 (выпускаются Шекинским ПО «Азот»). Падение напряжения на мембранах составляет 15—20% от величины напряжения, подаваемого при окраске, что должно учитываться при проведении окраски. Мембраны вставляются в диализные «карманы» предварительно набухшими, для чего вымачиваются в обессоленной воде в течение двух суток. Контроль готовности мембран определяется по коэффициенту набухания. Коэффициент набухания по толщине равен 1,3; по площади — 1,05. Рекомендуется предусматривать автоматический контроль электропроводности жидкости в диализных «карманах» и периодическое пополнение их обессоленной водой.

Очистка электродиализной системы проводится 1 раз в год.

Ультрафильтрация — процесс молекулярного разделения растворов и коллоидных систем на составные части при прохождении их под давлением через полупроницаемые мембраны. Разделение основано на различии в размерах частиц и молекулярной массе. Движущей силой при переносе вещества через

мембрану является перепад давлений по обе стороны мембраны. Давление при ультрафильтрации не превышает 5 кПа. Ультрафильтрация позволяет отделять пленкообразователи и пигменты (ретант) от нейтрализаторов, воды, органических растворителей и от низкомолекулярных загрязнений ванны (ультрафильтрата). Пигменты и пленкообразователи возвращаются в ванну. Для правильного функционирования ванны необходимо также возвращение растворителей и нейтрализаторов. Технологическая схема должна поддерживать необходимый баланс компонентов в ванне. Ультрафильтрация обеспечивает длительное поддержание стабильности состава ЛКМ в ванне (рН и электропроводность остаются в норме), снижаются потери ЛКМ (не превышают 1%), уменьшается в 2—3 раза количество технической и обессоленной воды, уменьшается количество сточных вод от установки электроосаждения.

Мембраны для ультрафильтров изготавливаются из производных целлюлозы, полисульфонов, фторсодержащих полимеров, полиакрилонитрила, полиамида, поливинилхлорида. Ультрафильтры состоят из полупроницаемой мембраны, подложки и опоры. Подложками для мембраны служат пористые материалы, такие, как керамика, пластмассы, бумага, тканые и нетканые материалы; опорами — пористые стеклопластиковые каркасы, перфорированные или пористые металлические, пластмассовые пластины, трубы, оплетки из волокон или проволоки. В промышленности используют четыре основных типа разделительных ультрафильтрационных элементов: плоскочерные, рулонные, трубчатые, на основе полых волокон. В технологии окраски электроосаждением наиболее широкое распространение получили трубчатые разделительные элементы, пригодные для разделения систем, содержащих взвешенные частицы.

Ультрафильтрация ЛКМ осуществляется прокачиванием его с помощью насоса через ультрафильтрационные элементы, где происходит разделение на ретант и ультрафильтрат. Ретант (пигменты и связующие) возвращается непосредственно в окрасочную ванну, ультрафильтрат собирается в отдельной емкости и используется для промывки изделий после окраски. В ультрафильтрат переходит вода, часть органических растворителей, нейтрализаторы, низкомолекулярные фракции связующего, низкомолекулярные соли. Для компенсации потерь органических растворителей и низкомолекулярных фракций связующих в ванну вводят высшие спирты C_7 — C_{17} (0,2—0,5% от объема ванны) или нейтрализованные жирные кислоты льняного масла в том же количестве.

При длительной работе установки ультрафильтрации на поверхности мембраны постепенно накапливается осадок, что снижает пропускную способность мембран. При снижении ее на 20—30% производится циркуляционная промывка ультра-

фильтров в течение 5—10 мин ультрафильтратом. Промывные воды удаляют в систему стоков.

Трубчатые ультрафильтрационные элементы выпускаются ПО «Тасма» (г. Казань) БТУ 0,5/2 (ТУ 6—05—2010—86) марок А и Ф-1.

Марка А (ацетатцеллюлоза) пригодна для анодного электроосаждения; срок эксплуатации 1—3 года. Химически стойкие элементы БТУ 0,5/2 марки Ф-1 (фторлоновые) пригодны как для анодного, так и для катодного электроосаждения, срок их эксплуатации 3—5 лет. Следует контролировать скорость прохождения ЛКМ через ультрафильтры (4—5 м/с), давление на входе установки (обычно 0,3—0,5 МПа) и выходе (0,1—0 МПа), а также температуру ЛКМ.

Обработка изделий после окрашивания. После электроосаждения на изделия осаждается нерастворимая пленка, поверхность которой вследствие сопутствующего окунаия удерживается пленка жидкости, имеющая состав ЛКМ ванны. Для получения покрытия хорошего качества сразу же после электроосаждения этот слой необходимо смыть. Максимальное время нахождения деталей на воздухе до начала промывки должно быть не более 180 с. Существует ряд схем промывки. Выбор схемы производится в зависимости от конфигурации окрашиваемых изделий, требований к качеству покрытия, экономической целесообразности и защиты окружающей среды.

Промывные воды направляются на коагуляцию. По пути они смешиваются с коагулирующими растворами (20%-й раствор CaCl_2 в случае анодного электроосаждения, раствор гидроксида Na или K при pH 12—14 в случае катодного электроосаждения). В установке коагуляции происходит удаление скоагулировавших частиц краски, серум поступает на дополнительную очистку.

После промывки окрашенных изделий в обязательном порядке предусматривается обдув изделий теплым воздухом в течение 3—10 мин при 50—110 °С. Воздух для обдувки должен быть очищен от пыли и других загрязнений.

После обдува теплым воздухом нерастворимая в воде лакокрасочная пленка почти не содержит влаги, однако она гидрофильна, мягка и непригодна для эксплуатации, так как содержит олигомерный пленкообразователь. Для осуществления процессов полимеризации и поликонденсации пленкообразующего и получения сшитого полимера необходимо произвести термообработку покрытия. Термоотверждение осуществляют в соответствии с ТУ на ЛКМ.

Дефекты покрытий и способы их устранения. Параметры электроосаждения (электрические параметры, pH, температура, продолжительность процесса, концентрация ЛКМ) являются строго фиксированными в пределах оптимального диапазона

для каждого ЛКМ. Однако в связи с нестабильностью различных партий ЛКМ, неполной загрузкой линии, когда может не соблюдаться время *turn-over* и могут протекать естественные процессы старения ЛКМ, загрязнением ванны посторонними электролитами из секции подготовки поверхности и другими явлениями, на покрытии могут образовываться дефекты, связанные с образованием наплывов, шагрени, кратеров, снижением рассеивающей способности или толщины покрытия.

Кратеры — наиболее часто встречающийся дефект покрытий при окраске электроосаждением, который связан с локализацией пузырьков выделяющихся газов (водорода или кислорода) в поверхностной пленке.

Вторым типичным для электроосаждения дефектом является переосаждение, которое проявляется в виде наплывов или шагрени на поверхности покрытия. Эти дефекты наблюдаются обычно при превышении значений электрических параметров и продолжительности процесса сверх оптимальных для данной лакокрасочной системы.

Устраняются дефекты изменением параметров электроосаждения или введением в ванну специальных добавок, которые помимо устранения дефектов в ряде случаев могут придавать покрытию ряд ценных свойств.

В табл. 4.12 представлены данные об отечественных добавках, которые можно использовать при окраске электроосаждением, а в табл. 4.13 систематизированы наблюдаемые в промышленных условиях дефекты покрытий, их причины и рекомендуемые способы устранения (при анодном электроосаждении).

4.12. АВТООСАЖДЕНИЕ

В основе метода автоосаждения (хемоосаждения) лежат химические процессы взаимодействия композиции с подложкой, частичного подрастворения металла подложки, коагуляции композиции под влиянием ионов металла и осаждения ее на поверхности металла. Последующее формирование осадка в покрытии осуществляется уже под влиянием внешних факторов (обычно повышенной температуры). Метод позволяет получать из вододисперсионных материалов, не содержащих органических растворителей, качественные покрытия, равномерные по толщине на внешних и внутренних поверхностях изделий, снизить энергетические затраты и повысить производительность труда за счет возможности автоматизации технологического процесса. Экологически метод наиболее благоприятный из всех методов окраски.

Автоосаждение может осуществляться как на чистую сталь, так и на фосфатированную. В первом случае в композицию

Таблица 4.12. Добавки, рекомендуемые при окраске электроосаждением

| Наименование | Назначение | Расход, % (объема ванны) | Примечание |
|---|--|--------------------------------|--|
| Диэтилентриамин (ДЭТА) | Для увеличения напряжения при анодном электроосаждении, при переосаждении, а также для повышения проникающей способности | 0,02—1 | Для анодных ЛКМ с кислотным числом не менее 100 (перемешивать не менее 12 ч) |
| Циклогексиламин (ЦГА) | То же | 0,05—0,15 | В случае анодных ЛКМ (перемешивать не менее 3 ч) |
| Нейтрализованные кислоты льняного масла | Антикратерная бавка | до 0,2—0,5 | При анодном электроосаждении (перемешивать 5—6 ч) |
| Высшие спирты С ₇ — С ₉ в смеси с бутанол лом | То же | 0,2—0,5 | Добавление при корректировке |
| Акриловая эмульсия БММ-2А | » | 0,1—0,2 | При анодном электроосаждении (перемешивать 12 ч) |
| Латекс полистирольный, стабилизированный олигомерами (латекс ПС) | Для повышения напряжения электроосаждения с целью увеличения проникающей способности, снижения кратерообразования | 0,5—1,5 | При анодном электроосаждении (перемешивать 8—12 ч) |
| Водная дисперсия фторопласта 4ДВ, 4МД, 40ДП | Для придания износостойкости, гидрофобности, повышения электросопротивления, напряжения электроосаждения и проникающей способности | 1—3 | При анодном и катодном электроосаждении (перемешивать 8—12 ч) |

вводятся плавиковая кислота и окислитель (пероксид водорода и др.), во втором случае — фосфорная кислота.

Необходимость введения в композицию для автоосаждения кроме пленкообразователя и пигментов кислоты и окислителя объясняется механизмом процесса. При погружении изделия в автофорезную ванну содержащаяся в композиции кислота растворяет поверхность металла или фосфатного слоя на подложке с образованием ионов Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , которые вызывают коагуляцию дисперсии вблизи подложки и осаждение ее на поверхности. Если осаждение осуществляется на чистой стали, в отсутствие окислителя формируются тонкие неровные покрытия. Fe^{3+} способствует образованию более толстого и однородного покрытия. Поэтому для окисления Fe^{2+} в Fe^{3+} в компози-

Таблица 4.13. Дефекты покрытий, их причины и способы устранения (при анодном электроосаждении)

| Дефект | Причина | Способ устранения |
|--|--|---|
| Сорность на покрытии | Недостаточное обезжиривание поверхности Загрязненность ЛКМ Загрязненность воздуха | Повторно обезжирить поверхность Проверить фильтрацию ЛКМ Проконтролировать чистоту воздуха |
| Наличие на покрытии светлых пятен | Загрязненность воздуха сушильной печи Наличие масла (мазута, нефти) в обдуваемом воздухе | То же » |
| Темные пятна (следы «дождевых капель») | Недостаточная промывка перед электроосаждением Загрязненность промывной воды в контуре промывки (высокая электропроводность воды) | Проконтролировать расход и чистоту промывной воды Заменить воду в контуре |
| Полосатость (непрерывное чередование темных и светлых полос на покрытии) | Высокое значение рН ванны Высокая электропроводность воды после электроосаждения | Откорректировать рН ванны Заменить промывную воду |
| Темные пятна с наплывами по кромке (следы «дождевых капель») | Недостаточный обдув воздухом Низкая температура воздуха при обдувке | Увеличить расход воздуха в зоне обдува Повысить температуру воздуха |
| Снижение рассеивающей способности материала | Недостаточное напряжение | Повысить напряжение до предельного Ввести добавки ДЭТА, ЦГА, латекса ПС |
| Переосаждение | Слишком высокое напряжение Осаждение происходит слишком близко от катода | Снизить напряжение Ввести добавки ДЭТА, ЦГА, латекса ПС Изолировать катод против мест, где происходит «переосаждение» |
| Кратеры на покрытии | Удаление низкомолекулярной фракции или органических растворителей Попадание масла в ванну Старение ЛКМ | Ввести в ванну нейтрализованные кислоты льняного масла, высшие спирты, бутанол, БММ-2А Заменить состав ванны Обновить на 1/3 состав ванны |
| Плохая адгезия неотвержденной пленки | Повышенная плотность фосфатного слоя | Проверить режим фосфатирования Поднять напряжение нанесения введением ДЭТА, ЦГА, латекса ПС |

ции вводят окислители. При осаждении на фосфатированную сталь растворение фосфатного слоя в фосфорной кислоте происходит довольно легко и образующиеся при этом ионы Zn^{2+} и Fe^{2+} обеспечивают необходимые условия для формирования качественных покрытий.

Для окраски методом автоосаждения используется вододисперсионная грунтовка ВД-КЧ-0178 (ТУ 6—10—2094—87). Эта грунтовка может использоваться и как самостоятельное покрытие. Она не содержит растворителей, взрывопожаробезопасна, нетоксична, экологически безвредна. Грунтовка обеспечивает высокие защитные свойства — ее соле- и водостойкость составляют 900—1000 ч. Она хорошо сочетается с покровными эмалями на основе пентафталевых, меламино-алкидных и других смол.

Грунтовка наносится равномерным слоем на всю поверхность (внешнюю, внутреннюю, кромки). Толщина слоя может быть от 10 до 60 мкм и определяется временем нахождения в окрасочной ванне.

При поставке грунтовка имеет рН 8—9,5. Перед употреблением рН должна быть доведена до 2 ортофосфорной кислотой. Наносится только на фосфатированную поверхность с массой фосфатного слоя из фосфофиллита 20—40 мг/дм², из гопента — 40—80 мг/дм².

Параметры технологического процесса получения покрытий методом автоосаждения представлена в табл. 4.14. Оптимальные режимы зависят от степени загрязненности и окисленности окрашиваемой поверхности, толщины металла, габаритов окрашиваемых изделий.

Таблица 4.14. Параметры технологического процесса получения покрытий методом автоосаждения

| Операция | Состав раствора | Т, °С | τ, мин |
|---|--|---------|----------|
| Обезжиривание окуна- нием | Щелочные моющие составы КМ-2, КМ-3, КМ-19, Лабо- мид-203 | 55±5 | 5—10 |
| Промывка проточной водой | — | 30±10 | 0,5—1,0 |
| Фосфатирование оку- нанием | Цинк-фосфатные типа КФ-3, КФ-7, Мажеф | 95±5 | 30—60 |
| Промывка проточной водой | — | 30±10 | 0,5—1,0 |
| Обдув воздухом | — | 80—100 | 3—5 |
| Окраска окунанием | Грунтовка ВД-КЧ-0178 | 20±5 | 0,25—1,0 |
| Промывка проточной во- дой или кислотная | — | 20±5 | 0,5—1,0 |
| Сушка | — | 100—140 | 25—35 |

Для подготовки поверхности окунанием используются обычные конвейерные или оснащенные автооператорами линии, которые позволяют обезжирить поверхность и сформировать фосфатный слой необходимой массы. Ванна автоосаждения должна изготавливаться из кислотостойкого материала. Необходимы фильтрация материала и постоянное перемешивание, причем число оборотов мешалки не должно превышать 60 об/мин. Для перекачивания и циркуляции грунтовки необходимо использовать шнековые или плунжерные насосы, использование центробежных насосов может вызвать коагуляцию.

При нанесении покрытий методом автоосаждения возможно появление дефектов — шагрени, сыпи, мелких пузырей, точечного непрокраса, капель в нижней части изделий. Для устранения этих дефектов используют два способа. При значительных повреждениях покрытия необходимо снять дефектное покрытие с помощью смывок СП-6, СП-7 или АФТ-1 и произвести повторную окраску грунтовкой ВД-КЧ-0178. В случае повреждения покрытия в отдельных местах или при незначительных непрокрасах рекомендуется наносить один слой эмалей ЭП-51 или ХС-500 соответствующей расцветки, предварительно подвергнув поврежденную поверхность механической очистке шлифовальной шкуркой № 5—4 по ГОСТ 10054—82.

Глава 5

СУШКА ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Под сушкой (отверждением) ЛКМ понимают процесс перехода пленки ЛКМ из жидкого в стеклообразное состояние с фиксированием требуемых технологических, физико-механических и защитных свойств.

У термопластичных материалов отверждение лакокрасочной пленки сводится к удалению растворителя, а у терморезистивных оно связано как с удалением растворителя, так и с химическими превращениями (поликонденсацией, полимеризацией), приводящими к образованию пленки с необратимой структурой.

Сушка ЛКП может быть естественной на открытой площадке или в помещении при 12—20 °С и принудительной, искусственной при повышенной температуре.

Естественная сушка в основном применяется для получения покрытий на основе быстросохнущих материалов (нитроцеллюлозных, перхлорвиниловых, двухкомпонентных и др.). На процесс сушки подобных покрытий существенно влияет интенсивность солнечной радиации, температура, скорость движения воздуха. С повышением скорости движения воздуха процесс

отверждения интенсифицируется. При естественной сушке температура окружающего воздуха должна быть не ниже 12°C, относительная влажность — не более 65%; необходимо исключить запыленность и обеспечить достаточный воздухообмен, исключая возможность возникновения взрывоопасной концентрации паров органических растворителей.

Естественная сушка не требует применения оборудования и затрат энергии, однако этот процесс длителен и неприемлем при поточных способах окрашивания; физико-механические характеристики полученного покрытия, как правило, значительно уступают свойствам покрытий, полученных при искусственной сушке.

Искусственная сушка позволяет существенно ускорить технологический процесс и повысить качество получаемых покрытий, однако требует применения специального оборудования, больших производственных площадей и значительных затрат энергии. Отверждение покрытий является лимитирующей и наиболее энергоемкой стадией всего технологического процесса. Энергоемкость искусственной сушки может составлять до 90% от общих затрат на весь процесс окраски. Несмотря на это, искусственное отверждение из-за выигрыша во времени и в качестве получаемых покрытий получило преимущественное применение в промышленности.

В зависимости от способа энергетического воздействия на отверждаемое покрытие различают:

- тепловое отверждение;
- отверждение под действием ультрафиолетового излучения;
- радиационное отверждение;
- новые способы, находящиеся в стадии разработки: импульсно-лучевой, радиочастотный, отверждение в магнитном поле, использование лазерного излучения.

Наиболее широкое распространение в настоящее время находит тепловое отверждение. По способу передачи тепла к покрытию различают конвективный, терморрадиационный, индукционный методы термоотверждения.

Метод термоотверждения выбирают в зависимости от применяемого ЛКМ, характеристик окрашиваемых изделий, производственных возможностей и экономической целесообразности. Технологические режимы термоотверждения определяются ТУ на применяемый ЛКМ.

Совершенствование методов отверждения происходит в двух направлениях — интенсификация процесса и снижение энергопотребления. К первому направлению относятся повышение реакционной способности пленкообразующих олигомеров, использование различных катализаторов и инициаторов отверждения, ко второму — воздействию высокотемпературных энергоносителей с различными скоростями потока горячего воздуха, струй-

ная подача в пульсирующем и непрерывном режимах, использование излучений всего оптического диапазона длин волн, а также потока ускоренных электронов.

5.1. СПОСОБЫ ИСКУССТВЕННОЙ СУШКИ

Конвективный способ является наименее производительным, хотя и наиболее распространенным способом сушки. Его широкое применение объясняется универсальностью (пригоден для отверждения любых ЛКП на любых подложках), мягкостью и равномерностью нагрева, простотой конструкции и эксплуатации сушильных установок.

При конвективном способе нагревание слоя ЛКМ и изделия осуществляется за счет передачи тепла от окружающего воздуха или топочных газов. Тепло передается поверхности и постепенно распространяется внутрь пленки. Передача тепла от верхней зоны лакокрасочного слоя к нижней осуществляется только за счет теплопроводности материала, вследствие чего образующийся на поверхности слой высушающего материала замедляет диффузию и отвод растворителя из нижней зоны.

Из-за низкой теплопроводности газов (для воздуха при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ $k \approx 0,028\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$), т. е. в тысячи раз меньше, чем у металлов) в конвективной передаче тепла покрытию принимают участие лишь слои, непосредственно контактирующие с изделием. Для улучшения теплопередачи в последнее время стали использовать высокотемпературные энергоносители с большими скоростями подачи, что обеспечивается устройствами, формирующими направленную струю энергоносителя, и специальными насадками, позволяющими периодически изменять направление воздушных потоков в рабочем объеме сушильной камеры. Интенсификация процесса отверждения в этом случае происходит в результате повышения скорости нагрева, сокращения времени достижения равновесной температуры, инициирования переноса растворителя и побочных продуктов поликонденсации. При этом также ускоряются окислительные процессы вследствие размывания пограничного слоя и ускорения диффузии кислорода воздуха в пленку. Метод струйного обдува энергоносителем целесообразно применять после предварительного удаления растворителя в форкамере, что исключает образование дефектов и ухудшение качества покрытия.

Для сушки покрытий при небольших объемах в тупиковых камерах без дополнительного воздухообмена применяют аэродинамический нагрев теплоносителя за счет его интенсивной циркуляции в замкнутом объеме с помощью вентиляторов специальной конструкции.

Интенсификация процесса достигается также введением в энергоноситель паров катализаторов, в частности диметилэта-

ноламина, при отверждении двухкомпонентных уретановых лакокрасочных материалов. Применяют также пары органометаллических соединений и четвертичные амины.

Терморadiационный способ отверждения основан на использовании лучистой энергии, испускаемой нагретыми телами, такими как лампы накаливания, металлические и керамические плиты, спирали, газовые горелки и др.

Терморadiационный способ отверждения имеет принципиальные отличия от конвективного: при терморadiации существенно ускоряется подвод тепла к изделию, в результате чего резко сокращается стадия подъема температуры окрашенного изделия; нагревание слоя ЛКМ осуществляется не снаружи, а изнутри, от подложки, что обеспечивает беспрепятственный выход летучих продуктов из пленки. Благодаря этому существенно ускоряется процесс формирования покрытий — при терморadiационном нагреве время отверждения по сравнению с конвективным способом сокращается в $2 \div 10$ раз.

В зависимости от вида поверхности и температуры нагрева спектральная характеристика излучения различных тел неодинакова. Коротковолновое излучение с длиной волны $\lambda = 760$ — 2500 нм считается «светлым». Такое излучение характерно для ламповых или «светлых» излучателей. Излучение с $\lambda = 3500$ — 4500 нм называют «темным». Источниками его являются тела с температурой нагрева до 750°C .

Степень восприятия ЛКП лучистой энергии с различной длиной волны неодинакова, соответственно различен и эффект ее действия при отверждении. Непигментированные жидкие ЛКМ, как и твердые покрытия в слоях до 50 мкм, достаточно проницаемы для ИК-лучей, при этом проницаемость уменьшается с увеличением длины волны. Оптические характеристики пигментированных покрытий, особенно отражательная способность, могут изменяться в зависимости от вида пигмента. Это сказывается на скорости формирования покрытий при лучистом нагреве. Так как пленка поглощает и отражает только часть лучистой энергии, то остальная, большая ее доля попадает на подложку. Таким образом, изменяя спектральные характеристики ИК-излучения и оптические свойства ЛКМ и подложки, можно вызывать предпочтительный нагрев пленки, подложки или пленки и подложки одновременно. В практических условиях реализуются второй и третий варианты.

Несмотря на то что ИК-лучи не инициируют химические реакции отверждения, наибольший эффект от их использования достигается при получении покрытий из термопревращаемых пленкообразователей; ИК-нагрев, как правило, не применяют для быстросохнущих ЛКМ.

Терморadiационная сушка применяется как для грунтовок, так и для покрывных эмалей. В тех случаях, когда при повы-

шенных температурах недопустимо меняется оттенок цвета покрытия, возможность применения этого способа сушки существенно снижается. Для изделий сложной конфигурации с экранированными участками поверхности рекомендуется терморadiационная сушка с принудительной циркуляцией воздуха. Этот метод иногда называют терморadiационно-конвективной сушкой.

В последние годы установлено влияние спектрального состава излучения на свойства термоотверждаемых покрытий. Все большее распространение получают различные комбинации источников излучения с использованием конвективного энергоподвода. Наиболее эффективными схемами облучения считают: последовательное сочетание облучения средневолновым излучением и конвективного энергоподвода; последовательное сочетание конвективного энергоподвода и коротковолнового излучения; последовательное сочетание средневолнового и коротковолнового термоизлучения.

Применение установок термоотверждения большей удельной мощности является предпочтительным. В том случае, если отсутствуют технологические ограничения по температурному режиму, применение установок, обеспечивающих более высокую температуру отверждения, оказывается существенно выгоднее экономически и значительно снижает энергопотребление. Рост удельной мощности облучательной установки в 2 раза приводит к снижению энергопотребления в 6—8 раз.

Индукционный способ сушки основан на нагреве окрашенного изделия, помещенного в переменное электромагнитное поле, вихревыми токами. Для отверждения покрытий применяют сушильные установки в виде металлических щитов или камер, в которых смонтированы кассеты с набором нагревательных элементов — индукторов. Индукторы состоят из магнитопроводов (набор изолированных друг от друга пластин листовой стали) и обмотки из медной проволоки. При прохождении через обмотку переменного тока с частотой 50—800 Гц создается электромагнитное поле. Если на расстоянии 10—15 мм от индуктора поместить окрашенное изделие, то оно будет нагреваться, передавая тепло покрытию. Нагрев можно производить с большой скоростью и практически до любой температуры.

Обычно отверждение покрытий проводят при 100—300 °С. В этих условиях продолжительность отверждения алкидных покрытий составляет 5—30 мин. По эффективности индукционный способ отверждения примерно одинаков с терморadiационным, однако имеет ограниченное применение вследствие сложности применяемого оборудования с низким КПД, ограничений в выборе материала подложки, невозможности применения для обработки изделий сложной формы и различных размеров.

Область применения способа — отверждение покрытий на стальной ленте, трубах, проволоке, обшивке цельнометаллических вагонов, контейнерах.

Отверждение покрытий под действием УФ-излучения. Принцип отверждения основан на способности УФ-лучей инициировать реакцию полимеризации ряда олигомерных материалов, главным образом лаков, эмалей и шпатлевок на основе ненасыщенных полиэфиров и полиакрилатов.

Процесс отверждения наиболее эффективно протекает при введении в ЛКМ фотоинициаторов полимеризации. Для полиэфирных пленкообразователей фотоинициаторами служат бензофенон и его производные, простые эфиры бензоина, ацетофенон, бензальдегид. Оптимальная дозировка фотоинициаторов в зависимости от их фотохимической активности и толщины покрытия составляет от 0,2 до 1,0% (масс.). Фотоиницирование полимеризации происходит в диапазоне длин волн от 200 до 700 нм. Соответственно этому выбирают источники УФ-излучения — ртутные, люминесцентные и ксеноновые лампы и кварцевые излучатели. Предпочтительны источники с высокой эмиссией в диапазоне длин волн 300—400 нм и максимумом излучения в области 360—370 нм. Полиэфирные лаки в большинстве случаев отверждаются излучением от ламп двух типов — люминесцентных низкого давления и ртутных высокого давления. При использовании современных ртутных ламп высокого давления мощностью 80—120 Вт/см длины светящейся части продолжительность отверждения покрытий составляет всего несколько секунд.

Этот способ отверждения перспективен, позволяет существенно сократить энергопотребление, значительно интенсифицировать процесс и резко снизить загрязнение окружающей среды. УФ-отверждение применяется при получении покрытий на плоских изделиях из древесины, бумаги, картона, металлах, наиболее широко используется при конвейерной отделке шитовой мебели. Продолжительность отверждения слоев шпатлевки не превышает 30 с, лаков и эмалей (при толщине слоя до 0,5 мм) — 1,5÷2,0 мин. Это позволяет проводить отверждение при больших скоростях конвейера (10—50 м/мин). Эксплуатационные расходы на установках УФ-сушки в 1,5—2,0 раза меньше, чем на установках терморadiационного отверждения.

Радиационное отверждение покрытий считается одним из самых быстрых способов отверждения ЛКП — время отверждения составляет от долей секунды до нескольких секунд.

Наибольшее применение получило отверждение ускоренными электронами. Их получают с энергией 0,02—0,2 ПДж на низкоэнергетических ускорителях прямого действия мощностью от 1 до 25 кВт типа «Электрон», «Аврора», «Ион», ЭУ-04, ЭОЛ.

Генерируемые этими ускорителями электроны обладают

низкой проникающей способностью, поэтому их используют для отверждения покрытий толщиной не более 500 мкм, остаточной радиации при этом не наблюдается.

Радиационное отверждение применяется для материалов на основе пленкообразователей, способных к химическим превращениям за счет реакции полимеризации — ненасыщенных полиэфиров, полиакрилатов, аллиловых мономеров и олигомеров. Предпочтительно применение материалов без растворителей. На радиационное отверждение покрытий влияют доза излучения и ее мощность, природа подложки, характер окружающей газовой среды и др. Большинство покрытий удовлетворительно отверждается при дозах излучения 80—140 кГр и энергии электронов 0,06—0,08 ПДж. Более высокие дозы излучения нежелательны во избежание деструктивных процессов.

При радиационном отверждении, как и при химическом, проявляется ингибирующее действие озона и кислорода воздуха. Поверхностный слой имеет обычно более низкую степень отверждения, характеризуется меньшей твердостью, а иногда дает отлип. Для грунтовочных слоев это допустимо, а для верхних слоев этот недостаток устраняется применением пленкообразователей, не подверженных ингибированию, и ведением процесса в инертной среде (азот, аргон, вакуум).

Максимальное расстояние между источником электронов и обрабатываемой поверхностью не должно превышать 10—15 см. Радиационное отверждение находит применение при отделке щитовой мебели, печатных плат, облицовочных строительных плит, листового и рулонного металла, картона, плоских изделий из пластмасс. Отверждение проводят при скоростях движения обрабатываемых изделий 10÷60 м/мин. Электронное отверждение является рентабельным при объемах производства, превышающих 20 000 м² обрабатываемой поверхности в год. При этом в сравнении с терморadiационным отверждением энергoзатраты могут быть сокращены в 6—9 раз, трудозатраты — в 6—14 раз, общая стоимость покрытий — в 2 раза.

5.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ГОРЯЧЕЙ СУШКИ

Режимы горячей сушки ЛКП на изделиях из черных и цветных металлов и их сплавов с толщиной стенок не более 15 мм определяют в соответствии с ГОСТ 9.405—83 «Метод определения режима горячей сушки».

Сущность метода заключается в определении режима сушки покрытия на образцах в лабораторных условиях и пересчете с помощью универсальной диаграммы на режим сушки покрытия изделия в производственных условиях.

Для проведения испытаний разрабатывают программу, в которой указывают порядок проведения работ, предполагаемый диапазон температур и продолжительности сушки, материал

образцов, их форму и размеры, способ подготовки поверхности, приборы и аппаратуру для оценки качества покрытий и др. Толщина образцов должна быть 0,8—1,0 мм. Технология получения покрытия на образцах должна соответствовать технологии получения покрытия на изделии.

Замер температуры производится термпарой. На образцы наносят ЛКМ, толщина покрытия должна быть равномерной и не отличаться от толщины покрытия изделия более чем на 10%. Окрашенные образцы до помещения их в сушильную установку выдерживают в условиях, соответствующих условиям выдержки окрашенного изделия.

Режим работы сушильной установки устанавливается в соответствии с программой испытаний. Для определения коэффициента теплообмена сушильной установки образец нагревают в сушильной установке, фиксируя его температуру через определенные промежутки времени до момента достижения им постоянной температуры.

Образцы сушат при пяти различных температурах с интервалами 10—20 °С, начиная с минимальной, и различной продолжительности. За минимальную температуру сушки покрытия и максимальную продолжительность принимают температуру и продолжительность, установленные в стандартах или ТУ на испытуемый ЛКМ. После сушки образцы извлекают из сушильной установки, выдерживают при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности $65 \pm 5\%$ в течение 3 ч, если в стандартах или ТУ на ЛКМ не указано иначе, и проводят оценку качества покрытия.

Коэффициент теплообмена α , Вт/(м²·°С), при нагреве образца (изделия) в сушильной установке вычисляют по формуле

$$\alpha = 3cp/\sigma\tau,$$

где 3 — безразмерный коэффициент; c — удельная теплоемкость материала образца (изделия), Дж/(кг·°С); ρ — плотность материала образца (изделия), кг/м³; σ — отношение поверхности образца (изделия), участвующей в конвективном теплообмене, к объему образца (изделия), м²/м³; τ — продолжительность нагрева образца (изделия) до постоянной температуры, с.

Оценку качества покрытия (твердость, адгезия, эластичность и др.) проводят в соответствии с требованиями стандартов на конкретный метод испытания.

За режим сушки образцов принимают температуру и продолжительность, обеспечивающие получение заданного показателя качества покрытия.

Вычисляют значение обобщенного безразмерного коэффициента A , характеризующего условия сушки покрытия образца, по формуле

$$A = \alpha\sigma\tau/c\rho,$$

где α — коэффициент теплообмена при нагреве образца, Вт/(м²·°С); σ — отношение поверхности образца, участвующей в конвективном обмене, к объему

му образца, $\text{м}^2/\text{м}^3$; τ — продолжительность сушки покрытия до заданной степени высухания, с; c — удельная теплоемкость материала образца, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$; ρ — плотность материала образца, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Вычисляют значение обобщенного безразмерного коэффициента A_1 , характеризующего условия сушки покрытия изделия, по формуле

$$A_1 = \alpha_1 \sigma_1 \tau_1 / c \rho,$$

где α_1 — коэффициент теплообмена при нагреве изделия, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})$; σ_1 — отношение поверхности изделия, участвующей в конвективном обмене, к объему изделия, $\text{м}^2/\text{м}^3$; τ_1 — продолжительность сушки покрытия изделия, определяемая параметрами технологического оборудования, с; c — удельная теплоемкость материала изделия, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$; ρ — плотность материала изделия, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Температуру сушки покрытия изделия определяют по универсальной диаграмме, приведенной на рис. 5.1.

Через точку Е, которая соответствует обобщенному безразмерному коэффициенту A , проводят прямую, параллельную оси ординат, до пересечения в точке В с кривой, соответствующей температуре, обеспечивающей необходимое качество.

Через точку В проводят прямую, параллельную оси абсцисс.

Через точку E_1 , которая соответствует безразмерному коэффициенту A_1 , восстанавливают перпендикуляр до пересечения с прямой, параллельной оси абсцисс в точке С.

Через точку С интерполируют кривую до пересечения с осью ординат (т. D).

Численное значение температуры, полученное на оси ординат в точке D, уменьшают на значение поправки K , учитывающей неравномерность нагрева изделия, по толщине и значение поправки K_1 , учитывающей высухание покрытия при остывании изделия после извлечения его из сушильной установки.

Значения поправочных коэффициентов приведены ниже:

| | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| K | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 17 | 18 | 20 |
| K_1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 |

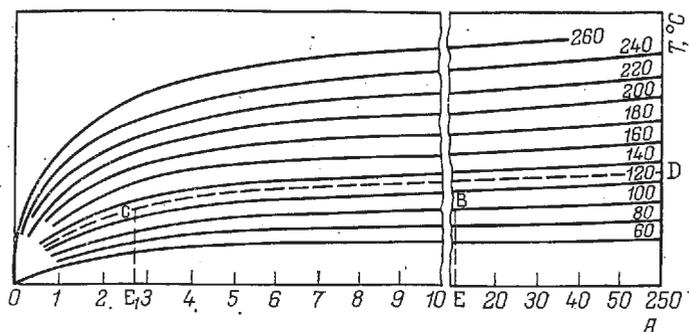


Рис. 5.1. Универсальная диаграмма для определения режимов горячей сушки

СТАНДАРТИЗОВАННЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

Стандартные испытания материалов и покрытий проводятся для контроля и гарантии качества при производстве, а также для входного контроля свойств ЛКМ и определения качественных показателей систем покрытий, предусмотренных нормативно-технической документацией на окрашиваемое изделие.

Стандартизованные методы испытаний ЛКМ и покрытий:

1. Методы определения показателей, характеризующих технологические свойства ЛКМ (вязкость, содержание летучих и нелетучих твердых пленкообразующих веществ, степень перетира, укрывистость, степень и время высыхания, розлив, электрические свойства).

2. Методы определения физико-механических свойств покрытий (прочность при ударе, прочность при растяжении, прочность при разрыве и модуль упругости, твердость, адгезия, прочность при изгибе, устойчивость к истиранию).

3. Методы определения показателей, характеризующих декоративные и защитные свойства ЛКП (блеск, цвет, меление, растрескивание, выветривание, отслаивание, сморщивание, образование пузырей, коррозия металла).

4. Методы определения устойчивости ЛКП при ускоренных климатических испытаниях, имитирующих различные условия эксплуатации и хранения изделий с ЛКП, при действии агрессивных сред и в природных условиях.

6.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛКМ

Условная вязкость. По ГОСТ 8420—74 метод основан на измерении продолжительности (c) истечения известного объема жидкости из капилляра или воронки с отверстием определенного диаметра. Для измерения применяется воронка-вискозиметр ВЗ-246 (ГОСТ 9070—75) со съемными соплами диаметром 2, 4 и 6 мм с термостатированным измерительным узлом.

Срок годности. В соответствии с ГОСТ 27271—87 метод распространяется на ЛКМ, состоящие из нескольких компонентов. Метод заключается в измерении вязкости ЛКМ через 3 мин после смешивания компонентов и по истечении определенного времени, предусмотренного НТД на ЛКМ. Для контроля применяются технические весы с погрешностью не более 0,01 г, термостат, обеспечивающий регулирование температуры с погрешностью не более 0,1 °С, и вискозиметр ВЗ-246.

Содержание летучих и нелетучих твердых пленкообразующих веществ. В соответствии с ГОСТ 1737—72 метод заключа-

ется в нагревании пробы ЛКМ при определенной температуре в течение заданного промежутка времени или до достижения постоянной массы и определения содержания летучих и нелетучих веществ по разности результатов взвешивания до и после нагревания. Содержание летучих и нелетучих веществ выражается в % (масс.). При определении применяется сушильный шкаф с терморегулятором, обеспечивающим требуемую температуру нагрева 100—140 °С, типа СНОЛ-3,5.3,5.3,5/3-ИЗ (ТУ 16—531.639—78) или установка с инфракрасной лампой марки ИК-3127-500 или ИК-3220-50 (ГОСТ 13874—76), весы с погрешностью взвешивания не более 0,02 г.

Степень перетира. В соответствии с ГОСТ 6589—74 метод заключается в определении степени перетира пигментированных ЛКМ по глубине паза прибора в мкм. Глубина паза соответствует границе появления на поверхности испытуемого материала отдельных агрегатов пигментов или границе начала штрихов от них. Для определения применяются гриндометры (прибор «Клин») ТУ 29—02—10.12—80. Пределы измерения шкалы приборов в зависимости от степени перетира приведены в табл. 6.1.

Цвет непигментированных ЛКМ. В соответствии с ГОСТ 19266—79 метод определения цвета непигментированных ЛКМ, растворов смол, олиф, масел, сиккативов, растворителей и др. по иодометрической шкале основан на сравнении цвета испытуемого материала с цветом растворов сравнения иодометрической шкалы. Для приготовления растворов сравнения иодометрической шкалы взвешивают 0,25; 0,50; 1; 2; 3; 4; 5; 7; 10; 15; 20; 30; 40; 60; 80; 100; 130; 160; 200; 220; 250; 280; 300; 400; 500; 700; 800; 1100; 1400; 1600; 1800; 2000; 2400 мг иода с погрешностью не более 0,001 г и растворяют эти навески в 100 мл, 0,5N раствора иодида калия. Допускаемые отклонения концентрации растворов сравнения не должны превышать 2%. Иодометрическую шкалу хранят в темном месте не более 12 месяцев со дня приготовления растворов.

Укрывистость. В соответствии с ГОСТ 8784—75 установлены три метода определения укрывистости.

1. Визуальный метод с применением черно-белой шахматной доски, сущность которого заключается в нанесении слоев ЛКМ на стеклянную пластинку до прекращения просвечивания чер-

Таблица 6.1. Пределы измерения шкалы гриндометра в зависимости от степени перетира

| Пределы измерения шкалы прибора, мкм | Степень перетира, мкм | Цена деления шкалы, мкм |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 15—40 | 0—50 | 5,0 |
| 40—90 | 0—100 | 10,0 |
| >90 | 0—150 | 10,0 |

ных и белых квадратов шахматной доски, подложенный под стеклянную пластинку. Количественно укрывистость выражают в граммах краски, необходимой для того, чтобы сделать невидимой окрашиваемую поверхность площадью 1 м². Для измерения применяют шахматную доску, изготовленную по чертежу ГОСТ 8784—75. С целью получения равномерного слоя покрытия применяют краскораспылители типа КРП-6, КРП-10 по ГОСТ 20223—74, кисть, «Аппликатор» или другое оборудование, позволяющее наносить на стеклянные пластинки слои ЛКМ толщиной не более 20 мкм.

2. Инструментальный метод определения укрывистости по коэффициенту контрастности, сущность которого заключается в определении коэффициента контрастности, т. е. соотношения количества света, диффузно отраженного от черной и белой поверхностей, на которые нанесен ЛКМ. Поверхность считается укрытой, когда коэффициент контрастности достигает величины 0,97—0,98. Коэффициент контрастности (C) — отношение коэффициента яркости покрытия черной подложки ($R_ч$) к коэффициенту яркости покрытия белой подложки ($R_б$): $C = R_ч/R_б$. Коэффициент контрастности определяют при помощи фотометра (блескомера ФБ-2, фотокалориметра любой марки, компаратора цвета и других приборов, обеспечивающих измерение коэффициента яркости с точностью до 0,01 при зеленом светофильтре или длине волны 560 нм).

3. Инструментально-математический метод определения укрывистости на черно-белой поверхности, заключающийся в определении коэффициентов яркости неукрывающего и переукрывающего покрытий, помещенных на черную и белую подложки. Коэффициент яркости покрытий — не менее 0,6. Для определения необходимой толщины укрывающего слоя находят соответствующие математические выражения с применением ЭВМ.

Время и степень высыхания. В соответствии с ГОСТ 19007—

Степень
высыхания

Характеристика

- | | |
|---|---|
| 1 | Стеклянные шарики размером 100—355 мкм полностью удаляются мягкой волосистой кистью с поверхности покрытия, не вызывая ее повреждения |
| 2 | После снятия нагрузки 20 г бумага (ГОСТ 9035—73) не прилипает к поверхности покрытия и не оставляет следа |
| 3 | После снятия нагрузки 200 г бумага не прилипает к поверхности покрытия и не оставляет следа |
| 4 | После снятия нагрузки 2 кг бумага не прилипает к поверхности покрытия, но оставляет след |
| 5 | После снятия нагрузки 2 кг бумага не прилипает к поверхности и не оставляет следа |
| 6 | После снятия нагрузки 20 кг бумага не прилипает к поверхности покрытия, но оставляет след |
| 7 | После снятия нагрузки 20 кг бумага не прилипает к поверхности покрытия и не оставляет следа |

73 степень высыхания определяется способностью покрытия в процессе отверждения удерживать на поверхности стеклянные шарике и бумагу после снятия нагрузки:

При определении времени и степени высыхания ЛКП применяют приспособление ПСВ-1 (ТУ 6—10—1949—84), шкаф сушильный с терморегулятором, обеспечивающим требуемую температуру нагрева, микрометр типа МК-102 (ГОСТ 6507—78), магнитный толщиномер МТ-41НЦ (ТУ 25—06—2500—82).

Розлив. ОСТ 6—10—436—82 устанавливает два метода определения розлива ЛКМ, т. е. способности ЛКМ после нанесения растекаться и выравнивать свой поверхностный слой.

Первый метод применяют для определения розлива ЛКМ, наносимых распылением; он состоит в оценке величины шагрени и наличии потеков. Наличие потеков определяют только визуально (сравнением с утвержденным образцом), величину шагрени — визуально или измеряют на профилографе-профилометре (ГОСТ 19300—86) и выражают в баллах (от 1 до 5). Балльная оценка шагрени ЛКМ приведена в табл. 6.2.

В соответствии с ОСТ устройство для окрашивания представляет собой механизм перемещения образцов с постоянной скоростью (14 м/мин) перпендикулярно плоской струе ЛКМ, распыляемого неподвижно закрепленным краскораспылителем при расходе 0,14 кг/мин на расстоянии 450 мм от поверхности.

Второй метод применяют для определения розлива ЛКМ, наносимых кистью. При этом розлив оценивают при сравнении со шкалой розлива и выражают степенью (от 0 до 10). Шкала розлива составлена по зависимости слияния пяти пар полос ЛКМ, полученных специальным приспособлением (гребенкой), с различными размерами канавки (0,25—4,0 мм, допустимое отклонение $\pm 0,05$ мм) с шириной канавки $1,6 \pm 0,1$ мм и шириной выступа $2,5 \pm 0,1$ мм. Розлив считают хорошим при полном слиянии пяти пар полос (степень 10); плохой розлив — полосы не сливаются (степень 0).

Таблица 6.2. Балльная оценка шагрени ЛКМ

| Оценка, баллы | Шагрень | Основание неровности, мм | Высота неровности, мкм |
|---------------|----------------|--------------------------|------------------------|
| 5 | Отсутствует | — | — |
| 4 | Едва заметная | $>3,5$ | $<1,2$ |
| 3 | Незначительная | $3,5-2,0$ | $<1,0$ |
| | | $>3,5$ | $2,0-1,2$ |
| 2 | Значительная | $3,5-2,0$ | $1,7-1,0$ |
| | | <2 | $<1,0$ |
| | | $>3,5$ | $3,0-2,0$ |
| 1 | Сильная | $3,5-2,0$ | $3,0-1,7$ |
| | | $2,0$ | $2,0-1,0$ |
| | | $>3,5$ | $>3,0$ |
| | | $3,5-2,0$ | $>3,0$ |
| | | $<2,0$ | $>2,0$ |

Электрические свойства. В соответствии с ГОСТ 6581—75 установлены следующие характеристики изоляционных материалов нефтяного или растительного происхождения, а также синтетических при испытаниях в текучем состоянии:

тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$ и диэлектрической проницаемости ϵ_r при частоте тока 50 Гц;

удельное (объемное) электрическое сопротивление ρ_v при напряжении постоянного тока;

пробивное напряжение $U_{пр}$ при частоте тока 50 Гц.

Для определения удельного (объемного) электрического сопротивления ЛКМ в диапазоне 10^5 — 10^{13} Ом·см и для ускоренного измерения этого параметра в области значений, оптимальных для окраски в электростатическом поле ($5 \cdot 10^5$ — $1 \cdot 10^8$ Ом×Хсм), служит прибор ПУС-2 (ТУ 6—10—2060—86). Прибор состоит из датчика — измерительной ячейки (датчик ЯИ), датчика оперативного контроля (датчик ОК) и тераомметра Е6-13А (ЯБ.722.014 ТУ). Датчик ЯИ служит для определения удельного сопротивления во всем указанном диапазоне и для проверки датчика ОК, датчик ОК — для ускоренных испытаний. Погрешность прибора при измерении датчиком ЯИ — ± 10 , датчиком ОК — $\pm 40\%$.

6.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛКП

Получение свободных пленок. В соответствии с ГОСТ 14243—78 метод заключается в отделении гибких и жестких окрашиваемых поверхностей от высохшего слоя ЛКМ. В качестве гибкой окрашиваемой поверхности применяют полиэтилентерефталатную пленку и алюминиевую фольгу. В качестве жестких окрашиваемых поверхностей применяют фотографические пластинки и пластинки из фторопласта-4. Свободные пленки используются для определения плотности, влагопоглощения, паропроницаемости, а также предела прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и др.

Получение ЛКП для испытаний. В соответствии с ГОСТ 8832—76 установлены методы получения ЛКП на металлической, стеклянной, деревянной или другой окрашиваемой поверхности. Полученное покрытие предназначается для проверки соответствия ЛКМ требованиям нормативно-технической документации.

Толщина ЛКП. Измерение толщины покрытий, нанесенных на поверхности из ферромагнитных сплавов, производится магнитным толщиномером МТ-41НЦ (ТУ 25—06.2500—82) с диапазоном измерения 0—12 мм и погрешностью 5%. Принцип действия толщиномера основан на измерении изменения распределе-

ния магнитной индукции в стержневом сердечнике преобразователя в зависимости от толщины покрытия.

Для измерения толщины покрытий, нанесенных на стальную поверхность с шероховатостью от 10 до 80 мкм, применяется магнитный толщиномер МТ-10НМ (ТУ 25—06.9036—82) с диапазоном измерения 10—1000 мкм и погрешностью 5%. Измерение толщины покрытий на поверхности из немагнитного металла производится вихревым толщиномером ВТ-10НЦ (ТУ 25—06.2501—83) с диапазоном измерения 0—12 мм и погрешностью 5%. Принцип действия основан на преобразовании первичного сигнала об изменении зазора между преобразователем и металлом в стандартные цифровые значения.

Для измерения толщины свободных пленок может применяться стандартный мерительный инструмент, в частности микрометр мод. 102 (ГОСТ 6507—78), с ценой деления 0,01 мм и допустимой погрешностью $\pm 0,004$ мм.

Предел прочности при растяжении, относительное удлинение при разрыве и модуль упругости. В соответствии с ГОСТ 18299—72, метод заключается в растяжении испытуемого образца свободной пленки с определенной скоростью до разрыва. При этом определяются следующие показатели:

предел прочности при растяжении, МПа;

относительное удлинение при разрыве — отношение удлинения рабочей части пленки, измеренного в момент ее разрыва, к начальной длине рабочей части пленки, %;

модуль упругости — отношение напряжения к соответствующему относительному удлинению в пределах пропорциональности, МПа.

Для измерения рекомендуется разрывная машина с изменяющимся в пределах от 0 до 500 Н диапазоном нагрузок и погрешностью не более 1%. В зависимости от природы лакокрасочной пленки и требований к условиям измерения скорость раздвижения зажимов составляет 1, 2, 5, 10, 20 и 50 мм/мин.

Прочность пленок при ударе. В соответствии с ГОСТ 4765—73 метод заключается в определении максимальной высоты, при падении с которой груз определенной массы не вызывает видимых механических повреждений ЛКП на металлической пластинке. Прочность пленок при ударе условно выражают в сантиметрах. Для определения прочности пленок при ударе применяют устройство У-2М (ТУ 6—23—1—88), позволяющее определить прочность пленок в широком диапазоне энергии удара.

Адгезия покрытий. В соответствии с ГОСТ 15140—78 предусматриваются четыре метода определения адгезии:

метод отслаивания, заключающийся в определении адгезии отслаиванием гибкой пластинки от армированного стеклотканью покрытия и измерения необходимого для этого усилия;

метод решетчатых надрезов, который заключается в нанесении на готовое ЛКП решетчатых надрезов и визуальной оценке состояния покрытия по четырехбалльной системе;

метод решетчатых надрезов с обратным ударом, который заключается в нанесении на готовое ЛКП решетчатых надрезов и визуальной оценке состояния решетки покрытия после ударного воздействия, оказываемого на обратную сторону пластины в месте нанесения решетки;

метод параллельных надрезов, который заключается в нанесении на готовое ЛКП параллельных надрезов и визуальной оценке по трехбалльной системе после отрыва липкой ленты.

Определение адгезии по методу отслаивания проводится на разрывной машине с максимальной нагрузкой 30 Н с погрешностью не более 0,5 Н. Образец расслаивают при скорости движения подвижного зажима 0,0010—0,002 м/с (6,5—7,0 см/мин) и угле расслаивания 180°. Адгезия выражается в Н/м.

При определении адгезии методом решетчатых надрезов на испытуемом участке поверхности образца на расстоянии от края не менее 10 мм делают режущим инструментом — бритвенным лезвием с кромкой толщиной 0,05—0,13 мм или скальпелем с углом заточки режущей части 20—30° — по линейке или шаблону не менее шести параллельных надрезов до металла длиной не менее 20 мм на расстоянии 1, 2 или 3 мм друг от друга. Аналогичным образом делают надрезы в перпендикулярном направлении. В результате на покрытии образуется решетка из квадратов одинакового размера. После нанесения надрезов для удаления отслоившихся кусочков покрытия проводят мягкой кистью по поверхности решетки в диагональном направлении по пять раз в прямом и обратном направлении. Адгезию оценивают в баллах, используя при необходимости лупу.

Балл 1 присваивается, если края надрезов полностью гладкие и нет признаков отслаивания ни в одном квадрате решетки.

Балл 2 — если имеет место незначительное отслаивание покрытия в местах пересечения линий решетки, а нарушения наблюдаются не более чем на 5% площади поверхности решетки.

Балл 3 присваивается, если имеет место частичное или полное отслаивание покрытия вдоль линий, надрезов решетки или в местах их пересечения; нарушения наблюдаются не менее чем на 5% и не более чем на 35% площади поверхности решетки.

Балл 4 присваивается, если имеет место отслаивание покрытия на более чем 35% площади поверхности.

При определении адгезии методом решетчатых надрезов с обратным ударом используют устройство для определения прочности пленок при ударе У-2М (ТУ 6—23—1—88). Участок с решетчатыми надрезами располагают на наковальне под бойком. Затем производят ударное воздействие на образец, начи-

ная с максимальной предусмотренной в устройстве энергии. Испытание продолжают до тех пор, пока ударное воздействие не вызовет отслаивания квадратов решетки.

При определении адгезии методом параллельных надрезов делают пять параллельных надрезов до металла на расстоянии 1, 2 или 3 мм друг от друга. Перпендикулярно надрезам накладывают полоску липкой ленты на полиэтиленотерифталатной основе размером 10×100 мм. Быстрым движением ленту отрывают перпендикулярно покрытию. Адгезию оценивают по трехбалльной шкале:

балл 1 — края надрезов гладкие;

балл 2₁ — незначительное отслаивание пленки вдоль надрезов (не более 0,5 мм);

балл 3₁ — отслаивание покрытия полосами.

Твердость покрытия по маятниковому прибору. В соответствии с ГОСТ 5233—67 метод заключается в определении отношения времени затухания колебаний маятника, установленного на ЛКП, ко времени затухания колебаний того же маятника, установленного на пластинке из фотостекла, и основан на уменьшении амплитуды колебаний маятника в зависимости от степени отверждения покрытия.

Для определения твердости по маятниковому прибору применяют прибор 2124 ТМЛ (ТУ 25—0612.773.126—83). Перед началом работы производят проверку маятникового прибора по «стеклянному числу» — времени затухания колебаний маятника, точки опоры которого лежат на пластинке из фотостекла, от 5 до 2°. «Стеклянное число» должно составлять 440 ± 6 с. Твердость (X) в условных единицах вычисляют по формуле

$$X = t/t_1,$$

где t — время затухания колебаний маятника от 5 до 2° на испытуемом ЛКП, с; t_1 — время затухания колебаний маятника от 5 до 2° на пластинке из фотостекла («стеклянное число»), с.

Испытание покрытия на изгиб. В соответствии с ГОСТ 6806—73 метод основан на определении минимального диаметра стержня (в мм), изгибание на котором окрашенной металлической пластинки толщиной $0,25 \div 0,31$ мм не вызывает механического разрушения и отслаивания ЛКП при контроле с помощью лупы с увеличением 4 и 10^x.

Испытания покрытия на изгиб проводится с помощью устройства для определения эластичности пленки при изгибе ШГ-2 (ТУ 6—10—1948—84). Устройство состоит из плоских стержней с диаметрами закруглений (1, 2, 3, 4) $\pm 0,2$ мм и цилиндрических стержней с диаметрами (5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 20, 25, 30, 32, 35, 40, 45, 55) ± 1 мм. Длина рабочей части каждого стержня 55 мм. За результат испытания принимают минимальный размер стержня (мм), на котором испытуемое покрытие остается

неповрежденным, при этом результат испытания должен совпадать не менее чем для двух образцов.

Прочность покрытий при растяжении. В соответствии с ОСТ 6—10—417—77 метод основан на вдавливании сферического пуансона в металлическую пластинку с покрытием и определении глубины прогиба металлической пластинки в момент разрушения покрытия. Прочность покрытия определяют на прессе Эриксена или другом прессе, например типа 2068 МТВ-10 (ТУ 25.06.2043—81). При измерении диаметры пуансона и матрицы должны составлять соответственно $20 \pm 0,05$ и $27 \pm 0,05$ мм, скорость выдавливания лунки должна быть постоянной и составлять 5 мм/мин. Для автоматического определения глубины вдавливания собирается схема, приведенная в ОСТ 6—10—411—77, которая имеет реле типа РП-2, отключающее установку в момент разрушения ЛКП. В качестве датчика, подключаемого к контактному зажиму реле, используется специальное приспособление из твердого электроизоляционного материала, изготовленное в виде трубки, заполненной порошком, в который введен проводник и который пропитан 3%-м раствором хлорида натрия. Прочность покрытий при растяжении выражается в миллиметрах.

Испытание покрытия на истирание. В соответствии с ГОСТ 20811—75 предусматривается два метода испытаний:

определение прочности к истиранию падающим кварцевым песком (метод А);

определение прочности к истиранию при трении шлифовальной шкуркой (метод Б).

При первом методе определяется масса кварцевого песка, необходимого для разрушения покрытия до подложки, установленной под углом 45° к направлению падающей на нее струи песка. Прочность покрытия к истиранию X (Н/м) вычисляется по формуле

$$X = m/t,$$

где m — масса песка, израсходованного на истирание; t — толщина покрытия.

Испытание проводится на приспособлении для испытания ЛКП на истирание песком ИПП-1 (ТУ 6—10—1950—84). При методе Б определяется уменьшение объема ЛКП (мм^3) на площади истирания 1 см^2 (удельный объемный износ) в результате трения поверхности покрытия движущейся лентой шлифовальной шкурки при заданной нагрузке на образец. Испытания проводятся при помощи устройства для определения прочности покрытия истиранием шлифовальной шкуркой УИЛ-2 (ТУ 6—23—10—89). Устройство позволяет проводить испытания при скорости движения ленты шлифовальной шкурки 1,55 мм/мин, скорости перемещения столика с образцом 0,15 мм и при нагрузке на образец 5—20 Н. Применяются шлифовальная шкурка

ка на бумажной основе марки 5Ш-140 (ГОСТ 6465—68) рулонная с абразивом (электрокорунд нормальный марки 14А) зернистостью М-40 или лента абразивная типа ЛНБ (ГОСТ 12439—66). Шкурку, которая обеспечивает массовый износ контрольной цинковой пластинки в условиях опыта, равный $0,0130 \pm 0,0005$ г, называют эталонной. Удельный объемный износ ЛКП i_v ($\text{мм}^3/\text{см}^2$) вычисляют по формуле

$$i_v = Km_i \cdot 1000/\rho lb,$$

где K — поправочный коэффициент (для эталонной шкурки $K=1$); m_i — массовый износ ЛКП, г; ρ — плотность лакокрасочной пленки (покрытия), $\text{г}/\text{см}^2$; l — длина площади истирания, см; b — номинальная ширина площади истирания, равная 1,5 см;

m_i вычисляют по формуле

$$m_i = m_1 - m_2,$$

где m_1 — масса образца, г; m_2 — масса образца после истирания, г.

6.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕКОРАТИВНЫХ И ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИИ

Цвет ЛКП. Цвет лакокрасочного покрытия — способность вызывать определенное зрительное ощущение в зависимости от спектрального состава отражаемого или испускаемого им излучения.

Любой цвет можно составить из трех основных цветов: красного, зеленого и синего. Количественно измерение цвета производится по колориметрической системе, утвержденной Международной осветительной комиссией (МОК).

В соответствии с этой системой три координаты (X , Y , Z) характеризуют содержание соответственно красного, зеленого и синего цветов.

Координаты цвета получают расчетным путем, используя спектрофотометрические кривые, снятые в видимой области спектра с исследуемого образца в диапазоне волн 400—700 нм. Спектрофотометрическая кривая представляет собой зависимость коэффициентов отражения от длины волны стандартного источника излучения.

Однако для характеристики цвета ЛКП чаще используют координаты цветности x , y , z — отношение каждой из координат цвета к их сумме:

$$x = X/(X + Y + Z); \quad y = Y/(X + Y + Z); \quad z = Z/(X + Y + Z).$$

Характеристика цвета представляется графически, координаты цветности определяют положение любого цвета на цветовом графике, который представляет собой замкнутую кривую.

С помощью цветового графика и координат цветности опре-

деляют основные характеристики цвета покрытия: цветовой тон, яркость и насыщенность.

Наибольшее распространение для практических целей получил метод определения цветов ЛКП путем сравнения их с эталонами, предоставленными в картотеке цветов. Картотека цветов выпускается в соответствии с ТУ 6—10—1449—74.

Блеск покрытий. В соответствии с ГОСТ 869—69 метод заключается в измерении величины фототока, возбуждаемого в фотоприемнике под действием пучка света, отраженного от поверхности испытуемого покрытия. Метод обеспечивает количественную оценку блеска покрытий, которая выражается в процентах в соответствии с показаниями шкалы прибора. Для этой цели служат различные типы блескомеров фотометрических.

Блескомер ФБ-2 (ТУ 25—05.1966—75) предназначен для измерения коэффициента зеркального отражения при геометрии освещения/наблюдения $45^\circ/45^\circ$ и коэффициента яркости при геометрии освещения/наблюдения $45^\circ/0$ направленного светового потока от поверхности ЛКП в видимой области.

Техническая характеристика блескомера ФБ-2 следующая:

| | |
|---|------------|
| Диапазон измерений коэффициента яркости направленного светового потока, % | 0—100 |
| Абсолютная погрешность измерения, %, не более | 4 |
| Коэффициент яркости рабочего стандартного образца белой поверхности, % | 93 ± 7 |

Для измерения коэффициента зеркального отражения при геометрии освещения/наблюдения $20^\circ/20^\circ$, $45^\circ/45^\circ$, $60^\circ/60^\circ$, $85^\circ/85^\circ$ и коэффициента яркости при геометрии освещения/наблюдения $45^\circ/0$ направленного светового потока от поверхности ЛКП в видимой области спектра применяется блескомер ФБ-3 (ТУ 6—10—16—69—85), техническая характеристика которого приведена ниже:

| | |
|---|------------------------|
| Диапазон измерения коэффициента зеркального отражения направленного светового потока, % | 0—88; 0—65; 0—93; 0—99 |
| Диапазон измерения коэффициента яркости светового потока, % | 0—100 |
| Абсолютная погрешность измерения, %, не более | ± 2 |

Степень меления. В соответствии с ГОСТ 16976—71 метод заключается в последовательном наложении под определенной нагрузкой на одно и то же место мелящего покрытия специально обработанной фотобумаги, на которой частицы прилипающего к эмульсии пигмента образуют видимые невооруженным глазом отпечатки. Наложение продолжают до тех пор, пока на фотобумаге не останется видимых частиц пигмента. Меление покрытия также определяют визуально по отсутствию или наличию на хлопчатобумажной ткани частиц пигмента, отделя-

Таблица 6.3. Оценка степени меления

| Степень меления, балл | Меление при определении | |
|-----------------------|-------------------------|---|
| | по числу отпечатков | визуально при трении тканью |
| 1 | 0 | На ткани частицы пигментов отсутствуют |
| 2 | 2 включ. | На ткани плохо различимые следы |
| 3 | Св. 2 до 5 включ. | На ткани хорошо видимые частицы пигмента |
| 4 | Св. 5 до 8 включ. | Частицы пигмента легко отделяются при трении |
| 5 | Св. 8 | Частицы пигмента легко отделяются при касании |

мых от покрытия при трении его с усилием. Оценка степени меления в баллах проводят по табл. 6.3.

Степень меления определяется с помощью прибора ПМ-1 (ТУ 6—10—1686—86—86), который представляет собой смонтированный на рабочем столике пружинный динамометр с резиновым пуансоном, приводимым в действие рычагом, и имеет следующую техническую характеристику:

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Нагрузка на пуансон, Н | 196 ± 4,9 |
| Диаметр пуансона, мм | 20 ± 0,1 |
| Резина пуансона | ПМБ средней твердости (ГОСТ 7338—77) |

Внешний вид покрытия. В соответствии с ГОСТ 9.407—84 установлен метод оценки внешнего вида ЛКП металлической поверхности, который применяют при испытаниях покрытий, а также при испытании и эксплуатации (хранении) изделий с покрытиями. В зависимости от цели испытаний, установленной в программе, производят оценку декоративных или защитных свойств или декоративных и защитных в комплексе.

Обозначения видов разрушений, характеризующих изменение декоративных свойств покрытия, приведены ниже:

| Вид разрушения | Обозначение |
|------------------|-------------|
| Изменение блеска | Б |
| Изменение цвета | Ц |
| Грязеудержание | Г |
| Меление | М |

Ниже приведены обозначения разрушений, характеризующих изменение защитных свойств покрытий:

| Вид разрушения | Обозначение |
|---------------------|-------------|
| Растрескивание | Т |
| Выветривание | В |
| Отслаивание | С |
| Растворение | Р |
| Сморщивание | СМ |
| Образование пузырей | П |
| Коррозия металла | К |

Таблица 6.4. Оценка изменения декоративных свойств покрытий

| Балл | Изменение блеска при определении | | Изменение цвета при визуальном определении |
|------|----------------------------------|----------------|--|
| | по ГОСТ 896—69, % | визуально | |
| 1 | От 0 до 20 включ. | Без изменения | Без изменения |
| 2 | Св. 20 до 40 включ. | Незначительное | Незначительное посветление или потемнение |
| 3 | Св. 40 до 60 включ. | Значительное | Изменение цветового оттенка хорошо заметно |
| 4 | Св. 60 до 80 включ. | Сильное | Цвет покрытия плохо различим |
| 5 | Св. 80 | Очень сильное | Цвет покрытия неразличим |

Оценку изменения каждого вида декоративных свойств в баллах определяют по табл. 6.4. Обозначение оценки каждого вида разрушения состоит из условного обозначения разрушения и балла по табл. 6.4, например Б3, Г2, М3. Меление определяют по ГОСТ 169.76—71 (табл. 6.3), грязеудержание — по отсутствию или наличию на поверхности покрытия механических частиц после промывки теплой водой. Изменение цвета определяют визуально сравнением с контрольным образцом или спектрофотометром. Изменение блеска определяют по ГОСТ 896—69 или визуально сравнением с контрольным образцом.

Оценку защитных свойств покрытия в баллах по площади разрушения покрытия определяют по табл. 6.5.

Площадь разрушенного покрытия определяют наложением на оцениваемую поверхность пластины из прозрачного материала с нанесенной на нее сеткой или проволоочной сетки со сторо-

Таблица 6.5. Оценка защитных свойств по площади разрушенного покрытия

| Балл | Наличие трещин, выветривания, отслаивания, растворения, сморщивания, пузырей, % | Наличие коррозии металла, % |
|------|---|-----------------------------|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | ≤ 5 | ≤ 1 |
| 3 | > 5—25 | > 1—2,5 |
| 4 | > 25—50 | > 2,5—5 |
| 5 | > 50 | > 5—15 |
| 6 | — | > 15 |

| Грязеудержание | Меление при определении | |
|---|---|---|
| | по ГОСТ 16976—71, количество отпечатков | визуально при трении тканью |
| Механические частицы отсутствуют | 0 | На ткани частицы пигмента отсутствуют |
| Отдельные механические частицы | До 2 включ. | На ткани плохо различимы следы пигмента |
| Налет механических частиц, цвет покрытия различим | Св. 2 до 5 включ. | На ткани хорошо видимые частицы пигмента |
| Налет механических частиц, цвет покрытия плохо различим | Св. 5 до 8 включ. | Частицы пигмента легко отделяются при трении |
| Налет механических частиц, цвет покрытия неразличим | Св. 8 | Частицы пигмента легко отделяются при касании |

ной квадрата 5 или 10 мм. Площадь разрушенного покрытия в процентах определяют по величине частного показателя разрушения (С) по формуле

$$C = n_1/n \cdot 100 \%,$$

где n_1 — количество квадратов, в которых наблюдается разрушение покрытия; n — общее количество квадратов на прозрачной пластине или проволоочной сетке.

Оценку защитных свойств покрытия в баллах по размерам разрушения покрытия (глубины, диаметра) проводят по табл. 6.6.

Глубину трещин, выветривания, отслаивания определяют визуально с помощью лупы. Размеры пузырей и коррозионных

Таблица 6.6. Оценка защитных свойств по размерам разрушения покрытия

| Балл | Характеристика разрушения | Диаметр пузырей, глубина разрушения, мм | Диаметр коррозионных очагов, мм |
|------|---|---|---------------------------------|
| 1 | Разрушение отсутствует | 0 | 0 |
| 2 | Разрушение внешнего слоя, видимое при увеличении в 10 раз | < 0,5 | ≤ 0,5 |
| 3 | Разрушение внешнего слоя, видимое невооруженным глазом | 0,5—1,0 | > 0,5—1,0 |
| 4 | Разрушение до грунтовочного слоя | > 1,0—3,0 | > 1,0—3,0 |
| 5 | Разрушение до окрашиваемой поверхности | > 3,0 | > 3,0 |

Таблица 6.7. Обобщенная оценка внешнего вида по комплексу изменений декоративных свойств покрытий

| Виды разрушения | Обобщенная оценка, балл | | | | |
|------------------|-------------------------|----|----|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Изменение блеска | Б1 | Б2 | Б3 | Б4 | Б5 |
| Изменение цвета | Ц1 | Ц2 | Ц3 | Ц4 | Ц5 |
| Грязеудержание | Г1 | Г1 | Г2 | Г3, Г4 | Г5 |
| Меление | М1 | М1 | М2 | М3 | М4, М5 |

очагов определяют мерительным инструментом с погрешностью не более 0,1 мм.

Обозначение оценки каждого вида разрушения состоит из условного обозначения вида разрушения и дроби, числитель которой — балл по площади разрушения покрытия по табл. 6.5, знаменатель — балл по размеру разрушения по табл. 6.6, например С3/4, К4/3.

Обобщенную оценку внешнего вида по комплексу изменений декоративных свойств покрытий (АД) дополнительно проводят по табл. 6.7, при этом каждый балл по табл. 6.4 оценивают по обобщенной шкале табл. 6.7.

За обобщенную оценку принимают максимальный балл из видов разрушения: по табл. 6.4 — Г2, Ц4, по табл. 6.7 — 3 и 4 балла, обобщенная оценка (АД) — 4 балла.

Обобщенную оценку внешнего вида по комплексу изменения защитных свойств (АЗ) дополнительно проводят по табл. 6.8. За обобщенную оценку в этом случае принимают максимальный балл по табл. 6.8, например оценка по табл. 6.5 и 6.6 — С3/4; К4/5 или Т2/3, К3/2 и по табл. 6.8 соответственно, 4 и 5 или 2 и 3 балла, обобщенная оценка АЗ — А35 и А33. Обобщенную оценку внешнего вида покрытия по изменению декоративных и защитных свойств записывают через запятую, например А, Д3, А34.

Стойкость в атмосферных условиях. В соответствии с ГОСТ 6992—68 метод используется для ЛКП на металлической поверхности и заключается в выдерживании образцов с ЛКП в атмосферных условиях с последующей оценкой стойкости по изменению декоративных и защитных свойств (ГОСТ 9.407—84). Метод предусматривает требования к атмосферной площадке, подготовку образцов для испытаний, порядок осмотра образцов в процессе испытаний и оценку стойкости покрытий.

6.4. УСКОРЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЛКП

Испытание покрытий изделий для эксплуатации в районах с умеренным климатом. В соответствии с ГОСТ 9.074—77 метод заключается в испытании ЛКП по ускоренным методикам,

Таблица 6.8. Обобщенная оценка внешнего вида по комплексу изменений защитных свойств покрытий

| Вид разрушения | Обобщенная оценка, балл | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------|---|--|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Растрескивание | T1/1 | T2/2, T2/3 | T2/4, T3/2, T3/3, T4/2, T5/2 | T2/5, T3/4, T4/3, T4/4, T5/3 | T3/5, T4/5, T5/4, T5/5 |
| Выветривание | B1/1 | B2/2, B2/3, B3/2 | B2/4, B3/3, B4/2 | B2/5, B3/4, B4/3, B4/4 | B3/5, B4/5, B5/3, B5/4, B5/5 |
| Отслаивание | C1/1 | C2/2, C2/3, C3/2 | C2/4, C3/3, C4/2, C5/2 | C2/5, C3/4, C4/3, C4/4 | C3/5, C4/5, C5/3, C5/4, C5/5 |
| Растворение | P1/1 | P2/2, P2/3, P3/2 | P2/4, P3/3, P4/2, P5/2 | P2/5, P3/4, P4/3, P4/4 | P3/5, P4/5, P5/3, P5/4, P5/5 |
| Сморщивание Образование пузырей | CM1 П1/1 | CM2 П2/2, П2/3 | CM3, П2/4, П3/2, П3/3 | CM4, CM5, П2/5, П3/4, П4/2, П4/3, П4/4, П5/2, П5/3 | П3/5, П4/5, П5/4, П5/5 |
| Коррозия | K1/1 | K1/1 | K2/2, K3/3, K2/4, K2/5, K3/2, K3/3, K3/4, K3/5 | K4/2, K4/3, K4/4, K4/5 | K5/2, K6/3, K5/4, K5/5, K6/2, K6/3, K6/4, K6/5 |

имитирующим условия умеренного макроклиматического района при различных категориях размещения окрашенных поверхностей. Соответствие покрытий после 15 циклов испытаний требованиям, установленным стандартом, обеспечивает срок службы покрытий в умеренном макроклиматическом районе с сохранностью декоративных свойств по обобщенной оценке по ГОСТ 9.0407—84 до АДЗ и защитных до АЗ1 не менее двух лет.

Испытания проводятся циклически с продолжительностью каждого цикла 24 ч в аппаратах ускоренных испытаний. Последовательность перемещения, продолжительность выдержки образцов и режимы испытаний в зависимости от категории размещения окрашенных изделий по ГОСТ 9.104—79 приведены в табл. 6.9.

При испытании должна применяться следующая аппаратура:

камера влажности, в которой автоматически поддерживается температура $40 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительная влажность воздуха $97 \pm 3\%$, например гидростат Г-4 (ТУ 25—05—1947—75);

камера диоксида серы (ГОСТ 9.308—85), в которой автоматически поддерживается концентрация диоксида серы $5 \pm 1 \text{ мг/м}^3$, температура $40 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительная влажность

Таблица 6.9. Режимы испытания покрытий для умеренного климата и порядок перемещения образцов при испытаниях

| Аппаратура и условия испытания | Т, °С | Относительная влажность, % | Продолжительность испытаний, ч | | | | |
|---|----------------|----------------------------|--------------------------------|---|---|---|----|
| | | | А | Б | В | Г | Д |
| Камера влажности | 40±2 | 97±3 | 4 | 6 | 4 | 6 | 1 |
| Камера влажности с выключенным обогревом | Не нормируется | 97±3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Камера диоксида серы (при концентрации его 5±1 мг/м³) | 40±2 | 97±3 | 2 | — | 2 | — | — |
| Камера холода | -45±3 | Не нормируется | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Термокамера | 60±2 | | То же | — | — | 7 | 7 |
| Аппарат искусственной погоды | 60±3 | » | 7 | 7 | — | — | 2 |
| Выдержка на воздухе в лабораторных условиях | 15—30 | ≤80 | 6 | 6 | 6 | 6 | 19 |

Примечание. Покрытия, предназначенные для эксплуатации в условиях У1, испытывают по методу А или Б, в условиях У2, У3 и УХЛ4 — по методам В, Г и Д соответственно.

97±3%, например камера диоксида серы КИС-4 (ТУ 6—10—76—42—83);

камера холода, обеспечивающая температуру -45±3°С, например, термокамера ТКСИ 02-80 (ТУ 26—03—121—76); термокамера типа СНОЛ-3,5.3,5.3,5/3-ИЗ (ТУ 16—531—639—78);

аппарат искусственной погоды типа АИП-К (ГОСТ 23750—79) или ИП-1-3 (ТУ 25—05.1948—75), в котором автоматически поддерживаются температура 60±3°С, орошение дистиллированной водой в течение 3 мин через каждые 17 мин, непрерывное облучение лампами с интегральной плотностью теплового потока излучения для электродуговых и ртутно-кварцевых ламп 420 Вт/м² с плотностью потока УФ части спектра — 60±6 Вт/м², для ксеноновых ламп плотность теплового потока 125 Вт/м² с плотностью УФ части спектра 45±4,5 Вт/м².

Контроль параметров излучения — по ГОСТ 16948—79 либо дозиметрами, например ДАУ-81 (ТУ 6—13—1443—83).

Испытание покрытий изделий для эксплуатации в районах с холодным климатом. В соответствии с ГОСТ 9.404—81 метод заключается в испытании ЛКП по ускоренным методикам, имитирующим условия холодного макроклиматического района при различных категориях размещения окрашенных поверхностей и при транспортировке. Соответствие покрытий после 15

циклов испытаний требованиям стандарта обеспечивает срок их службы в холодном макроклиматическом районе с сохранностью декоративных свойств по ГОСТ 9.407—84 до АДЗ не менее одного года и защитных свойств до АЗ1 не менее двух лет.

Перед испытаниями образцы с покрытиями естественной сушки выдерживают в течение 7 сут, а покрытия горячей сушки — 1 сут при температуре 15—30 °С и относительной влажности воздуха не более 80% без прямого попадания света. Образцы помещают в камеру холода и выдерживают при температуре -60 ± 3 °С в течение 24 ч, затем определяют адгезию методом решетчатых надрезов по ГОСТ 15140—78 непосредственно в камере или в течение 20—25 с после извлечения из камеры. Адгезия не должна превышать балл 3. Покрытия, адгезия которых превышает балл 3, дальнейшим испытаниям не подвергают.

Последовательность перемещения, продолжительность выдержки образцов и режимы испытания в зависимости от категории размещения окрашенных изделий по ГОСТ 9.104—79 приведены в табл. 6.10.

Испытание покрытий изделий для эксплуатации в районах с тропическим климатом. В соответствии с ГОСТ 9.401—89 метод заключается в испытании ЛКП по ускоренным методикам,

Таблица 6.10. Режимы испытания покрытий для холодного климата и порядок перемещения образцов при испытаниях
(А — УХЛ1; Б — УХЛ2, УХЛ3; В — транспортирование речным, Г — морским транспортом)

| Аппаратура и условия испытания | Т, °С | Относительная влажность, % | Продолжительность испытаний в каждом цикле, ч | | | |
|---|-------------|----------------------------|---|---|----|----|
| | | | А | Б | В | Г |
| Камера влажности | 40 ± 2 | 97 ± 3 | 2 | 2 | — | — |
| Камера влажности без обогрева | без нормы | 97 ± 3 | 2 | 2 | — | — |
| Камера холода | -30 ± 3 | Не нормируется | 6 | 6 | — | — |
| Аппарат искусственной погоды | 60 ± 3 | » | 5 | — | — | — |
| Термостат | 60 ± 2 | » | — | — | — | — |
| Камера холода | -60 ± 3 | » | 3 | 3 | — | — |
| Емкость с пресной водой | 20 ± 3 | » | — | — | 16 | — |
| Емкость с раствором хлорида натрия | 20 ± 3 | » | — | — | — | 16 |
| Камера холода | -15 ± 3 | » | — | — | 8 | 8 |
| Выдержка на воздухе в лабораторных условиях | 15—30 | 80 | 6 | 6 | — | — |

имитирующим условия тропического макроклиматического района при различных категориях размещения окрашенных поверхностей и при транспортировке. При ускоренных испытаниях предусмотрены различные методы, учитывающие категории размещения окрашенных изделий по ГОСТ 9.104—79 и тип атмосферы по ГОСТ 15150—69. Тип атмосферы зависит от содержания в атмосфере на открытом воздухе коррозионно-активных агентов.

Классификация типов атмосферы приведена в табл. 6.11.

Режимы ускоренных испытаний, необходимая аппаратура и порядок перемещения образцов приведены в табл. 6.12. При испытаниях циклы повторяют не менее 20 раз.

Испытание в камере соляного тумана проводят при непрерывном распылении хлорида натрия концентрацией 50 ± 5 г/дм³ в дистиллированной воде при температуре 35 ± 2 °С. Средний объем раствора, собираемого за 16 ч с горизонтальной поверхности 80 см² пространства камеры, должен составлять 1,0—2,0 см³/ч. Требования к прочей аппаратуре, применяемой для испытания, приведены в разделе «Испытание покрытий изделий для эксплуатации в умеренном климате». Выбор метода испытаний в зависимости от условий эксплуатации и типа атмосферы проводят по табл. 6.13.

Для определения устойчивости покрытий, предназначенных для эксплуатации в условиях III и IV типов атмосферы, перед проведением ускоренных климатических испытаний необходимо провести предварительные испытания на устойчивость покрытий к распространению коррозии от надреза при воздействии соляного тумана. Распространение коррозии от надреза (w_d) после 10 сут испытаний не должно превышать 2 мм; w_d вычисляют по формуле (мм)

$$w_d = (d - d_0) / 2,$$

где d — ширина распространения коррозии, мм; d_0 — ширина первоначального надреза (0,5 мм).

Покрытия, предназначенные для эксплуатации в атмосфере I и II типа, транспортируемые морским путем, предварительно

Таблица 6.11. Классификация типов атмосферы

| Обозначение | Наименование | Содержание коррозионно-активных агентов, мг/(м ² ·сут) (мг/м ³) |
|-------------|------------------------|--|
| I | Условно чистая | Диоксид серы не более 20 (0,025), хлориды — менее 0,3 |
| II | Промышленная | Диоксид серы — 20 ÷ 250 (0,025—0,31), хлориды — менее 0,3 |
| III | Морская | Диоксид серы — не более 20 (не более 0,025); хлориды — 30—300 |
| IV | Приморско-промышленная | Диоксид серы — 20 ÷ 250 (0,025—0,31), хлориды — 0,3 ÷ 30 |

Таблица 6.12. Режим ускоренных испытаний покрытий для тропического климата

| Аппаратура и условия испытания | Температура, °С | Относительная влажность, % | Продолжительность испытаний в каждом цикле, ч | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | А | А1 | Б | Б1 | В | В1 | Г | Г1 |
| Камера влажности | 55±2 | 97±3 | 8 | 10 | 8 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Камера влажности с выключенным обогревом | Не нормируется | 97±3 | 2 | 2 | 2 | 2 | — | — | — | — |
| Камера диоксида серы (концентрация 5±1 мг/м³) | 40±2 | 97±3 | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — |
| Камера соляного тумана (концентрация раствора для распыления 50±5 г/дм³) | 35±2 | 97±3 | — | — | — | — | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Камера влажности | 55±2 | 97±3 | — | — | — | — | 3 | 5 | 3 | 5 |
| Камера диоксида серы (концентрация 5±1 мг/м³) | 40±2 | 97±3 | — | — | — | — | 2 | — | 2 | — |
| Аппарат искусственной погоды | 60±2 | Не нормируется | 10 | 10 | — | — | 10 | 10 | — | — |
| Термокамера | 60±2 | То же | — | — | 10 | 10 | — | — | 10 | 10 |
| Выдержка на воздухе в лабораторных условиях | 15—30 | ≤80 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Таблица 6.13. Выбор метода ускоренных испытаний

| Категории размещения по ГОСТ 9.104—79 | Тип атмосферы по ГОСТ 15150—69 | Метод испытаний | Категории размещения по ГОСТ 9.104—79 | Тип атмосферы по ГОСТ 15150—69 | Метод испытаний |
|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Т1 | I | A1 | Т2 | I | B1 |
| | II | A | | II | B |
| | III | B1 | | III | Г1 |
| | IV | B | | IV | Г |
| | | | Т3 | I | B1 |

испытывают для условий эксплуатации Т1 по методу В1, для Т2 — по методу Г1 за три цикла.

Защитные свойства покрытий всех классов по ГОСТ 9.032—74 после испытаний в течение 20 циклов должны иметь оценку не более балла I по ГОСТ 9.407—84, защитные свойства для I и III классов покрытий — не более балла 3, для IV—VII классов — не более балла 4. Соответствие покрытий этим требованиям обеспечивает срок их службы в районах с тропическим климатом не менее 1 г при соблюдении требований стандартов или ТУ на окрашивание, хранение и эксплуатацию изделий.

Покрытия, полученные на основе новых материалов, предназначенных для эксплуатации в условиях Т1 и Т2, дополнительно испытывают в атмосферных условиях по ГОСТ 6992 не менее 1 г.

Ускоренные испытания на стойкость в условиях хранения. В соответствии с ГОСТ 9.408—86 метод заключается в испытании ЛКП по ускоренным методикам, имитирующим условия неотапливаемого хранилища (3) по ГОСТ 15150—69 в любых макроклиматических районах.

Режимы ускоренных испытаний, необходимая аппаратура и порядок перемещения образцов приведены в табл. 6.14.

Цикл повторяют 50 раз. Внешний вид покрытий после испытаний должен соответствовать ГОСТ 9.407—84 по декоративным свойствам баллу 1 или 2, по защитным — баллу 1, адгезия покрытия — не более балла 3 по ГОСТ 15140—78, что обеспечивает срок хранения покрытий не менее 5 лет. Для установления срока хранения более 5 лет проводят испытания продолжительностью, установленной на основании сравнения результатов испытаний аналогичных ЛКП.

Ускоренные испытания на стойкость к воздействию нефтепродуктов. В соответствии с ГОСТ 9.409—88 методы заключа-

Таблица 6.14. Режимы ускоренных испытаний покрытий в условиях хранения

| Аппаратура и условия испытаний | Температура, °С | Относительная влажность, % | Продолжительность испытаний в каждом цикле, ч |
|---|-----------------|----------------------------|---|
| Камера влажности | 40±2 | 97±3 | 6 |
| Камера влажности с выключенным обогревом | Не нормируется | 97±3 | 4 |
| Камера холода | -60±3 | Не нормируется | 3 |
| Термокамера | 60±2 | » | 6 |
| Выдержка на воздухе в лабораторных условиях | 25±10 | ≤80 | 5 |

ются в испытании покрытий, предназначенных для противокоррозионной защиты внутренних поверхностей стационарных стальных резервуаров, используемых для хранения светлых нефтепродуктов в условиях холодного, умеренного и тропического макроклиматических районов. При этом установлены три метода испытаний:

А — определение стойкости покрытий к попеременному воздействию нефтепродуктов и климатических факторов с тропическим (метод А1), умеренным (А2) и холодным (А3) климатом;

Б — определение стойкости покрытий к воздействию моющих средств;

В — определение стойкости покрытий к воздействию водяного пара.

Испытанию подвергают покрытия, характеристики которых соответствуют приведенным ниже:

| | |
|---|------------|
| Коэффициент отношения емкостей при различных частотах K_f , не менее | 0,8 |
| Тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$, не более | 0,2 |
| Адгезия по ГОСТ 15140—78, баллы, не более | 2 |
| Эластичность по ГОСТ 10510—80, мм, не менее | 1,5 |
| Прочность покрытия при ударе по ГОСТ 4765—73, см | 40 ± 5 |

Коэффициент отношения емкостей K_f и тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$ измеряют для неэлектропроводных покрытий. Для определения указанных показателей применяют мост переменного тока типа Р-571, Р-5021, Р-568, Р-5016, Р-5083, электролитическую ячейку и 3%-й раствор сульфата натрия. Подключение электролитической ячейки в схему измерения проводят по ГОСТ 9.042—75.

Измерение емкости и сопротивления проводят при частоте переменного тока 2000 и 20 000 Гц. По результатам измерений определяют K_f :

$$K_f = C_{20\ 000} / C_{2000},$$

где C_{2000} и $C_{20\ 000}$ — емкости при соответствующих частотах.

Тангенс угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg} \delta$) вычисляют по формуле

$$\operatorname{tg} \delta = 2\pi f R_{\text{пос}} C_{\text{пос}} = 1/2\pi f C_{\text{пар}} R_{\text{пар}},$$

где $R_{\text{пос}}$ и $R_{\text{пар}}$ — сопротивление ячейки при последовательной и параллельной схемах замещения, Ом; $C_{\text{пос}}$ и $C_{\text{пар}}$ — емкости исследуемой ячейки при последовательной и параллельной схемах замещения соответственно, Ф; f — частота, Гц.

Режимы ускоренных испытаний, необходимая аппаратура и порядок перемещения образцов приведены в табл. 6.15. Применяется имитатор нефтепродуктов, состоящий из смеси 50%

Таблица 6.15. Режимы ускоренных испытаний покрытий на стойкость к воздействию нефтепродуктов

| Аппаратура и условия испытания | Температура, °С | Относительная влажность, % | Продолжительность испытания в каждом цикле, ч | | | |
|--|-----------------|----------------------------|---|----|--------------------|---|
| | | | A1 | A2 | A3, Б | В |
| Камера влажности | 55±2 | 97±3 | 5 | — | — | — |
| То же | 40±2 | 97±3 | — | 4 | 2(A3) | — |
| То же с выключенным обогревом | Не нормируется | 97±3 | 2 | 2 | 2(A3) | — |
| Камера диоксида серы (концентрация 5±±1 мг/м³) | 35±2 | 97±3 | 2 | 2 | — | — |
| Камера холода | -45±3 | Не нормируется | — | 3 | — | — |
| То же | -30±3 | То же | — | — | 6(A3) | — |
| Эксикатор с имитатором нефтепродукта | 15—30 | » | 10 | 10 | 10(A3) | — |
| Камера холода | -60±3 | » | — | — | 3(A3) | — |
| Емкость с раствором моющего средства | 75±5 | » | — | — | 6(Б) | — |
| Выдержка над водяным паром | 100 | 97±3 | — | — | 6(В) | — |
| Выдержка на воздухе в лабораторных условиях | 15—30 | 80 | 5 | 3 | 1(A3); 18(Б, В) | — |

изооктана по ГОСТ 4095—75, 30% ксилола по ГОСТ 9949—76 и 20% толуола по ГОСТ 9880—76. В качестве моющих средств применяется раствор МС-6, МС-8, МЛ-51 или МЛ-52 с концентрацией 10—20 г/дм³ или Лабомид-101 с концентрацией 20—30 г/дм³. Испытания проводятся в течение 20 циклов. Показатели защитных свойств покрытий после испытания приведены в табл. 6.16.

Таблица 6.16. Показатели защитных свойств покрытий после испытания по методам А1, А2, А3, Б и В

| Показатель | A1, A2, A3 | Б (В) |
|--|------------|-----------------------|
| Обобщенная количественная оценка изменения защитных свойств покрытий по ГОСТ 9.407, не менее | 0,9 | 0,85 (Б, В) |
| Коэффициент отношения емкостей при различных частотах K_f , не менее | 0,7 | — |
| Тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg} \delta$, не более | 0,2 | — |
| Адгезия по ГОСТ 15140—78, баллы, не более | 2 | 2 (Б, В) |
| Эластичность по ГОСТ 10510—80, мм, не менее | 0,6 | — |
| Прочность покрытий при ударе по ГОСТ 4765—73, см, не менее | 40±5 | 40±5 (Б); 35±5 (В) |

Соответствие состояния покрытий после испытаний по методам А, Б и В требованиям табл. 6.16 обеспечивает срок их службы не менее 5 лет при соблюдении требований стандартов и ТУ на окрашивание изделий.

Глава 7

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

7.1. КРАСКОРАСПЫЛИТЕЛИ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ РУЧНЫЕ

КРП получили наиболее широкое распространение для нанесения ЛКМ. КРП универсальны, т. е. могут быть применены с разной производительностью практически в любых производственных условиях, просты по устройству и обслуживанию, надежны в работе, используются для нанесения почти всех ЛКМ, производимых промышленностью: медленно- и быстровысыхающих, одно- и двухкомпонентных с малой «жизнеспособностью», в холодном состоянии или с подогревом для окраски промышленных изделий различных размеров и групп сложности с получением покрытия любого класса, включая I по ГОСТ 9894—73.

К недостаткам применения КРП относится высокий уровень потерь ЛКМ при окраске (от 24% при окраске изделий группы сложности I до 55% при окраске изделий группы сложности III) и, как следствие, необходимость использования специальных окрасочных камер с устройствами для вытяжки и очистки выбрасываемого в атмосферу воздуха, загрязненного красочным аэрозолем, большие расходы растворителей для разведения ЛКМ до рабочей вязкости.

Основной и наиболее важной частью КРП является распылительная головка, состоящая из соосно расположенных сопел: материального и воздушного (головки)— по первому подается распыляемый материал, по другому — воздух. В зависимости от места смещения потоков (на выходе из головки или внутри ее) различают головки внешнего и внутреннего смещения (рис. 7.1). В машиностроении наиболее распространены КРП с внешним смещением ЛКМ и воздуха.

В зависимости от конструкции головки отпечаток факела распыленного ЛКМ на окрашиваемой поверхности может иметь вид круга или плоского сильно вытянутого овала (рис. 7.2). Плоский факел образует головка, имеющая кроме центрального отверстия для распыления ЛКМ два дополнительных боковых отверстия. Струи сжатого воздуха, выходя из боковых отверстий, сжимают факел распыленного ЛКМ и придают ему плос-

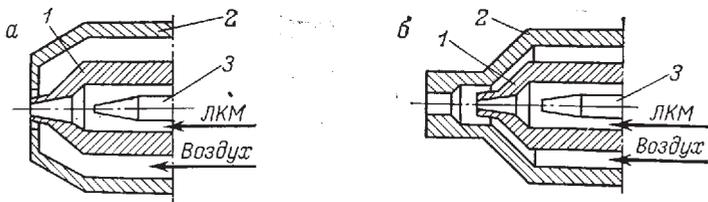


Рис. 7.1. Распылительная головка пневматического распыления внешнего (а) и внутреннего (б) смешения:
 1 — матерьяльное сопло; 2 — воздушная головка; 3 — запорная игла

кую форму. Для увеличения ширины отпечатка и получения более равномерного покрытия в головке делают дополнительные отверстия для подачи воздуха на сжатие факела. Отверстия сверлят под разными углами и на различном расстоянии от центрального отверстия.

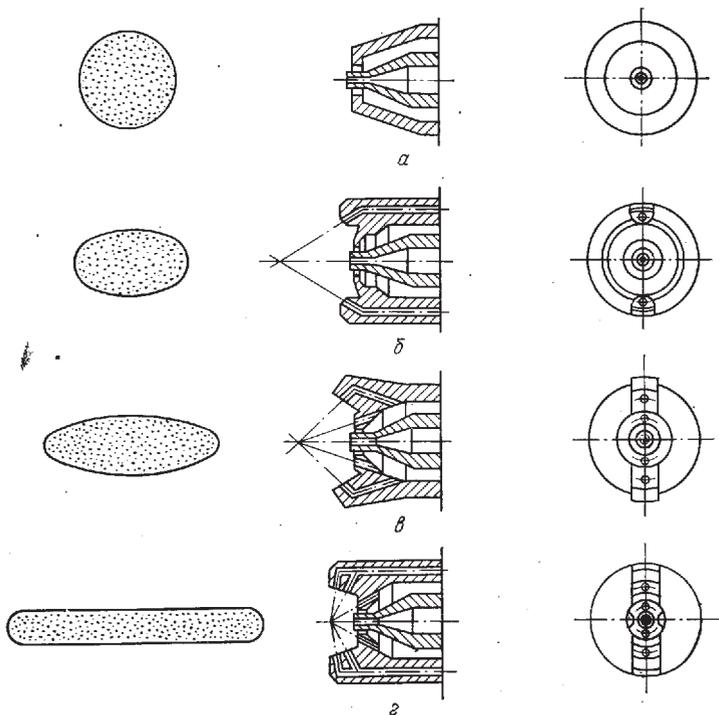


Рис. 7.2. Распылительные головки пневматических краскораспылителей: без дополнительных отверстий (а), с двумя дополнительными боковыми отверстиями (б), с четырьмя дополнительными отверстиями (в) и с восемью дополнительными отверстиями (г). Слева показан отпечаток факела

Обычно сжатый воздух подается по отдельным каналам к центральному и боковым отверстиям, благодаря чему количество воздуха, подаваемого на сжатие факела, можно регулировать, получая как круглый, так и плоский факел.

В зависимости от способа подачи ЛКМ к распылительной головке КРП делятся на три типа: I — с подачей ЛКМ от верхнего красконаливного стакана (небольшая производительность, частая смена ЛКМ); II — с подачей ЛКМ от нижнего красконаливного стакана (необходимость окраски изделий с небольшой производительностью и большими отклонениями КРП от горизонтального уровня; III — с подачей ЛКМ под давлением (для окраски больших поверхностей или работы на конвейере с высокой производительностью) (рис. 7.3). Иногда корпус КРП изготавливают универсальным, что позволяет использовать КРП для подачи ЛКМ как под давлением, так и от красконаливного стакана.

На рис. 7.4 показано принципиальное устройство КРП модели ЗИЛ (типа III). Все узлы и механизмы КРП смонтированы в корпусе, который представляет собой фасонную литую деталь из алюминиевого сплава. Нижняя часть корпуса выполнена в виде рукоятки с удобной для обхвата формой. В верхней части корпуса имеется отверстие или крюк, с помощью которого КРП подвешивают на рабочем месте в перерывах между работами. На передней части КРП смонтированы воздушная головка и материальное сопло, запираемое подпружиненной запорной иглой. Полость воздушной головки разделена на две части. Расход воздуха, подаваемого для сжатия факела, изменяется игольчатым дросселем — регулятором формы факела.

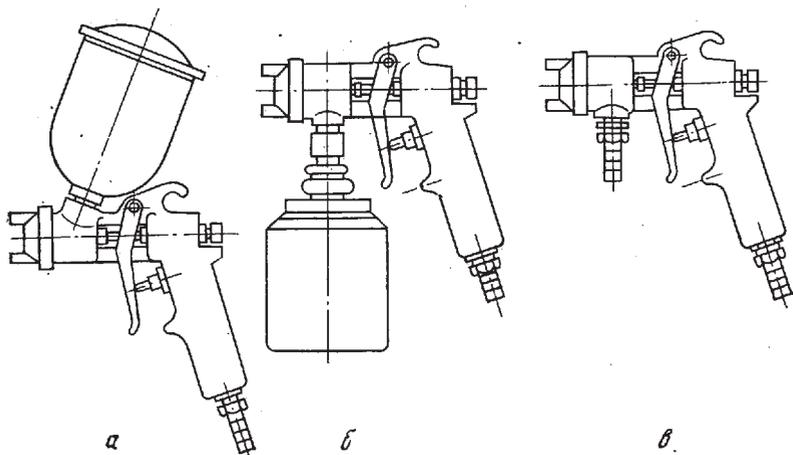


Рис. 7.3. Типы КРП:

а — с подачей ЛКМ от верхнего красконаливного стакана; б — с подачей ЛКМ от нижнего красконаливного стакана; в — с подачей ЛКМ под давлением

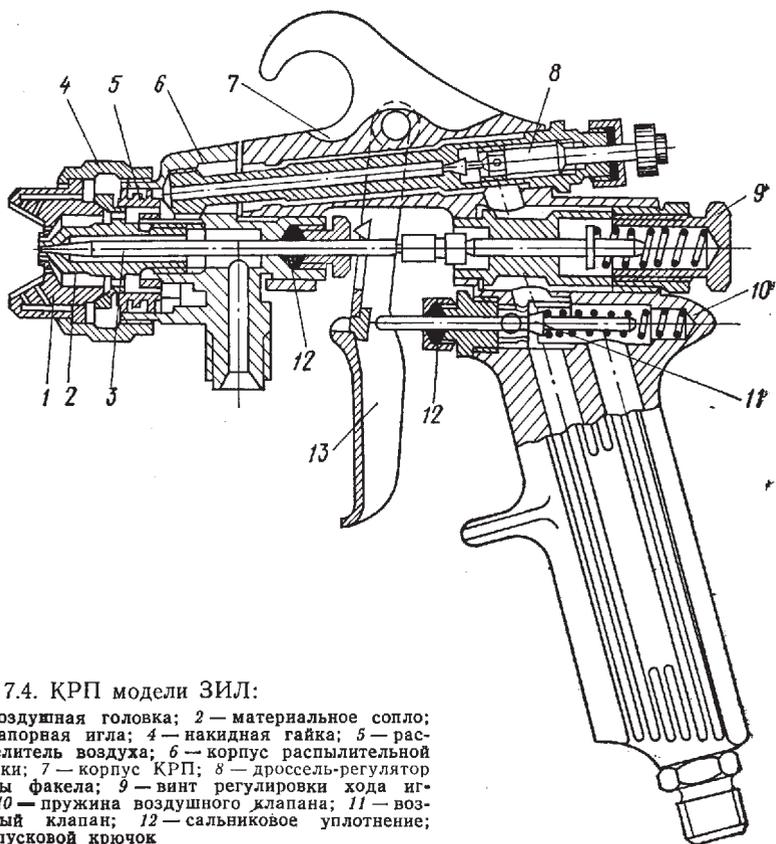


Рис. 7.4. КРП модели ЗИЛ:

1 — воздушная головка; 2 — матерьяльное сопло; 3 — запорная игла; 4 — накидная гайка; 5 — распределитель воздуха; 6 — корпус распылительной головки; 7 — корпус КРП; 8 — дроссель-регулятор формы факела; 9 — винт регулировки хода иглы; 10 — пружина воздушного клапана; 11 — воздушный клапан; 12 — сальниковое уплотнение; 13 — пусковой крючок

В задней части корпуса смонтированы воздушный клапан и винт с упором, ограничивающий ход запорной иглы и регулирующий, таким образом, расход ЛКМ. Запорная игла и воздушный клапан отводятся пусковым крючком так, что вначале из распылительной головки выходит воздух и только потом ЛКМ. При снятии усилия с пускового крючка вначале должна прекратиться подача ЛКМ, затем — сжатого воздуха.

Подобным образом устроены и работают различные модели КРП с головками внешнего смещения (рис. 7.5, 7.6). В отечественной промышленности применяют КРП, различающиеся по типу, производительности, конструктивному решению отдельных узлов: КРУ-1, КРП-3, КРП-6, КРП-10, КРП-11 опытного машзавода НИИ ЛКП, СО-71 Вильнюсского завода строительно-отделочных машин (ВЗСОМ), ЗИЛ производства ПО «АвтоЗИЛ», типа RH-9, RS-10, RD-11, изготавливаемые по лицензии фирмы *Kovo Finis* (ЧСФР), КРП SM-63 фирмы *Sprio Holzhaus*

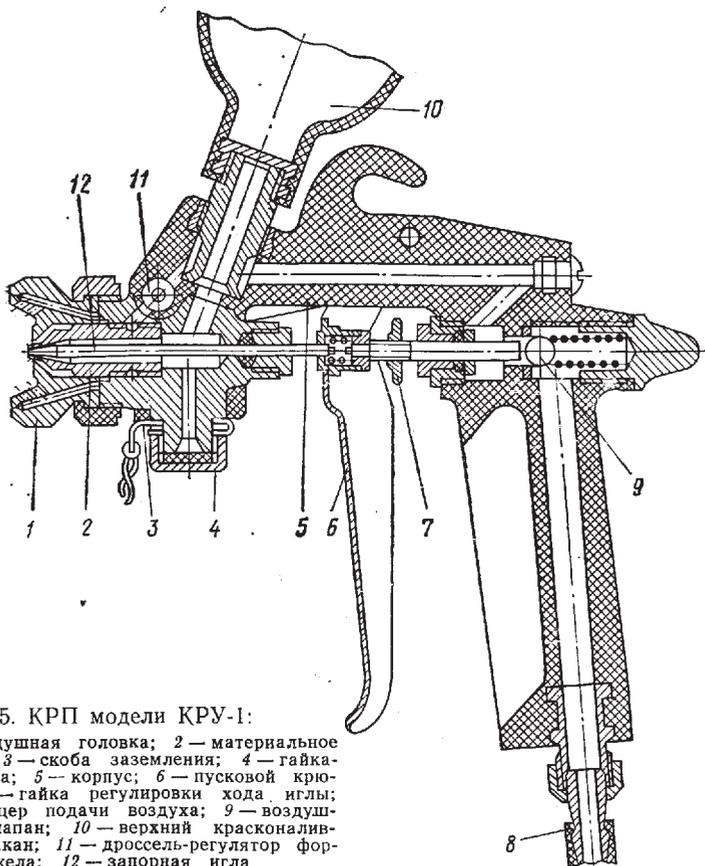


Рис. 7.5. КРП модели КРУ-1:

1 — воздушная головка; 2 — материальное сопло; 3 — скоба заземления; 4 — гайка-заглушка; 5 — корпус; 6 — пусковой крючок; 7 — гайка регулировки хода иглы; 8 — штуцер подачи воздуха; 9 — воздушный клапан; 10 — верхний красконаливной стакан; 11 — дроссель-регулятор формы факела; 12 — запорная игла

sep (Германия) и ряда других зарубежных фирм. Технические характеристики некоторых из них приведены в табл. 7.1. В табл. 7.2 даны технические характеристики КРП ряда зарубежных фирм с подачей ЛКМ под давлением.

Требования к краскораспылителям. КРП должен быть легким, центр тяжести и форма рукоятки его должны быть таковы, чтобы утомляемость маляра при работе была минимальной. Посадка КРП в руке должна обеспечивать удобное маневрирование им, хорошую видимость линии движения, плавность включения и выключения. Детали распылительной головки — материальное сопло и запорная игла — должны обладать высокими антикоррозийными свойствами и износостойкостью. ГОСТ 20223—74 «Краскораспылители пневматического распыления» предусматривает ряд диаметров отверстий материального сопла и параметров, которые должны быть обеспечены каждым типоразмером (табл. 7.3).

Таблица 7.1. Техническая характеристика пневматических краскораспылителей

| Параметр | КРУ-1 (КРП-3) | КРП-6 | КРП-10 | СО-71А |
|--|------------------|------------|------------|------------|
| Тип КРП | I, III | I | III | I, III |
| Диаметр отверстия сопла, мм | 2,0 | 2,0 | 1,8 | 1,8 |
| Производительность (расход ЛКМ через сопло), г/мин: | | | | |
| при подаче самотеком | 350 | 350 | — | 180 |
| при подаче под давлением | 650 | — | 500 | 600 |
| Давление сжатого воздуха на распыление, МПа, не более | 0,3—0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4—0,5 |
| Максимальный расход сжатого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$ | 26,5 | 22,5 | 18,0 | 26,0 |
| Ширина факела ЛКМ, мм | 350—400 | 350 | 350 | 220 |
| Габаритные размеры, мм | 195×90×320 | 130×98×195 | 165×42×185 | 165×93×180 |
| Масса (без красконаливного стакана), кг | 0,66 | 0,6 | 0,49 | 0,7 |

Продолжение табл. 7.1

| Параметр | ЗИЛ | РН-9Р | RS-10Р | RD-11Р |
|--|------------|------------|------------|------------|
| Тип КРП | III | I | III | I, III |
| Диаметр отверстия сопла, мм | 1,2; 1,5 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Производительность (расход ЛКМ через сопло), г/мин: | | | | |
| при подаче самотеком | — | 350 | — | 350 |
| при подаче под давлением | 600 | — | 500 | 500 |
| Давление сжатого воздуха на распыление, МПа, не более | 0,45—0,55 | 0,35 | 0,4—0,5 | 0,4—0,5 |
| Максимальный расход сжатого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$ | 30,0 | 14,0 | 18,0 | 18,0 |
| Ширина факела ЛКМ, мм | 400—500 | 340 | 350 | 350 |
| Габаритные размеры, мм | 185×45×235 | 172×42×190 | 172×42×189 | 172×42×190 |
| Масса (без красконаливного стакана), кг | 0,82 | 0,57 | 0,58 | 0,59 |

В ряде моделей зарубежных фирм на входе в КРП устанавливают портативный регулятор давления с манометром, позволяющий настраивать давление сжатого воздуха на оптимальное.

Таблица 7.2. Технические характеристики ручных пневматических краскораспылителей с подачей ЛКМ нагнетанием

| Параметр | JGA De Vibiss (Англия) | ECCO 40, Atlas Copco (Швеция) | 800. Binks (США) | LEADER ASTURO MEC (Италия) |
|---|------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Диаметр отверстий материального сопла, мм | 0,8—2,8 | 1,1—1,8 | 1,0—2,8 | 1,2—1,9 |
| Давление сжатого воздуха на распыление, МПа | До 0,5 | До 0,7 | До 0,6 | До 0,4 |
| Производительность по расходу ЛКМ, л/мин | До 1,0 | До 0,6 | До 0,9 | — |
| Расход воздуха на распыление, л/мин | 150—850 | 180—690 | — | До 1260 |
| Масса, кг | 0,64 | 0,66 | 0,62 | 0,63 |

Таблица 7.3. Основные размеры и параметры ручных пневматических краскораспылителей

| Тип КРП | Масса, кг | | Расход воздуха, м ³ /ч | Диаметр отверстия материального сопла, мм | Максимальная производительность (расход ЛКМ через сопло), г/мин, не менее | Размеры отпечатка, мм | |
|------------|------------|------------|-----------------------------------|---|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| | без станка | со станком | | | | диаметр круглого факела, не более | ширина плоского факела, не менее |
| I | 0,4 | 0,5 | 18,0 | 1,0 | 60 | 50 | 160 |
| | | | | 1,2 | 100 | 60 | 190 |
| | | | | 1,4 | 150 | 70 | 220 |
| I, II, III | 0,8 | 1,0 | 27,0 | 1,6 | 200 | 80 | 260 |
| | | | | 1,8 | 260 | 90 | 290 |
| | | | | 2,0 | 350 | 100 | 320 |
| III | 0,85 | — | 36,0 | 2,2 | 450 | 110 | 350 |
| | | | | 2,5 | 600 | 125 | 400 |
| | | | | 2,8 | 800 | 140 | 450 |

В модели КРП-3 (на базе КРУ-1) для ограничения давления в корпусе установлен клапан-ограничитель. Будучи настроенным на определенное, оптимальное для данных условий работы давление, клапан срабатывает при его превышении в сети, понижая величину давления и сигнализируя о неэкономичном режиме.

В некоторых моделях КРП зарубежных фирм площади сечения воздушных каналов корпуса и выходных отверстий головки в несколько раз больше в сравнении с обычными КРП, что позволяет распылять ЛКМ большими объемами сжатого воздуха пониженного давления.

С целью снижения законтурных потерь ЛКМ при окраске изделий сложной конфигурации в некоторые модели КРП вме-

Таблица 7.4. Технические характеристики краскораспылителей малой производительности (аэрографов)

| Параметр | СО-6Б | СО-19Б (С-512) | Аэрограф |
|---|-------------|-------------------|---------------|
| Диаметр отверстия сопла, мм | 0,6; 1,2 | 1,0 | 0,3; 0,4; 0,8 |
| Расход ЛКМ через сопло, г/мин | 100 | 150 | 20 |
| Давление воздуха на распыление, МПа | 0,1—0,2 | 0,2 | 0,15 |
| Расход воздуха, м ³ /ч, не более | 4,0 | 4,0 | 3,0 |
| Емкость стакана, л | 0,075; 0,15 | 0,8 | 0,01 |
| Габаритные размеры со стаканом, мм | 150×56×250 | 185×140×255 | 42×12×106 |
| Масса, кг | 0,37 | 0,65 | 0,095 |

сто узла плавной регулировки формы факела встраивают узел мгновенного (позиционного) переключения формы факела с круглого на плоский специальной ручкой (КРП-4, производство опытного машзавода НИИ ЛКП) или с помощью пускового крючка (КРП фирмы *Kovo Finis*, ЧСФР, с программным регулированием формы факела — RH-9P, RS-10P, RD-11P) и др.

Краскораспылители с малым расходом ЛКМ (аэрографы). При необходимости нанесения ЛКМ малой вязкости (14—20 с по ВЗ-246-4) в малых количествах применяют специальные КРП (аэрографы), отличающиеся малым диаметром отверстия материального сопла и соответственно небольшими размерами и массой. Такие КРП моделей СО-6Б, СО-19Б и аэрограф образуют, как правило, только круглый факел и работают при подаче сжатого воздуха давлением не более 0,2 МПа (табл. 7.4).

Красконаливной стакан КРП СО-6Б (рис. 7.7) соединен с корпусом с помощью шарового шарнира, что позволяет при необходимости изменять угол его наклона к корпусу. Количество ЛКМ, поступающего в головку, регулируется краном, установленным в нижней части стакана.

КРП СО-19Б (рис. 7.8) относится к типу I и укомплектован двумя головками внутреннего смешения с круглым и щелевым отверстиями. ЛКМ подается в головку под давлением сжатого воздуха, поступающего из корпуса КРП в нижний красконаливной стакан.

Аэрограф (рис. 7.9), в отличие от известных моделей КРП, при работе размещается полностью в руке и имеет вместо пускового крючка педаль, установленную в верхней части корпуса.

7.2. АППАРАТЫ ДЛЯ РАСПЫЛЕНИЯ ЛКМ С ПОДОГРЕВОМ

При подогреве ЛКМ их вязкость резко падает, благодаря чему создается возможность на 30—40% уменьшить расход растворителей, сократить число слоев из-за увеличения их толщины

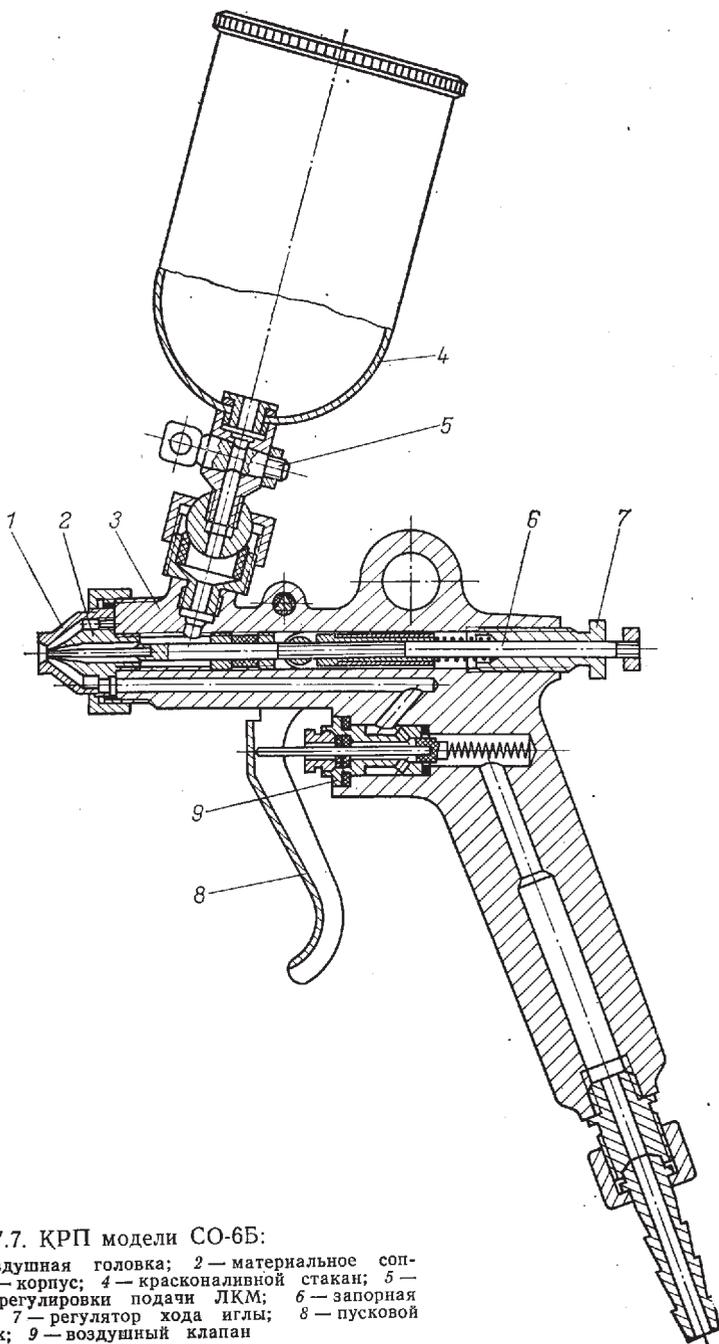


Рис. 7.7. КРП модели СО-6Б:

1 — воздушная головка; 2 — материалное сопло; 3 — корпус; 4 — красконаливной стакан; 5 — кран регулировки подачи ЛКМ; 6 — запорная игла; 7 — регулятор хода иглы; 8 — пусковой крючок; 9 — воздушный клапан

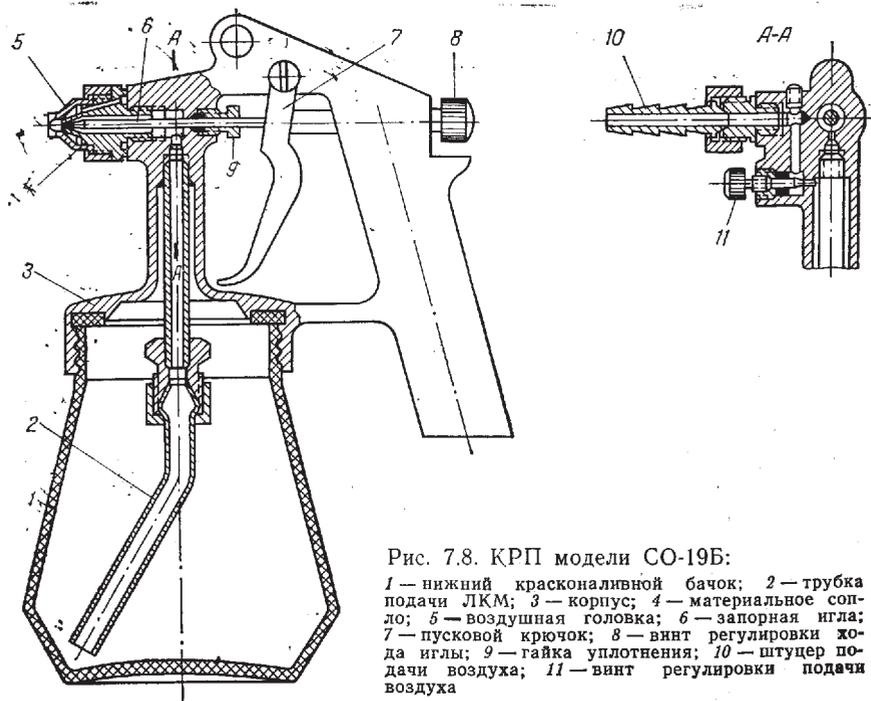


Рис. 7.8. КРП модели СО-19Б:

1 — нижний красконаливной бачок; 2 — трубка подачи ЛКМ; 3 — корпус; 4 — материалное сопло; 5 — воздушная головка; 6 — запорная игла; 7 — пусковой крючок; 8 — винт регулировки хода иглы; 9 — гайка уплотнения; 10 — штуцер подачи воздуха; 11 — винт регулировки подачи воздуха

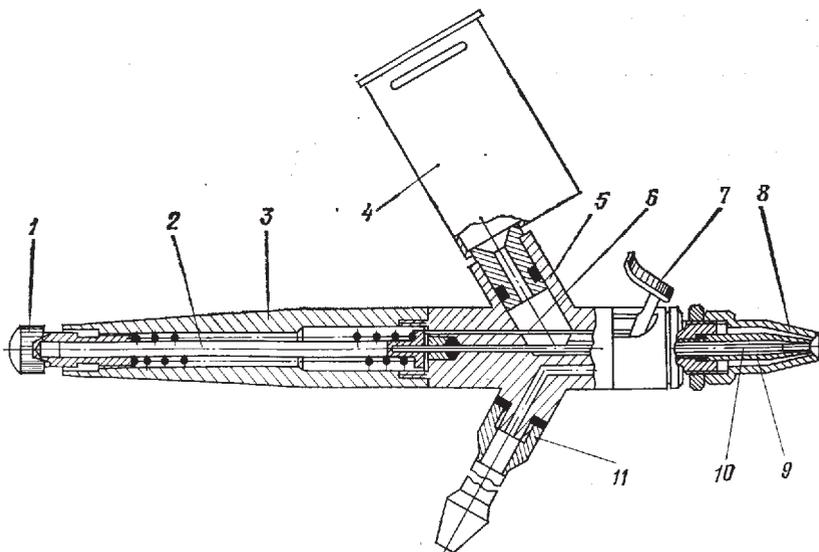


Рис. 7.9. Аэрограф:

1 — винт регулировки хода иглы; 2 — толкатель; 3 — гильза; 4 — красконаливной бачок; 5 — корпус аэрографа; 6 — толкатель; 7 — педаль; 8 — воздушная головка; 9 — материалное сопло; 10 — запорная игла; 11 — штуцер подачи воздуха

и повышения укрывистости и, как следствие, повысить производительность и сократить производственные площади под окраску. Распыление с подогревом улучшает качество покрытия, так как создает хороший глянец и устраняет возможность меления пленки. Подогрев предварительно разведенных ЛКМ снижает их вязкость до 12—15 с по ВЗ-246-4, что позволяет распылять их сжатым воздухом при давлении 0,1—0,15 МПа и значительно уменьшить потери ЛКМ на туманообразование.

Недостатки распыления с подогревом — большие затраты энергии из-за относительно низкого КПД теплопередачи и потеря тепла, необходимость изготовления аппаратуры во взрывобезопасном исполнении, что значительно увеличивает ее габариты и массу.

Принцип действия аппаратуры, используемой для распыления подогретых ЛКМ, не отличается от принципа действия обычных КРП. Подогретые ЛКМ обычно распыляют при температуре 60—80 °С.

Для распыления ЛКМ с подогревом могут быть использованы: стационарные установки, укомплектованные КРП, изолированными (подогреваемыми) шлангами, нагревателями воздуха и ЛКМ, щитом управления; краскораспылители, снабженные портативным электронагревателем, закрепленным на корпусе, с возможностью подачи ЛКМ как под давлением, так и самотеком из верхнего красконаливного стакана; подогреватели, устанавливаемые автономно и связанные циркуляционной системой с краскораспылителем.

Подогрев ЛКМ в аппаратуре может осуществляться непосредственно нагревательными элементами, ТЭНами и т. п. либо косвенно — теплоносителем (вода, масло и др.).

В стационарной установке для нанесения подогретых ЛКМ типа УГО-5М (рис. 7.10) нагреватель ЛКМ выполнен в виде теплообменника с электрообогревом и использованием промежуточного теплоносителя — воды, естественно циркулирующей в гидравлической системе, снабженной расширительным бачком и предохранительным клапаном.

Ниже приведена техническая характеристика установки типа УГО-5М:

| | |
|--|--------------|
| Максимальная температура нагрева, °С: | |
| ЛКМ | 70 |
| сжатого воздуха | 50 |
| Производительность при максимальной температуре нагрева, г/мин | 350 |
| Давление сжатого воздуха на распыление, МПа | 0,1—0,4 |
| Продолжительность разогрева установки, мин | 30—40 |
| Суммарная мощность нагревателей, кВт | 1,3 |
| Напряжение сети, В | 220 |
| Габаритные размеры, мм | 580×380×1775 |
| Масса, кг | 130,0 |

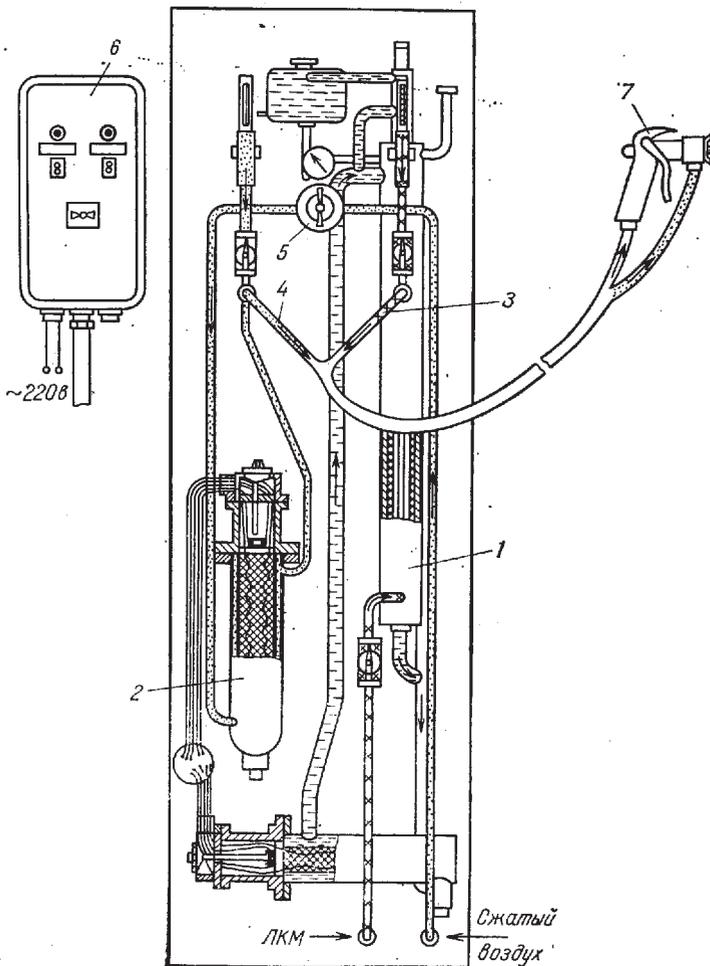


Рис. 7.10. Стационарная установка УГО-5М для нанесения нагретых ЛКМ: 1 — нагреватель ЛКМ; 2 — воздухонагреватель; 3 — краскоподающий шланг; 4 — воздушный шланг; 5 — регулятор давления; 6 — выносной пульт управления; 7 — краскораспылитель

КРП с портативными электронагревателями, закрепленными непосредственно на корпусе, могут быть использованы при небольшом расходе ЛКМ, однако при этом масса КРП значительно возрастает.

Автономные электроподогреватели различаются мощностью (производительностью) и способом нагрева ЛКМ (прямым или косвенным).

Схема применения автономного электроподогревателя для нагрева ЛКМ показана на рис. 7.11. Нагрев ЛКМ в элек-

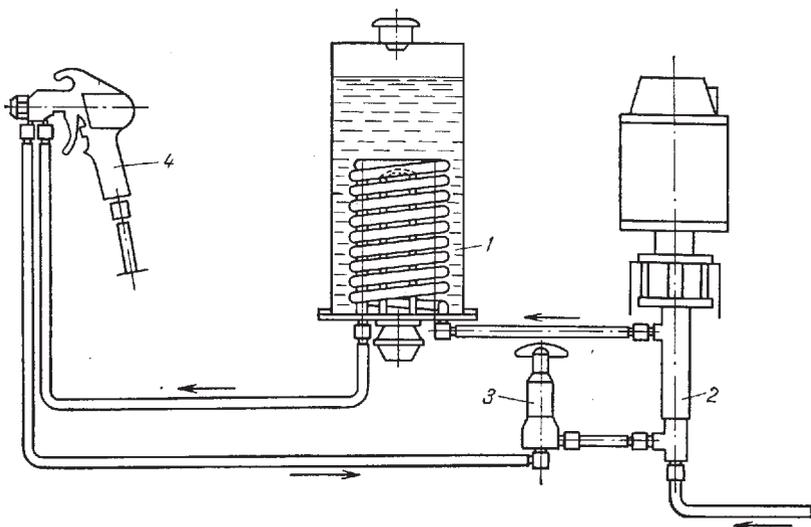


Рис. 7.11. Схема установки для подогрева краски с использованием автономного электроподогревателя:

1 — нагреватель; 2 — насос подачи краски; 3 — перепускной клапан; 4 — краскораспылитель

троподогревателе производится водой, температуру которой можно регулировать (система нагрева типа МН фирмы *De Vibiss*, США, нагреватели фирмы *Atlas Copco*, Швеция, и др.) или непосредственно электрическим нагревателем (ТЭН), оснащенным терморегулятором и передающим тепло ЛКМ, перемещающемуся по винтовым пазам корпуса электроподогревателя.

Использование для нагрева ЛКМ горячей воды исключает опасность перегрева, возможного при непосредственном нагреве краски, позволяет нагревать несколько теплообменников от одного мощного подогревателя, обогревать шланги, подводящие ЛКМ к КРП (рис. 7.12).

Передача тепла через массу корпуса применяется в небольших навесных электроподогревателях типа А 34Ех, А 20Ех фирмы *Wagner* (Швейцария) и др. Их технические характеристики приведены в табл. 7.5.

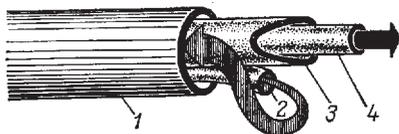


Рис. 7.12. Обогреваемый шланг:

1 — наружная теплоизоляционная оболочка; 2 — шланг подачи горячей воды; 3 — оболочка; 4 — шланг подачи горячей краски

Таблица 7.5. Технические характеристики электроподогревателей фирмы Wagner

| Параметр | А 34Ех | А 20Ех |
|--|-------------|-------------|
| Максимальная температура нагрева ЛКМ, °С | 80 | 80 |
| Производительность при максимальной температуре нагрева, г/мин | 700 | 500 |
| Мощность подогревателя, кВт | 3,4 | 2,0 |
| Напряжение сети, В | 220 | 220 |
| Габаритные размеры, мм | 740×160×180 | 560×160×180 |
| Масса, кг | 20 | 18 |

7.3. КРАСКОРАСПЫЛИТЕЛИ И УСТАНОВКИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ВЫСОКОВЯЗКИХ ЛКМ

КРП и установки нанесения высоковязких ЛКМ предназначены для механизированного нанесения высоковязких материалов (шпатлевок, мастик, пластизолей и др.) с целью получения однослойных покрытий большой толщины (0,5—2,0 мм). В отличие от обычных КРП КР для нанесения высоковязких ЛКМ имеют распылительные головки внешнего и внутреннего смешения с увеличенным (6—12 мм) диаметром отверстия для выхода ЛКМ, большие проходные сечения каналов, подводящих ЛКМ к соплу, и работают при подаче в них материала только под давлением.

КРП типа СО-24А (рис. 7.13, а) с головкой внешнего смешения обеспечивает распыление шпатлевки вязкостью до 200 с по вискозиметру ВЗ-246-4 при подаче ее из красконагнетательного бака.

| | |
|--|------------|
| Диаметр отверстия материального сопла, мм | 6,0 |
| Производительность (расход ЛКМ через сопло), г/мин | До 1000 |
| Давление сжатого воздуха на распыление, МПа | 0,3—0,4 |
| Расход воздуха, м ³ /ч | 32,0 |
| Габаритные размеры, мм | 160×44×225 |
| Масса, кг | 0,7 |

Для нанесения шпатлевок и мастик более высокой вязкости применяют специальные распылители с головками внутреннего смешения (рис. 7.13, б) и подачей в них высоковязких материалов с помощью плунжерных, шестеренчатых, винтовых и других насосов. Распылители имеют отверстие материального сопла диаметром 10—12 мм, что обеспечивает производительность до 6000 г/мин при давлении воздуха до 0,6 МПа.

Устройство плунжерных (поршневых) насосов с пневмоприводом аналогично устройству агрегатов высокого давления установок безвоздушного распыления (см. разд. 7.7). Однако в

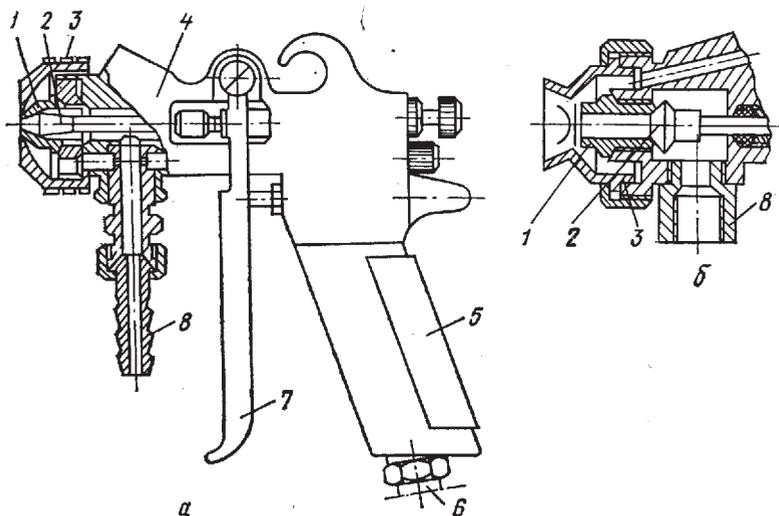


Рис. 7.13. КРП типа СО-24А (а) и КРП с головкой внутреннего смешения (б):

1 — материалное сопло; 2 — запорная игла; 3 — воздушная головка; 4 — корпус краскораспылителя; 5 — рукоятка; 6 — штуцер подачи воздуха; 7 — пусковой крючок; 8 — штуцер подачи ЛКМ

отличие от последних размеры насоса, клапанов, диаметра шланга, подачи материала увеличены для того, чтобы подать вязкие составы в требуемом количестве к КРП. В промышленности для этой цели применяют плунжерные насосы с пневмоприводом фирм *De Vilbiss, Graco* (США) и др., а также отечественные установки типа УНМ-1, УВД, УВДМ и др.

Техническая характеристика установки УНМ-1 приведена ниже:

| | |
|--|--------------|
| Максимальная производительность, кг/мин | 12 |
| Давление воздуха на распыление, МПа | 0,5 |
| Давление воздуха, подаваемого на пневмопривод, МПа | 0,4—0,5 |
| Давление на материал (расчетное), МПа | 6,0 |
| Пневмогидроусиление | 1:12,7 |
| Диаметр шлангов подачи материала, мм | 15 |
| Длина шлангов, м | 15 |
| Количество одновременно работающих распылителей | 2 |
| Габаритные размеры (с пневмоподъемником), мм | 740×350×1610 |
| Масса, кг | 250 |

7.4. КРАСКОРАСПЫЛИТЕЛИ И УСТАНОВКИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Это оборудование применяется для нанесения двухкомпонентных ЛКМ, имеющих после смешения ограниченную жизнеспособность. Конструкция КРП предусматривает отдельный подвод обоих компонентов к распылительной головке и их смешение

ние в факеле распыленного материала непосредственно перед его попаданием на окрашиваемую поверхность (КРП с головкой внешнего смешения) либо внутри головки (КРП с головкой внутреннего смешения).

В свою очередь КРП с головкой внешнего смешения подразделяют на две группы.

I. С двумя распылительными головками, установленными раздельно на одном корпусе и обеспечивающими подачу компонентов в зону распыления с раздельным дроблением каждого из них и последующим смешением двух факелов распыленного ЛКМ; подобные КРП применяют для нанесения двухкомпонентных ЛКМ с соотношением компонентов от 1:1 до 1:3.

II. С одной распылительной головкой и двумя материальными соплами с раздельным подводом компонентов к соплам, при этом сопла расположены соосно и смешение обоих компонентов происходит сразу на выходе из отверстий сопел с последующим их дроблением; такие КРП целесообразно использовать для распыления ЛКМ с соотношением компонентов до 1:10.

Двухсопловый КРП типа КПД-1 (рис. 7.14) относится к группе I. Его две распылительные головки устроены обычным образом и отличаются лишь наличием на каждой воздушной головке одного бокового отверстия для выхода сжатого воздуха под углом к центральной оси. Дополнительные воздушные струи отклоняют факелы распыленных компонентов навстречу друг другу и смешивают их.

КРП приводят в действие пусковым крючком, усилие от которого передается через нажимную планку одновременно двум запорным иглам, жестко связанным с нею. Их ход ограничивается одним упором, что обеспечивает одинаковую степень открывания отверстий сопел и, как следствие, выход компонентов в соотношении 1:1.

В других конструкциях КРП этой группы для связи запорных игл с нажимной планкой используют цанговые зажимы, а ход каждой из игл ограничивается индивидуальным регулируемым упором. Такое конструктивное решение позволяет менять ход каждой из игл раздельно и таким образом изменять соотношение подачи компонентов в более широких пределах — от 1:1 до 1:3.

В конструкции КРП для нанесения двухкомпонентных материалов, относящейся к группе II (рис. 7.15), воздух и оба компонента раздельно подаются в одну распылительную головку, состоящую из воздушной головки и двух материальных сопел, размещенных соосно. При этом сопло, к которому подается малое количество материала (отвердителя), выполнено подвижным в осевом направлении.

Отверстие сопла отвердителя закрывается запорной иглой. В свою очередь, сопло отвердителя выполняет роль запорной

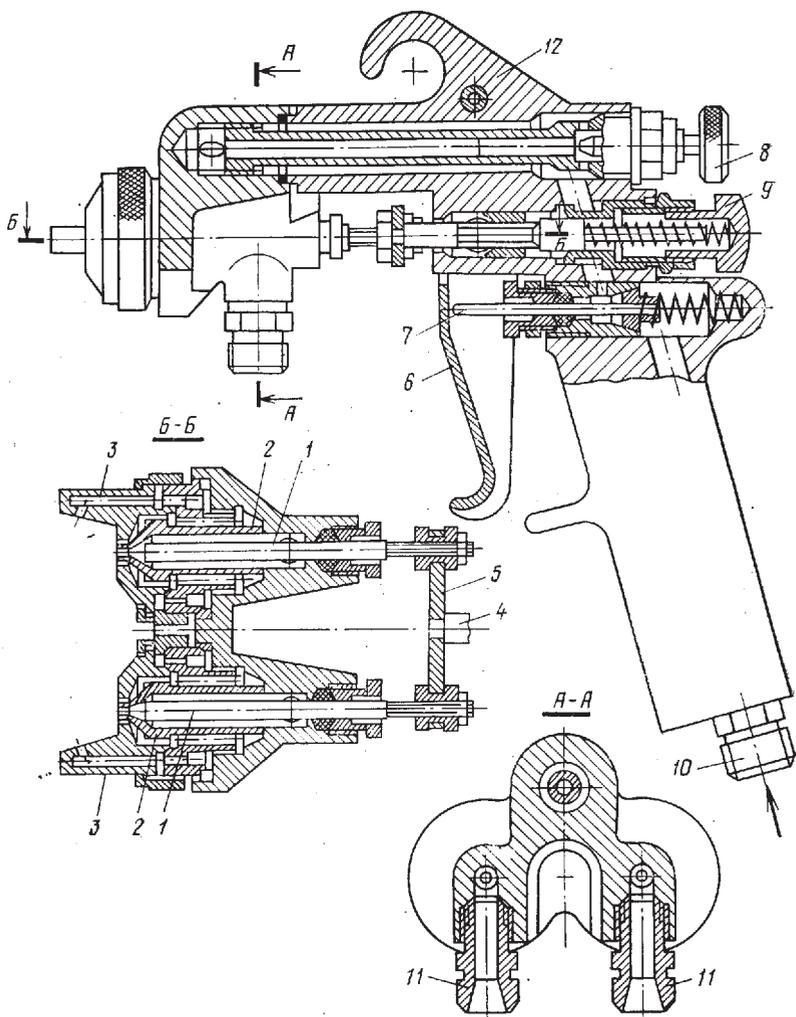


Рис. 7.14. Двухсопловый КРП типа КПД-1:

1 — запорная игла; 2 — материальное сопло; 3 — односопловая воздушная головка; 4 — подпружиненная тяга; 5 — нажимная планка; 6 — пусковой крючок; 7 — воздушный клапан; 8 — винт регулировки подачи воздуха; 9 — винт регулировки хода запорных игл; 10 — штуцер подачи воздуха; 11 — штуцер подачи компонентов; 12 — корпус

иглы для сопла основы. При нажатии на пусковой крючок вначале открывается воздушный клапан, давая проход воздуху в воздушную головку, затем отводится назад сопло отвердителя, освобождая отверстие сопла основы, после чего перемещается назад запорная игла, освобождая отверстие сопла отвердителя.

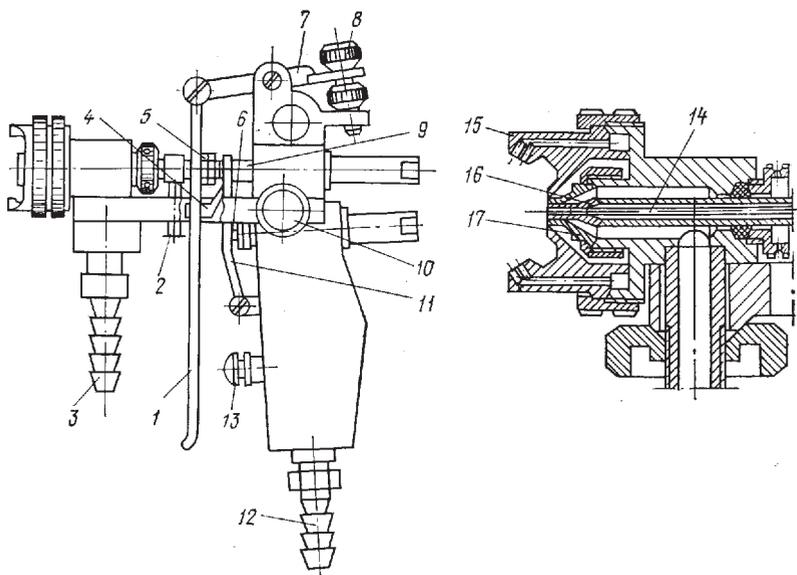


Рис. 7.15. КРП с соосными соплами для нанесения двухкомпонентных составов:

1 — пусковой крючок; 2 — штуцер подачи отвердителя; 3 — штуцер подачи основы; 4 — зубец регулировки отвердителя; 5 — гайки; 6 — воздушный клапан; 7 — коромысло; 8 — винт установочный; 9 — корпус запорной иглы; 10 — винт регулировочный; 11 — рычаг нажимной; 12 — штуцер подачи воздуха; 13 — упорный винт; 14 — запорная игла; 15 — воздушная головка; 16 — материальное сопло отвердителя; 17 — материальное сопло основы

При подаче в КРП компонентов в соотношении $\approx 1:10$ настройку на точное соотношение производят изменением степени открывания сопла отвердителя, т. е. ходом запорной иглы с помощью регулировок, предусмотренных в конструкции КРП.

При нанесении КРП двухкомпонентных ЛКМ важное значение имеет точность настройки на расход компонентов в заданном соотношении, а также поддержание его в процессе работы.

Для подачи компонентов в КРП используют различные нагнетательные дозирующие устройства: шестеренные насосы, связанные с электроприводом через вариаторы, или плунжерные насосы с пневмоприводом.

Устройство плунжерных насосов с пневмоприводом описано в разд. 7.7.

Схема применения плунжерных насосов для дозированной подачи компонентов в соотношении 1:1, используемая в установке УНДП-3, приведена на рис. 7.16, а. Компоненты ЛКМ по шлангам из отдельных баков самотеком поступают в плунжерные насосы. Штоки обоих насосов жесткой траверсой связаны со штоком поршня пневмоцилиндра и совершают возвратно-по-

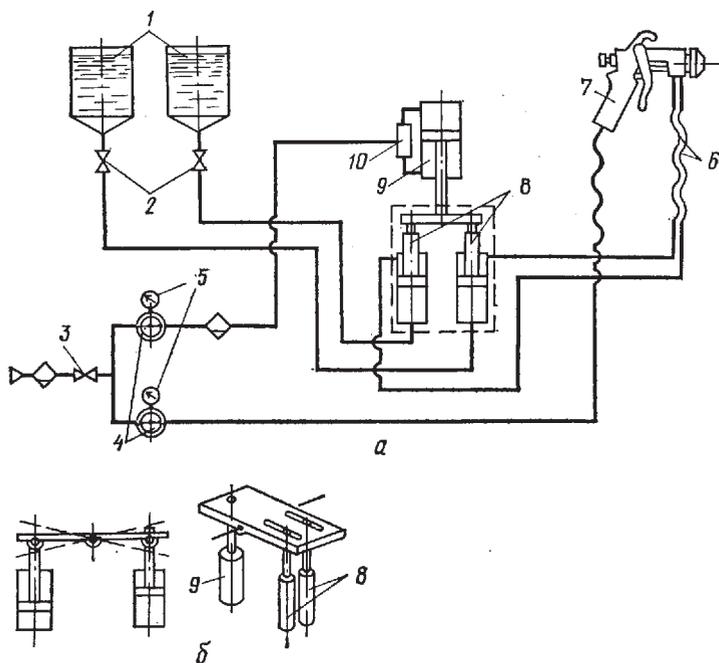


Рис. 7.16. Схема дозированной подачи компонентов в КРП плунжерными насосами с постоянным соотношением компонентов (установка УНДП-3) (а) и с регулируемым соотношением компонентов (б):

1 — емкость для компонентов; 2 — краны подачи компонентов; 3 — кран подачи воздуха; 4 — регулятор давления; 5 — манометр; 6 — шланг раздельной подачи компонента в КРП; 7 — КРП; 8 — плунжерный насос; 9 — пневмопривод; 10 — воздухораспределитель

ступательные движения. Дозирование ЛКМ, подаваемого по раздельным шлангам в краскораспылитель в соотношении 1:1, обеспечивается равным диаметром плунжеров и одинаковым их ходом. Все узлы установки смонтированы на платформе передвижной тележки.

Техническая характеристика установки УНДП-3 следующая:

| | |
|---|--------------|
| Производительность по расходу ЛКМ, г/мин | До 1500 |
| Погрешность дозирования компонентов, %, в пределах | ±5 |
| Давление сжатого воздуха на распыление, МПа, не более | 0,4 |
| Давление сжатого воздуха на пневмопривод, МПа, не более | 0,2 |
| Суммарный расход воздуха, м ³ /ч | 60 |
| Емкость бака, л | 15 |
| Длина шлангов, м | 15 |
| Габаритные размеры, мм | 960×420×1000 |
| Масса, кг | 100,0 |

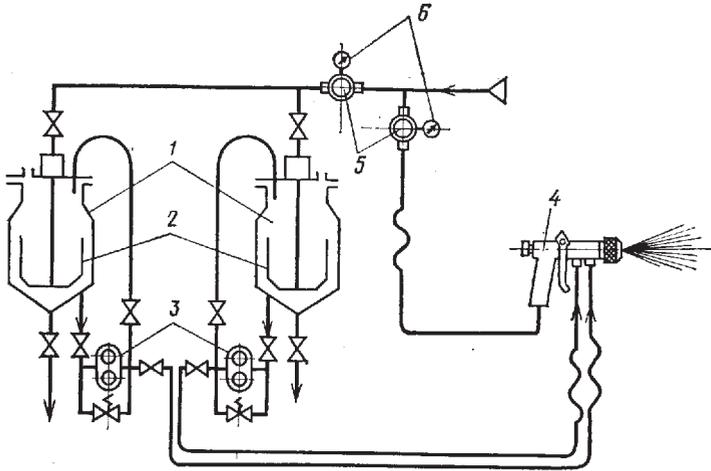


Рис. 7.17. Схема дозированной подачи компонентов в КРП шестеренными насосами:

1 — емкость для компонентов; 2 — мешалка; 3 — шестеренный насос с вариатором; 4 — КРП; 5 — регулятор давления; 6 — манометр

Соотношение подаваемых в КРП компонентов можно изменить за счет разного диаметра плунжеров, жестко связанных с траверсой. Диапазон изменения соотношения компонентов может быть увеличен при использовании в конструкции подобных установок соединения штоков плунжеров насосов со штоком поршня пневмоцилиндра при помощи траверсы с изменяющимся плечом, обеспечивающим различный ход для каждого из плунжеров насосов (рис. 7.17,б).

На рис. 7.17 приведена схема подачи компонентов в КРП с помощью шестеренных насосов (установка УНДП-2). Компоненты ЛКМ загружаются в баки, оборудованные мешалками с пневмоприводом, и подаются самотеком в шестеренные насосы, частота вращения которых изменяется с помощью вариаторов. В схеме предусмотрены дифференциальные клапаны для переключения подачи компонентов в КРП или в емкость при неработающем КРП, а также предохранительные клапаны, предназначенные для сбрасывания давления при засорении трубопроводов, шлангов или КРП.

Баки установки имеют электрический нагрев, температура которого регулируется и автоматически поддерживается.

Техническая характеристика установки УНДП-2 приведена ниже:

Производительность по расходу ЛКМ, г/мин
 Соотношение компонентов, регулируемое
 Погрешность дозирования компонентов, %

До 2000
 От 1:1 до 1:5
 ±10

| | |
|---|--------------|
| Температура разогрева компонентов, °С | 50—90 |
| Давление воздуха на распыление, МПа, не более | 0,5 |
| Суммарный расход воздуха, м ³ /ч | 85 |
| Потребляемая мощность, кВт | 5,0 |
| Напряжение сети, В | 220/380 |
| Объем баков для каждого компонента, л | 50,0 |
| Длина шлангов, м | 6,0 |
| Габаритные размеры, мм | 1250×800×400 |
| Масса, кг | 280,0 |

При использовании оборудования для распыления двухкомпонентных ЛКМ необходимо периодически путем отбора проб контролировать правильность настройки КРП на заданное соотношение компонентов.

Некоторые конструкции КРП, предназначенные для распыления высоковязких двухкомпонентных ЛКМ, для лучшего перемешивания и дробления компонентов снабжены пневмотурбинкой, с которой связана мешалка, размещенная в смесительной камере распылительной головки.

7.5. КРП И УСТАНОВКИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЛКМ НА ТРУДНОДОСТУПНЫЕ МЕСТА И ВНУТРЕННИЕ ПОВЕРХНОСТИ

Для окраски труднодоступных мест, где применение обычных КРП затруднено, используют КРП с дополнительными насадками — удлиненными соплами. Длина удлиненного сопла, а также конструкция распылительной головки, закрепленной на конце насадки, могут быть различными в зависимости от условий применения КРП, конфигурации и длины окрашиваемой полости.

В ряде случаев заводы-изготовители могут поставлять с КРП удлиненные насадки различных типов.

На рис. 7.18 изображены специальные насадки с удлиненными соплами, изготавливаемые фирмой *Sprig Holzhausen* (Германия) для проведения специальных окрасочных работ и окраски труднодоступных мест. Насадками комплектуется универсальный КРП модели SM-63. Головки насадок позволяют получать различное направление факела распыленного ЛКМ — по оси насадки (рис. 7.18, а, е), под углом 45, 90, 135° к оси (рис. 7.18, б, в, г, ж, з) или даже круговой факел (рис. 7.18, д), которым можно окрашивать внутреннюю поверхность небольших полостей. Длина насадок — 200, 400 и 600 мм.

Насадки с удлиненными соплами могут быть изготовлены для любой модели КРП непосредственно на месте заводом-потребителем.

Для окраски внутренней поверхности труб длиной 6—12 м применяют специальные конструкции КРП, которые вводят внутрь изделия (холостой ход) и наносят ЛКМ на его внутрен-

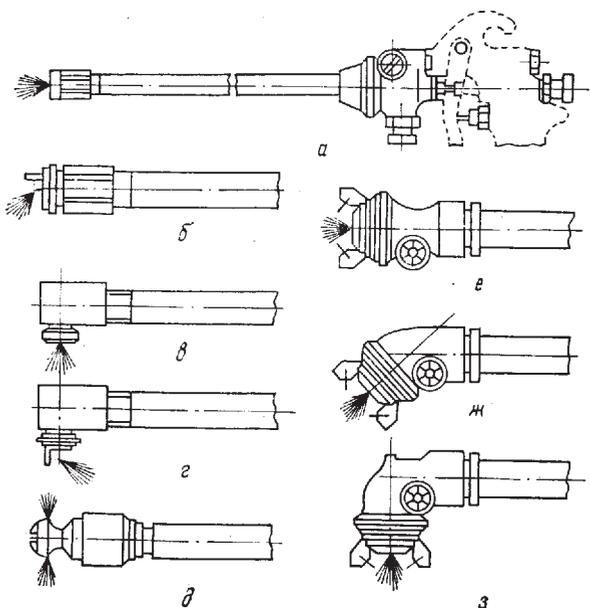


Рис. 7.18. Насадки с удлиненными соплами для получения: круглого факела, направленного по оси насадки (а), круглого факела, направленного под углом 45° (б), 90° (в) и 135° к оси насадки (г); веерообразного (кругового) факела (д), регулируемого факела (от круглого до плоского) (е), направленного под углом 45° (ж) и 90° к оси насадки (з)

ную поверхность при обратном перемещении (рабочий ход) с постоянной скоростью. В зависимости от диаметра окрашиваемого изделия используют различные конструктивные решения (табл. 7.6). НИИ ЛКП разработан ряд КРП для внутренней окраски: КРВ 50/140, КРВТ-3, ВТ-500/2000, технические характеристики которых представлены в табл. 7.7.

КР для внутренней окраски включают следующие основные узлы: корпус с размещенным внутри механизмом дистанционного управления, узел автоматического включения и выключения, распылительную головку (или головки), вращающуюся в процессе работы, пневматический привод вращения, опоры, обеспечивающие перемещение устройства при совмещении оси головки с осью окрашиваемой трубы.

Внутренние поверхности труб диаметром 50—320 мм окрашивают КРП типа КРВ 50/140 и КРВТ-3, имеющими корпус с механизмом дистанционного управления и удлиненную насадку с материальным соплом, совмещенным с вращающейся воздушной головкой, снабженной боковым соплом для дополнительной подачи воздуха (отклоняющего факел) и связанной с пневматической турбинкой.

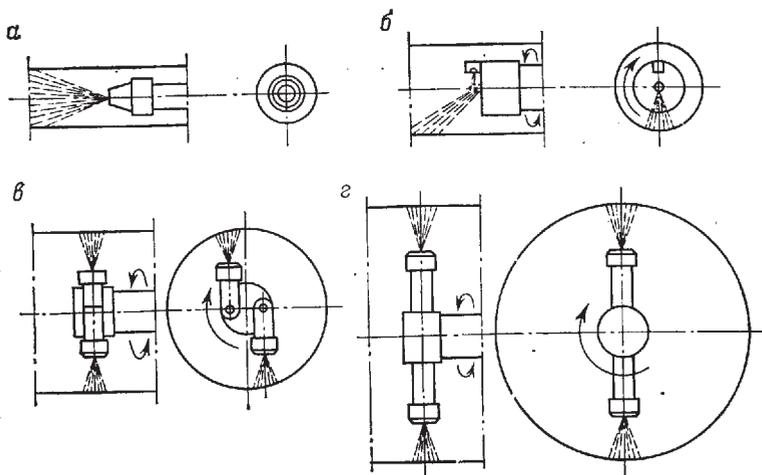


Рис. 7.19. К табл. 7.6

К штуцерам КРП подведены шланг подачи ЛКМ и два воздушных шланга — для распыления ЛКМ и вращения головки.

Для вращения головки может быть использована пневмотурбинка ротационного (КРВТ-3) и осевого (КРВ 50/140) типа.

При использовании турбинки осевого типа в сравнении с роторной уменьшаются габаритные размеры КРП и упрощается его конструкция, однако при этом значительно понижается мощность, передаваемая на вращение головки. Направляющие

Таблица 7.6. Схемы КРП для внутренней окраски

| Диаметр окрашиваемых труб, мм | Схема конструктивного решения аппаратуры | Направление факела | Получение оптимальной длины факела |
|-------------------------------|--|---|--|
| 25—50 | Рис. 7.19, а | По оси трубы | За счет изменения угла раскрытия факела |
| 50—200 | Рис. 7.19, б | Отклоняется на окрашиваемую поверхность под углом и вращается в плоскости, перпендикулярной оси трубы | За счет изменения угла наклона факела к поверхности |
| 200—500 | Рис. 7.19, в | Факел перпендикулярен окрашиваемой поверхности и вращается в плоскости, перпендикулярной оси трубы | За счет поворота сопла-насадок |
| 500—2000 | Рис. 7.19, г | То же | За счет использования сменных удлиненных сопла-насадок различной длины |

Таблица 7.7. Технические характеристики КРП для внутренней окраски

| Параметр | КРВ 50/140 | КРВТ-3 | ВТ-500/2000 |
|--|------------|---------|-----------------|
| Диаметр окрашиваемой трубы, мм | 50—140 | 120—330 | 500—2000 |
| Диаметр отверстия сопла, мм | 2,0 | 2,5 | 1,8 (два сопла) |
| Расход ЛКМ через сопло, г/мин | До 400 | До 1000 | До 1200 |
| Давление воздуха, МПа: | | | |
| на распыление | 0,2—0,4 | 0,5 | 0,2—0,5 |
| на вращение головки | 0,3 | 0,3 | 0,15 |
| Суммарный расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$, не более | 50,0 | 50,4 | 50,0 |
| Габаритные размеры, без опор, мм: | | | |
| длина | 465 | 310 | — |
| диаметр | 42 | 95 | — |
| Масса (без опор), кг | 3,0 | 2,8 | 20 (с опорами) |

опоры, центрирующие и перемещающие КРП, либо поставляются с ним, либо изготавливаются потребителем на месте. Схема краскораспылителя КРВТ-3 показана на рис. 7.20.

Аппарат ВТ-500/2000 (рис. 7.21) предназначен для нанесения ЛКМ на внутреннюю поверхность труб, обечаек и тому подобных изделий большого диаметра. Внутренняя поверхность изделий окрашивается двумя распылителями с удлиненными соплами, жестко закрепленными на вращающейся головке и направленными в диаметрально противоположные стороны.

Распылители аппарата комплектуются набором сопел-насадок различной длины. Конструктивно аппарат выполнен таким образом, что большинство узлов (головка с распылителями, редуктор, пневматическая турбинка) объединены в один самостоятельный устанавливаемый на раме тележки с опорами агрегат, который может перемещаться по вертикали и закрепляться на разной высоте в зависимости от диаметра окрашиваемого изделия.

При нанесении ЛКМ на внутреннюю поверхность изделий сложной конфигурации агрегат может быть снят с рамы и закреплен по центру изделия на специальной консольной стреле (штанге).

7.6. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

К вспомогательному оборудованию относятся передвижные, переносные или стационарные компрессоры (если нет общей централизованной линии сжатого воздуха), воздухоочистители (масловлагоотделители), красконагнетательные баки, регуля-

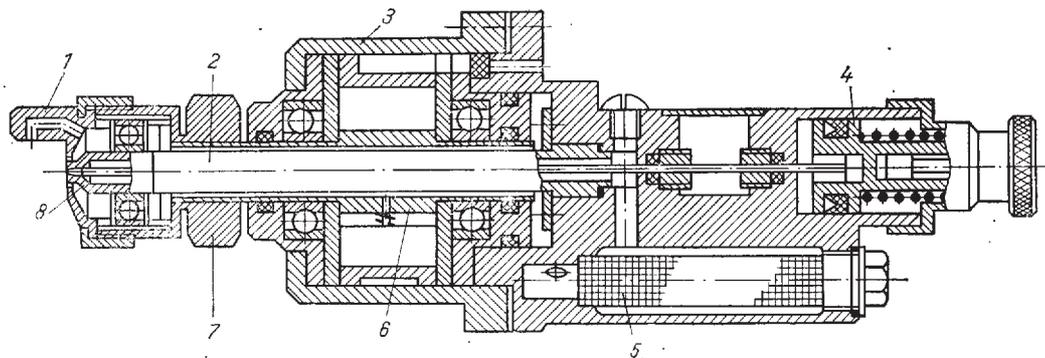


Рис. 7.20. КРП для внутренней окраски труб КРВТ-3:

1 — воздушная головка с боковым соплом; 2 — удлиненная насадка; 3 — корпус; 4 — механизм автоматического включения КРП; 5 — сетчатый фильтр; 6 — турбинка ротационного типа; 7 — корпус распылительной головки; 8 — материальное сопло

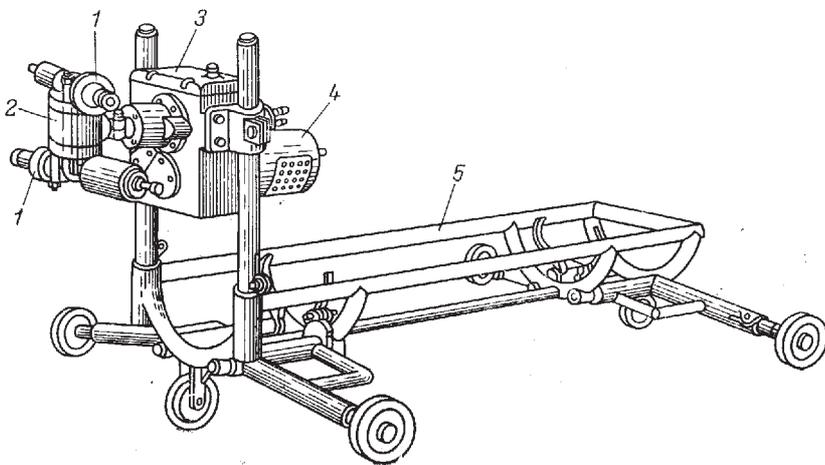


Рис. 7.21. Аппарат для внутренней окраски ВТ-500/2000:

1 — распылитель с удлиненными насадками; 2 — головка-питатель; 3 — редуктор; 4 — пневматический двигатель ротационного типа; 5 — рама с раздвижными опорами

торы давления (редукционные пневмоклапаны) и шланги подачи ЛКМ и воздуха.

Компрессоры. Нормальная работа КРП обеспечивается при подаче сжатого воздуха давлением до 0,6 МПа и его расходе на один КРП до 30 м³/ч (расход приведен к нормальным условиям) в зависимости от давления, типа распылительной головки, диаметра ее отверстий и формы факела, образуемого КРП.

Для получения сжатого воздуха при окрасочных работах применяют компрессоры (компрессорные установки) поршневые двухцилиндровые одноступенчатые простого действия с воздушным охлаждением моделей СО-7Б, У43102А, КХ-411А и другие, создающие рабочее давление воздуха до 0,6 МПа. Для КРП, работающих при давлении воздуха до 0,3 МПа (аэрографы и т. п.), используют переносные диафрагменные компрессоры типа СО-45А. Компрессоры изготавливаются ВЗСОМ, их технические характеристики приведены в табл. 7.8.

Воздухоочистители. Для получения покрытия требуемого качества сжатый воздух, применяемый для распыления ЛКМ, должен отвечать техническим требованиям ГОСТ 9010—80 «Воздух сжатый для распыления лакокрасочных материалов». Воздухоочистители предназначены для очистки сжатого воздуха от масла, влаги и механических примесей и работают на принципе инерционного (центробежного) разделения воздуха и капель влаги, масла и твердых частиц при изменении направления потока, инерционного разделения при мгновенной потере скорости потока, контактного разделения при прохождении потока через фильтрующий слой без химического взаимодействия с ним.

Таблица 7.8. Технические характеристики компрессоров

| Параметр | СО-7Б | У43102А* | СО-45 | КХ-411А |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|
| Тип компрессора | Передвижной вертикальный | Передвижной вертикальный | Переносной | Стационарный |
| Производительность, м ³ /ч | 30,0 | 31,0 | 3,0 | 62,0 |
| Максимальное давление, МПа | 0,6 | 0,7 | 0,3 | 0,7 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 4,0 | — | 0,27 | 11,0 |
| Напряжение, В | 380 | — | 220 | 380 |
| Емкость ресивера, л | 22,0 | — | — | 2000 |
| Габаритные размеры, мм | 1200×580× ×1000 | 440×360× ×550 | 425×245× ×355 | 1560×615× ×765 |
| Масса, кг | 160,0 | 67,0 | 21,0 | 330 (без ресивера) |

* Поставляется без привода.

В отечественной промышленности получили распространение воздухоочистители типа СО-15 (рис. 7.22), изготавливаемые ВЗСОМ (СО-15Б) и Астраханским заводом окрасочного оборудования (СО-15М), представляющие собой подвесную конструкцию в виде резервуара емкостью 1,2 л с петлеобразным поворотом

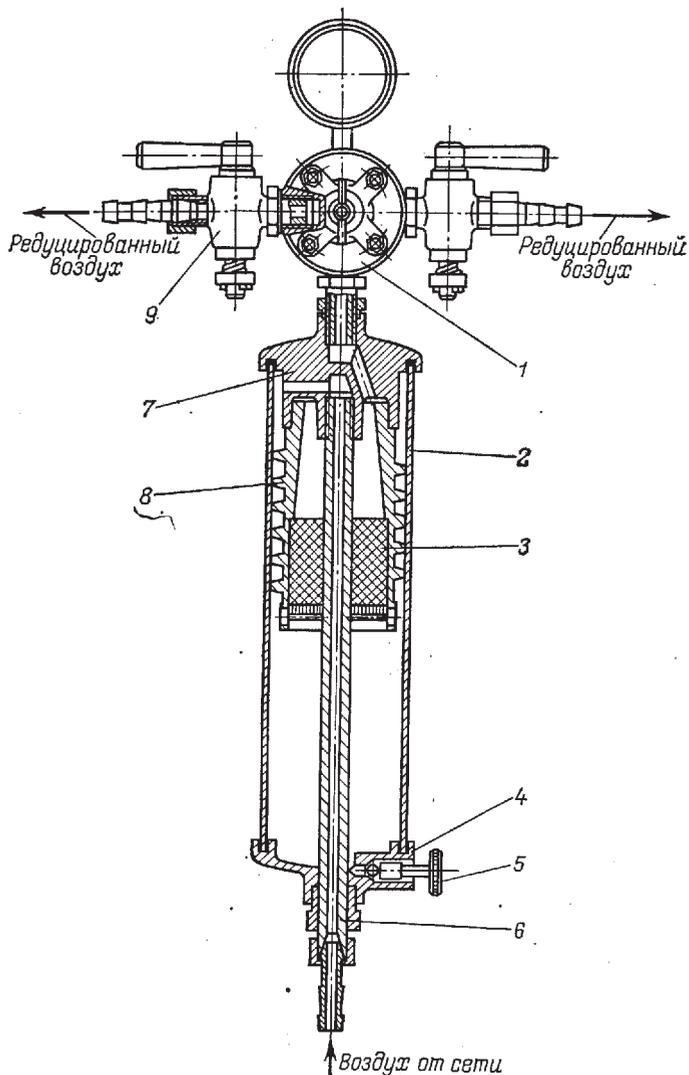


Рис. 7.22. Воздухоочиститель типа СО-15:

1 — регулятор давления; 2 — корпус; 3 — фильтрующее устройство; 4 — нижняя крышка; 5 — спускной вентиль; 6 — воздухоподводящая труба; 7 — верхняя крышка; 8 — корпус фильтрующего устройства с винтовыми пазами; 9 — кран

том воздуха, наполненного фильтрующим материалом (несколько слоев войлока). На корпусе воздухоочистителя смонтирован регулятор давления, в нижнюю крышку воздухоочистителя встроен спускной вентиль для периодического слива воды. Воздухоочиститель рассчитан на одновременное питание двух КРП. Характеристики воздухоочистителей типа СО-15 приведены в табл. 7.9.

Для получения воздуха высокой степени очистки используют фильтры (устройства) по ГОСТ 14266—82, ТУ 22-4010—77, ТУ 2-053-1358—78 (табл. 7.10) или оборудование зарубежных фирм.

Красконагнетательные баки предназначены для дозированной подачи ЛКМ в КРП при повышенном расходе ЛКМ или нанесении покрытий на большие поверхности. Баки представляют собой переносные герметически закрываемые сосуды (рис. 7.23), заполняемые ЛКМ, который затем (при подаче в бак сжатого воздуха) под определенным давлением по шлангу подается в КРП. На крышке бака монтируется регулятор давления с манометром, предохранительный клапан и клапан сброса давления. С нижней стороны к крышке подсоединена трубка подачи ЛКМ, имеющая на конце сетчатый фильтр. Заправка бака при небольших остановках осуществляется через горловину, закрываемую пробкой. Для удобства заправки при смене

Таблица 7.9. Технические характеристики воздухоочистителей

| Параметр | СО-15Б | СО-15М |
|---------------------------------------|--------|--------|
| Производительность, м ³ /ч | 30 | 25 |
| Максимальное рабочее давление, МПа | 6 | 5 |
| Степень очистки воздуха, % | 90 | 88 |
| Габаритные размеры, мм: | | |
| высота | 550 | 550 |
| длина | 270 | 270 |
| ширина | 135 | 135 |
| Масса, кг | 3,2 | 3,5 |

Таблица 7.10. Технические характеристики фильтров очистки воздуха

| Параметр | Фильтр воздуха ФВ-25 ГОСТ 14266—82 | Устройство очистки воздуха П-ППВ (16—12)/10ТУ 2-053-10-1358-78Е |
|---------------------------------------|--|--|
| Производительность, м ³ /ч | 25,0 | 60,0 |
| Степень очистки воздуха, % | 99,95 | 99,99 |
| Давление воздуха на входе, МПа | 0,35—0,8 | 0,3—0,6 |
| Габаритные размеры, мм | ∅ 90×135 | — |
| Масса, кг | 0,6 | 18,0 |

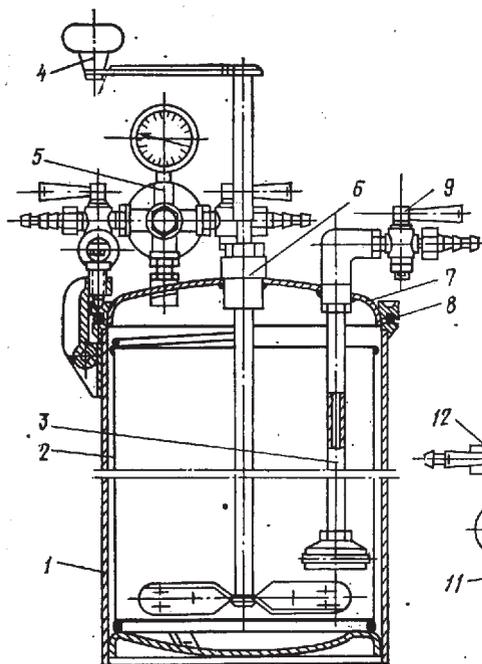


Рис. 7.23. Красконагнетательный бак СО-12А:

1 — корпус; 2 — сменное ведро; 3 — трубка подачи ЛКМ с сетчатым фильтром; 4 — ручная мешалка; 5 — регулятор давления; 6 — корпус сальника; 7 — крышка; 8 — уплотнение; 9 — кран подачи ЛКМ; 10 — клапан сброса давления; 11 — горловина (загрузочное устройство); 12 — кран подачи воздуха

ЛКМ или промывке бака в него вставляют сменное ведро. Для поддержания постоянной вязкости и однородности ЛКМ красконагнетательные баки снабжены мешалкой — ручной или механической с пневмоприводом. Технические характеристики баков приведены в табл. 7.11. Давление на ЛКМ в баке устанавливают регулятором давления в зависимости от требуемого расхода ЛКМ через сопло КРП, рабочей вязкости, диаметра и длины краскоподающих шлангов.

Красконагнетательные баки различаются емкостью и изготавливаются по ОСТ 22-1604—84 Астраханским заводом окрасочного оборудования (СО-42А), назранским заводом «Электроинструмент» (СО-12А, СО-13А) и другими заводами.

Регуляторы давления (редукционные пневмоклапаны) предназначены для регулирования и поддержания постоянного давления сжатого воздуха, подаваемого в КРП, красконагнетательные баки и другое оборудование. По конструкции они являются автоматическими клапанными приборами мембранного или поршневого типа, обеспечивающими снижение давления пропускаемого через них воздуха. Требования к ним следующие: давление воздуха должно регулироваться с точностью до 0,01 МПа, отрегулированное давление не должно изменяться во времени при работе КРП. В окрасочном производстве применяют регуляторы давления (редукционные пневмоклапаны),

Таблица 7.11. Технические характеристики красконагнетательных баков

| Параметр | СО-12А (БКР-20-4) | СО-42 (БКР40-4) | СО-13А (БКР60-4) |
|--|----------------------|--------------------|---------------------|
| Емкость, л | 20 | 40 | 60 |
| Максимальное давление воздуха, МПа | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Давление на ЛКМ, МПа | 0,05—0,4 | 0,05—0,4 | 0,05—0,4 |
| Количество одновременно работающих от бака КРП | 1 | 2 | 2 |
| Тип мешалки | Ручная | Пневматическая | Пневматическая |
| Габаритные размеры, мм | 970×410×350 | 790×480×450 | 1030×480×500 |
| Масса, кг | 18,6 | 30 | 40 |

как установленные на воздухоочистителях, красконагнетательных баках и другом окрасочном оборудовании, так и поставляемые отдельно — мод. 122-12У4 (БВ57-13), 122-14У4 (БВ57-14), 122-16У4 (БВ57-16), изготавливаемые по ГОСТ 18468—79 московским ПО «Пневмоаппарат», Симферопольским заводом пневмоаппаратуры и другими заводами. Их технические характеристики приведены в табл. 7.12.

Шланги подачи воздуха и ЛКМ изготавливают из резиноканевых маслостойких рукавов — напорных резиноканевых для бензина, керосина, нефти, масел (ГОСТ 18698—79) с внутренним диаметром 9, 12, 16 мм; резиновых напорных с нитяным усилением неармированных (ГОСТ 10362—76) или гибких труб из полимерных материалов, стойких к воздействию растворителей — напорных полиэтиленовых типа ПНД-10-Т (ГОСТ 18599—83) с внутренним диаметром 6, 8, 10 мм. Шланги рассчитаны на максимальное давление 1,0 МПа.

Для подачи сжатого воздуха в КРП могут быть также использованы рукава напорные с нитяным каркасом (ТУ 38 105998—81) длинномерные с внутренним диаметром 9, 12, 16 мм типов Г и Б, рассчитанные на давление до 1,0 МПа.

При подаче воздуха и ЛКМ по шлангам под заданным давлением происходит падение давления, величина падения зависит от длины и внутреннего диаметра шланга (табл. 7.13).

Таблица 7.12. Технические характеристики регуляторов давления (максимальное давление на входе — 1,0; диапазон регулирования — 0,1÷0,5 МПа)

| Параметр | 122-12У4 | 122-14У4 | 122-16У4 |
|--|----------|----------|----------|
| Условный проход, мм | 12 | 14 | 16 |
| Расход воздуха максимальный, м ³ /ч | 38 | 60 | 150 |
| Масса, кг | 1,7 | 1,7 | 2,5 |

Таблица 7.13. Потери давления сжатого воздуха в зависимости от диаметра и длины шлангов (определены при работе КРП с воздушной головкой, которая при давлении сжатого воздуха на распыление 0,4 МПа обеспечивает расход 18 м³/ч)

| Внутренний диаметр шланга, мм | Давление, МПа | Потери давления, МПа, по длине шланга, м | | | | | |
|-------------------------------|---------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1,5 | 3,0 | 4,5 | 6,0 | 7,5 | 15,0 |
| 6,0 | 0,28 | 0,042 | 0,056 | 0,066 | 0,077 | 0,089 | 0,168 |
| | 0,35 | 0,052 | 0,070 | 0,084 | 0,098 | 0,112 | 0,196 |
| | 0,42 | 0,063 | 0,087 | 0,101 | 0,117 | 0,133 | 0,217 |
| | 0,49 | 0,075 | 0,101 | 0,119 | 0,136 | 0,157 | 0,238 |
| | 0,28 | 0,016 | 0,019 | 0,023 | 0,024 | 0,028 | 0,059 |
| 9,0 | 0,35 | 0,021 | 0,024 | 0,028 | 0,031 | 0,035 | 0,070 |
| | 0,42 | 0,026 | 0,031 | 0,035 | 0,038 | 0,042 | 0,080 |
| | 0,49 | 0,031 | 0,037 | 0,042 | 0,047 | 0,051 | 0,0 1 |

Настройка КРП и уход за ними. При подготовке КРП к работе необходимо обратить внимание на чистоту распылительной головки, соосность отверстий материального сопла и воздушной головки. Оси боковых воздушных отверстий должны пересекать ось центрального отверстия головки.

При нажатии на пусковой крючок запорная игла должна плавно отходить, а при его отпуске — садиться на место и герметично закрывать отверстие сопла. Сальники, уплотнения, прокладки должны исключать попадание ЛКМ в воздушные полости, а также подтекание ЛКМ во время работы. При нажатии на пусковой крючок из распылительной головки вначале должен выходить сжатый воздух, а затем ЛКМ.

По окончании работы КРП и шланг, по которому подавался ЛКМ, промывают соответствующим растворителем, продувают каналы сжатым воздухом, промывают в растворителе воздушную головку и прочищают при необходимости ее отверстия де-ревянной шпилькой или медной проволокой.

Перед началом работы необходимо убедиться, что КРП отрегулирован, факел распыленного ЛКМ равномерно насыщен, в факеле отсутствуют крупные капли, отпечаток плоского факела не деформирован и имеет форму правильного вытянутого овала, на отдельном листе проверить качество получаемого покрытия и его соответствие требуемому.

При кратковременных перерывах в работе с быстросохнущи-ми ЛКМ целесообразно головку КРП помещать в бачок с рас-творителем для предотвращения забивания отверстий воздушной головки и материального сопла, при этом сальниковые уплот-нения корпуса КРП в растворитель попадать не должны.

Неисправности в работе КРП, их причины и способы устра-нения приведены в табл. 7.14.

Таблица 7.14. Неисправности в работе краскораспылителей, их причины и способы устранения

| Неисправность | Причина | Способ устранения |
|---|--|--|
| <i>При подаче сжатого воздуха</i> | | |
| Воздух просачивается через уплотнения КРП | Ослаблен или сработал сальник воздушного клапана | Подтянуть или заменить сальник |
| Из распылительной головки выходит воздух | Засорился и не закрывается воздушный клапан | Прочистить воздушный клапан |
| <i>При подаче ЛКМ</i> | | |
| При открывании отверстия материального сопла из него не вытекает ЛКМ | Засорилось отверстие сопла Засорился шланг подачи ЛКМ Засорился фильтр ЛКМ в красконагнетательном баке | Промыть или прочистить отверстие сопла Заменить шланг Промыть или прочистить фильтр |
| При закрытом отверстии сопла подтекает ЛКМ | Снизилось давление воздуха в баке Запорная игла не перекрывает отверстие сопла В отверстие сопла попала крупная частица ЛКМ | Проверить и обеспечить герметичность бака Отрегулировать ход иглы, выправить ее конец Промыть и прочистить сопло, отфильтровать ЛКМ |
| <i>При распылении ЛКМ</i> | | |
| КРП образует факел распыленного ЛКМ неправильной формы и размеров | Низкая производительность КРП Воздушная головка не соосна с соплом Засорился кольцевой зазор головки Боковые отверстия головки не пересекают ось центрального отверстия | Отрегулировать ход иглы, увеличить давление на ЛКМ Отрегулировать положение воздушной головки Промыть и прочистить зазор головки Заменить головку |
| При настройке на плоский факел КРП образует круглый факел или наоборот Недостаточная дисперсность распыленного ЛКМ | Засорились боковые отверстия головки Не работает узел регулировки ширины факела Уменьшилось давление воздуха, подаваемого на распыление Избыточный расход ЛКМ | Снять головку, прочистить ее и промыть Разобрать узел, прочистить или заменить Увеличить давление воздуха Уменьшить давление на ЛКМ в баке, отрегулировать ход иглы |

| Неисправность | Причина | Способ устранения |
|--|--|---|
| Пульсирующая подача ЛКМ из материального сопла | Воздух проходит в кра- сочные каналы КРП Малый объем ЛКМ в баке | Проверить герметич- ность КРП от штуцера до сопла Залить в бак ЛКМ |
| При отпущенном пуско- вом крючке КРП про- должает работать | Сильно затянуты саль- никовые уплотнения за- порной иглы | Отрегулировать затяж- ку сальниковых уплот- нений запорной иглы |

7.7. УСТАНОВКИ БЕЗВОЗДУШНОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Применение установок безвоздушного распыления (УБР) в сравнении с КРП позволяет снизить потери распыляемого материала на туманообразование, уменьшить расход растворителей в связи с возможностью распыления более вязких ЛКМ, снизить мощность вентиляции, так как необходимо удалять в основном только пары растворителей, уменьшить в ряде случаев трудоемкость окрасочных работ благодаря возможности нанесения утолщенных покрытий и улучшить санитарно-гигиенические условия работы, особенно при недостаточной вытяжке. В отличие от факела, получающегося при работе КРП, при использовании УБР факел распыленного ЛКМ резко очерчен и почти не образует красочного тумана.

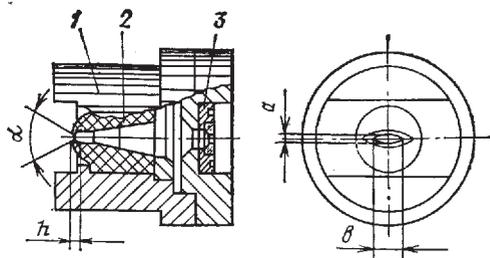
К недостаткам использования УБР относятся сравнительно большой расход ЛКМ через сопло (практически — не менее 400 г/мин), невозможность его изменения (как и ширины факела) в процессе работы и, как следствие, ограниченность применения УБР при окраске изделий сложной конфигурации (резко возрастают потери ЛКМ, на окрашенной поверхности наблюдаются подтеки), пониженное по сравнению с пневматическим распылением качество получаемого покрытия (не выше IV класса по ГОСТ 9.032—74), ограниченное применение УБР для нанесения ЛКМ с грубыми, легко выпадающими в осадок пигментами и наполнителями (забивание отверстия сопла).

Для нанесения ЛКМ методом безвоздушного распыления применяют установки, в которых КР со встроенным в его головку соплом и насос, создающий высокое давление на ЛКМ, объединены в один агрегат.

Эффективность применения УБР определяют геометрические размеры сопла, его форма и материал. Они же позволяют устанавливать оптимальный технологический режим нанесения ЛКМ применительно к форме и размерам окрашиваемого изделия.

Рис. 7.24. Распыляющее устройство (сопло):

1 — корпус; 2 — сопло; 3 — дроссель-ускоритель



Сопло (рис. 7.24) представляет собой цилиндрическую насадку из металло- или минералокерамического сплава, карбида вольфрама и других износостойчивых материалов. С внутренней стороны к торцевой стенке сопла подходит конический или цилиндрический канал, заканчивающийся полусферой радиусом 0,25—0,5 мм. С наружной стороны торцевая стенка рассечена клиновидной щелью на глубину h , благодаря чему выходное отверстие приобретает форму эллипса.

Угол клиновидной щели α , радиус внутренней полусферы и глубина врезания щели в полусферу h определяют размеры и форму выходного отверстия, а следовательно, расход ЛКМ и ширину факела. Варьированием этих величин получают сопла, обеспечивающие заданные параметры распыления при различной ширине факела и определенном расходе ЛКМ.

Для получения мелкодисперсного факела с менее насыщенной зоной разброса ЛКМ по периферии перед соплом иногда встраивают дроссель-ускоритель, представляющий собой вставку из искусственного корунда (металлокерамики) с отверстием, соосным выходному отверстию сопла. Дроссель подбирают в соответствии с сечением выходного отверстия сопла. Пространство между соплом и ускорителем образует расширительную камеру.

Ускоритель увеличивает скорость движения ЛКМ перед выходом из сопла и формирует факел с постепенным уменьшением насыщенности по краям. Дросселирование ЛКМ перед соплом снижает его подачу на 16—25% при уменьшении ширины факела на 12—20%.

Для предохранения от механических повреждений и удобства маркировки сопло вместе с ускорителем (или без него) встраивают в металлический корпус, называемый обычно в сборе распыляющим устройством.

Технические характеристики различных сопел безвоздушного распыления приведены в табл. 7.15 и 7.16.

УБР подразделяют: в зависимости от энергии привода насоса — на УБР с пневмо- и электроприводом; в зависимости от температуры распыляемого материала — на УБР без нагрева

Таблица 7.15. Технические характеристики сопел безвоздушного распыления

| Сопло | Размеры, выходного отверстия, мм | Угол клиновидной щели α , град | Расход ЛКМ, г/мин | Ширина факела, мм |
|-------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
|-------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|

Сопла, применяемые в судостроении

| | | | | |
|---------------------|-----------|----|------|---------|
| С-14 | 0,6×0,16 | 35 | 600 | 100—150 |
| С-28 | 0,7×0,2 | 35 | 800 | 200—250 |
| С-310 | 0,85×0,24 | 35 | 1000 | 300—400 |
| С-410 | 0,95×0,2 | 35 | 1200 | 300—400 |
| С-420 | 0,93×0,25 | 35 | 1500 | 300—400 |
| С-430 | 1,6×0,65 | 35 | 2000 | 300—400 |
| СД-3 (с дрoс-селем) | 0,62×0,32 | 35 | 800 | 150—200 |

Сопла, разработанные НИИ ЛКП

| | | | | |
|--------|-----------|----|------|-----|
| УР-0,4 | 0,36×0,21 | 30 | 400 | 130 |
| УР-0,6 | 0,46×0,25 | 30 | 600 | 200 |
| УР-0,8 | 0,52×0,28 | 30 | 800 | 210 |
| УР-1,0 | 0,58×0,30 | 30 | 1000 | 230 |
| УР-1,2 | 0,65×0,35 | 33 | 1200 | 200 |
| УР-1,6 | 0,77×0,40 | 33 | 1600 | 200 |
| УР-1,8 | 0,85×0,42 | 33 | 1800 | 220 |
| УР-2,0 | 0,95×0,46 | 33 | 2000 | 240 |

и с подогревом; в зависимости от массы, габаритов и производительности — на малогабаритные переносные массой менее 20 кг и производительностью до 0,6 кг/мин, передвижные средних размеров массой до 30 кг и производительностью до 2,0 кг/мин и крупногабаритные многостовые передвижные или стационарные производительностью до 5 кг/мин и массой до 100 кг и более.

УБР с пневмоприводом без нагрева получили наибольшее распространение в промышленности. Они сравнительно дешевы, просты по устройству и обслуживанию, могут иметь небольшие размеры и массу.

Основным узлом УБР является плунжерный насос высокого давления с пневмоприводом поршневого типа, воздухораспределительным механизмом, системой клапанов, фильтров, регулирующей и контрольно-измерительной аппаратурой (рис. 7.25), соединенный шлангом высокого давления с краскораспылителем безвоздушного распыления (КРБ).

При подаче сжатого воздуха через регулятор давления в пневмопривод с помощью воздухораспределительного механизма он попеременно подается то в верхнюю, то в нижнюю полости пневмоцилиндра. При этом поршень и связанный с ним плунжер насоса совершают возвратно-поступательные перемещения; всасывающий и перепускной клапаны насоса соответ-

Таблица 7.16. Техническая характеристика сопел УБР с электроприводом

| Сопло | Условный диаметр отверстия, мм | Угол клиновидной щели α , град | Расход ЛКМ, л/мин | Число отпечатка факела, мм |
|--------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| 211 ТС | 0,28 | 20 | 0,38 | 110 |
| 411 ТС | 0,28 | 40 | 0,38 | 175 |
| 611 ТС | 0,28 | 60 | 0,38 | 230 |
| 213 ТС | 0,33 | 20 | 0,57 | 120 |
| 413 ТС | 0,33 | 40 | 0,57 | 200 |
| 613 ТС | 0,33 | 60 | 0,57 | 255 |
| 415 ТС | 0,38 | 40 | 0,72 | 200 |
| 615 ТС | 0,38 | 60 | 0,72 | 290 |
| 815 ТС | 0,38 | 80 | 0,72 | 350 |
| 418 ТС | 0,45 | 40 | 1,14 | 215 |
| 618 ТС | 0,45 | 60 | 1,14 | 300 |
| 818 ТС | 0,45 | 80 | 1,14 | 375 |
| 421 ТС | 0,53 | 40 | 1,56 | 215 |
| 621 ТС | 0,53 | 60 | 1,56 | 350 |
| 821 ТС | 0,53 | 80 | 1,56 | 425 |
| 426 ТС | 0,66 | 40 | 2,32 | 300 |
| 626 ТС | 0,66 | 60 | 2,32 | 400 |
| 826 ТС | 0,66 | 80 | 2,32 | 480 |
| 631 ТС | 0,79 | 60 | 3,50 | 410 |
| 831 ТС | 0,79 | 80 | 3,50 | 500 |

Примечания. 1. Сопла с условным диаметром отверстий 0,28 и 0,33 мм рекомендуются для распыления ЛКМ с вязкостью по ВЗ-246-4 менее 50 с и степенью перетирания до 30 и 80 мкм соответственно. Для отверстий 0,38 и 0,45 мм — вязкостью 50—120 с и степенью перетирания до 80 и 100 мкм. Для отверстий 0,53; 0,66 и 0,79 — вязкостью более 120 с и степенью перетирания 120—140 мкм. 2. Установки 2600 Н и 7000 Н комплектуются соплами 613ТС, 618ТС и 621ТС.

венно открываются и закрываются, пропуская ЛКМ в полость насоса и нагнетая его затем в шланг высокого давления к КРБ.

Полезную площадь поршня пневмопривода принимают в 24—45 раз (в зависимости от назначения и конструкции установки) больше полезной площади плунжера насоса, что позволяет соответственно в 24—45 раз увеличить давление на ЛКМ по сравнению с давлением подводимого в пневмопривод сжатого воздуха (0,3—0,6 МПа).

Известны два типа УБР с пневмоприводом: 1 — УБР с погружным насосом, закрепленным на баке с ЛКМ — переносные или передвижные с емкостью бака 20—60 л и 2 — УБР с насосом, смонтированным отдельно от емкости и установленным, как правило, на передвижной тележке. В этом случае к насосу подсоединен всасывающий шланг, вставляемый в любую емкость с ЛКМ. Выбор типа установки определяется организацией и объемом окрасочных работ. Более распространен 2-й тип установок.

В установке «Радуга-0,63» (рис. 7.26) насос высокого давления с пневмоприводом закреплен на подставке, имеющей два колеса. К насосу подсоединен всасывающий шланг с закреплен-

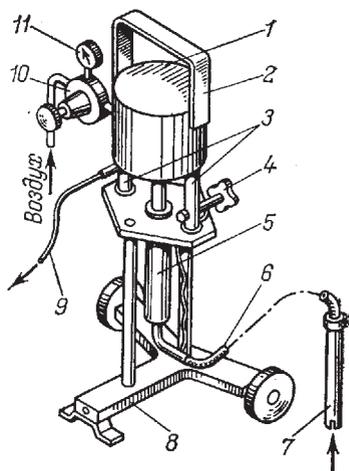
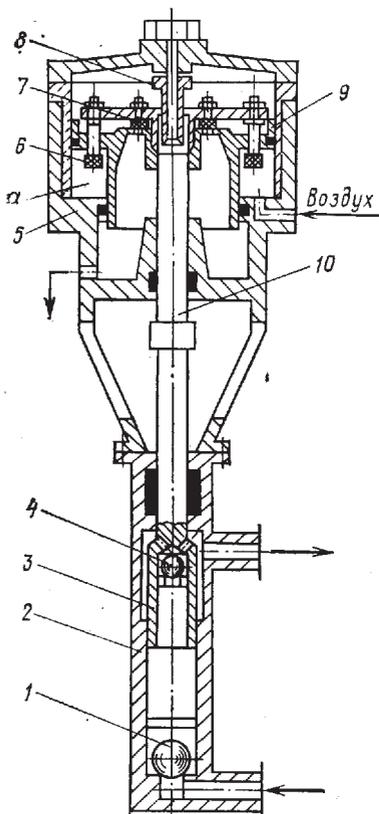


Рис. 7.26. Установка безвоздушного распыления «Радуга-0,63»:

1 — пневмопривод; 2 — рукоятка; 3 — стойки; 4 — вентиль сброса давления; 5 — насос высокого давления; 6 — всасывающий шланг; 7 — краскоприемный патрубок; 8 — подставка на колесах; 9 — шланг высокого давления; 10 — регулятор давления; 11 — манометр

Рис. 7.25. Насос высокого давления с пневмоприводом (а — полость пневмоцилиндра):

1 — всасывающий клапан; 2 — корпус; 3 — плунжер; 4 — перепускной клапан; 5 — пневмоцилиндр; 6 — перепускной клапан; 7 — выхлопной клапан; 8 — воздухораспределительный механизм; 9 — поршень; 10 — направляющий шток

ным на конце краскоприемным патрубком с фильтром грубой очистки. На корпусе пневмопривода закреплен регулятор давления с манометром, регистрирующим давление воздуха в пневмоприводе. Для быстрого сброса давления ЛКМ в гидросистему установки встроен вентиль. Воздухораспределительный механизм пневмопривода выполнен в виде золотниковой коробки, установленной вне цилиндра. Шланг высокого давления подсоединен к одной из двух полых стоек (краскопроводов), которые соединяют корпус пневмопривода с насосом.

УБР относятся к механизмам автоматического действия: при подаче воздуха в пневмопривод возвратно-поступательное движение поршня и связанного с ним плунжера насоса происходит

только при включенном КРБ. При его выключении поршень (и плунжер) немедленно останавливается, так как происходит выравнивание действующих на них сил.

В отечественной промышленности применяют УБР с пневмоприводом без нагрева 2-го типа «Радуга-0,63», «Спутник-1» (Опытный машзавод НИИ ЛКП), УБРХ-1М (локомотиворемонтный завод, Перово), «Топаз», «Янтарь» (опытный завод ЮжНИИморфлот), «Луч-2»; «Спрут-М» (опытный завод НПО «Ритм»), и 1-го типа — VYSA-2, VYSA-3, VYSA-4 (фирмы *Kovo Finis*, ЧСФР) и др. Имея в основном одну и ту же принципиальную схему, установки различаются производительностью, массой и габаритами. Технические характеристики перечисленных выше УБР приведены в табл. 7.17. В табл. 7.18 и 7.19 приведены технические характеристики УБР фирм *Wagner* (Швейцария) и *Graco* (США).

УБР с электроприводом без нагрева применяют для нанесения ЛКМ как обычной, так и повышенной (до 300 с по ВЗ-246-4) вязкости, ЛКМ, содержащих грубодисперсные наполнители, главным образом — при окраске строительных и металлоконструкций. В отличие от УБР с пневмоприводом конструкция установок с электроприводом включает мембранный насос (рис. 7.27), состоящий из гидропередачи и полости краски, разделенных мембраной. Вращение вала электродвигателя при помощи диска-маховика (или эксцентрика) преобразуется в возвратно-поступательное движение подпружиненного поршня, который через масло, находящееся в полости гидропередачи, передает движение мембране насоса. При этом с помощью всасывающего и нагнетательного клапанов происходит засасывание ЛКМ в насос из емкости с краской и нагнетание его по

Таблица 7.17. Технические характеристики УБР с пневмоприводом

| Параметр | «Радуга-0,63» | «Спутник-1» | УБРХ-1М | «Топаз» |
|--|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Давление, МПа: | | | | |
| воздух на привод | До 0,4 | До 0,4 | До 0,4 | До 0,5 |
| ЛКМ (расчетное) | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 27,5 |
| Производительность при рабочем давлении, л/мин | 0,8 | 0,8 | 1,8 | — |
| Производительность по свободному сливу, л/мин | — | — | — | 14,4 |
| Пневмогидроусиление | 1:40 | 1:40 | 1:44 | 1:44 |
| Расход воздуха, нм ³ /ч, не более | 17,0 | 17,0 | 25,0 | 26,0 |
| Длина шлангов высокого давления, м | 15,0 | 11,0 | 8—10 | 20—22 |
| Габаритные размеры, мм | 440×420× ×780 | 300×350× ×500 | 720×550× ×520 | 990×577× ×1340 |
| Масса, кг | 25,0 | 12,0 | 100,0 | 118,0 |

| Параметр | «Январь» | «Луч-2» | «Спрут-М» | VYSA-3 |
|---|------------------|------------------|-------------------|-----------|
| Давление, МПа: | | | | |
| воздуха на привод | До 0,5 | До 0,5 | До 0,4 | До 0,7 |
| ЛКМ (расчетное) | 20,0 | 25,0 | 25,0 | 16,0 |
| Производительность при рабочем давлении, л/мин | — | — | — | 1,0 |
| Производительность по свободному сливу, л/мин | 2,12 | 3,6 | 18,0 | — |
| Пневмогидроусиление | 1:40 | 1:45 | 1:60 | 1:24 |
| Расход воздуха, $\text{нм}^3/\text{ч}$, не более | 27,0 | 10,0 | 60,0 | 20,0 |
| Длина шлангов высокого давления, м | 22,0 | 15,0 | 2×32 | 12,0 |
| Габаритные размеры, мм | 900×410× ×550 | 405×254× ×570 | 594×694× ×1080 | ∅ 320×690 |
| Масса, кг | 39,0 | 18,0 | 105,0 | 25,0 |

Таблица 7.18. Технические характеристики УБР фирмы Wagner (Швейцария)

| Параметр | 28-14 | 28-40 | 33-70 | 66-70 | 48-90 | 66-265 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Производительность по расходу ЛКМ, л/мин, не более | 1,19 | 3,4 | 5,95 | 5,95 | 7,65 | 15,9 |
| Давление воздуха на привод, МПа | 0,3—0,8 | 0,3—0,8 | 0,3—0,8 | 0,3—0,8 | 0,3—0,8 | 0,3—0,8 |
| Максимальное давление материала, МПа | 22,4 | 22,4 | 26,4 | 52,8 | 38,4 | 52,8 |
| Пневмогидроусиление | 28:1 | 28:1 | 33:1 | 66:1 | 48:1 | 66:1 |
| Максимальный расход воздуха, л/мин | 157,2 | 578 | 1351,5 | 2214,2 | 2214,2 | 2250 |
| Производительность двойного хода поршня, см^3 | 14 | 40 | 70 | 70 | 70 | 90 |
| Масса насоса с пневмоприводом, кг | 4 | 12,2 | 22,8 | 26,5 | 27,6 | 128 |

шлангу высокого давления В^* КРБ. Давление на ЛКМ изменяется регулятором давления от нуля до максимального перепусканием части масла через перепускной клапан из полости поршня в полость гидropередачи. При выключении КРБ и работающем электродвигателе регулятор давления перепускает масло

Таблица 7.19. Технические характеристики УБР фирмы Graco (США)

| Параметр | «Monark» | «President» | «Bulldog» | «King» |
|--|-----------|-------------|-----------|-----------|
| Пневмогидроусиление | 23:1 | 30:1 | 30:1 | 45:1 |
| Давление воздуха на привод, МПа | 0,18—0,84 | 0,18—1,05 | 0,25—0,8 | 0,28—0,63 |
| Создаваемое давление, МПа, не более | 190 | 255 | 240 | 284 |
| Производительность по расходу ЛКМ, л/мин, не более | 2,5 | 4,0 | 11,5 | 13,0 |
| Расход воздуха, л/мин | 608 | 990 | 2166 | 4700 |

внутри гидросистемы, при этом движение мембраны, а следовательно, и подача ЛКМ прекращается.

В отечественной промышленности получили распространение УБР с электроприводом мод. 2600Н и 7000Н (рис. 7.28), изготавливаемые ВЗСОМ по лицензии фирмы *Wagner* (Швейцария). Их технические характеристики приведены в табл. 7.20.

Краскораспылители безвоздушного распыления (КРБ) имеют ряд сходных с КРП узлов и механизмов: корпус с рукояткой, головку, в которую встраивается распылительное устройство — сопло, штуцер подачи ЛКМ и механизм включения подачи ЛКМ, выполненный в виде запорной иглы (клапана), которая связана с возвратной пружиной и пусковым крючком. Однако к КРБ, наряду с общими требованиями, которым должен удовлетворять ручной окрасочный инструмент (масса, форма, расположение центра тяжести и др.), предъявляют также специальные требования:

конструкция КРБ должна обеспечивать герметичность уплотнений, каналов и полостей, подводящих ЛКМ к распыляющему устройству, при давлении до 20 МПа и более;

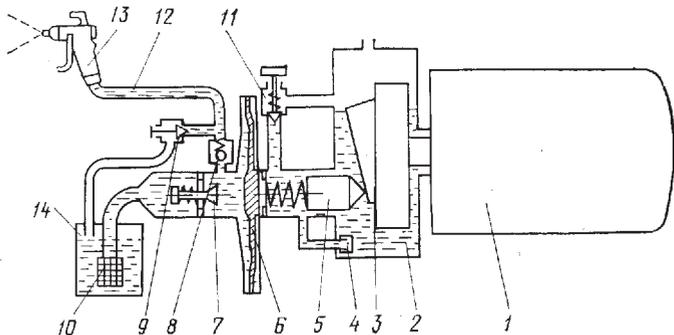


Рис. 7.27. Схема УБР с электроприводом:

1 — электродвигатель; 2 — диафрагменный насос; 3 — диск-маховик; 4 — масляный фильтр; 5 — подпружиненный поршень; 6 — диафрагма насоса; 7 — всасывающий клапан; 8 — напорный клапан; 9 — перепускной клапан; 10 — фильтр; 11 — редукционный клапан; 12 — шланг высокого давления; 13 — краскораспылитель

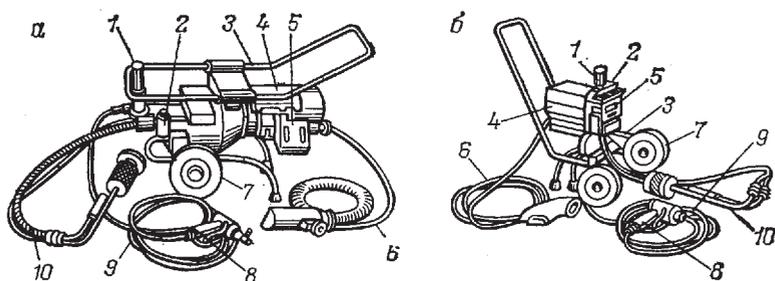


Рис. 7.28. УБР с электроприводом 2600Н (а) и 7000Н (б):

1 — фильтр высокого давления; 2 — диафрагменный насос; 3 — тележка; 4 — электродвигатель; 5 — выключатель с защитно-отключающим устройством; 6 — электрокабель; 7 — колеса тележки; 8 — КРБ; 9 — шланг высокого давления; 10 — всасывающий шланг

КРБ должен быть соединен со шлангом высокого давления через поворотный механизм, обеспечивающий возможность свободного поворота КРБ относительно шланга без изменения положения последнего;

в конструкции КРБ должно быть предусмотрено предохранительное устройство, необходимое для предотвращения открывания запорного клапана при случайном нажатии на пусковой крючок;

КРБ должен иметь встроенный в корпус (рукоятку, головку) сменный фильтр тонкой очистки, защищающий отверстие сопла от засорения. Для быстрой очистки сопла целесообразно в головке КРБ предусмотреть устройство для прочистки отверстия сопла.

С учетом специальных требований разработаны и широко используются при окрасочных работах КРБ различных конструкций.

Таблица 7.20. Технические характеристики УБР с электроприводом

| Параметр | 2600Н | 7000Н |
|--|------------|------------|
| Давление нагнетания без подачи ЛКМ, МПа | 24,0 | 24,0 |
| Подача насоса без противодействия, л/мин | 3,6 | 5,6 |
| Тип взрывозащищенного электродвигателя | 794В7 | 894Р80 |
| Ток | Однофазный | Трехфазный |
| Номинальное напряжение, В | 220 | 380 |
| Номинальная мощность, кВт | 1,0 | 2,0 |
| Длина кабеля, м | 6,0 | 6,0 |
| Длина шланга высокого давления, м | 10,0 | 10,0 |
| Размеры, мм: | | |
| длина | 845 | 975 |
| ширина | 435 | 500 |
| высота | 705 | 610 |
| Масса, кг | 50,0 | 80,0 |

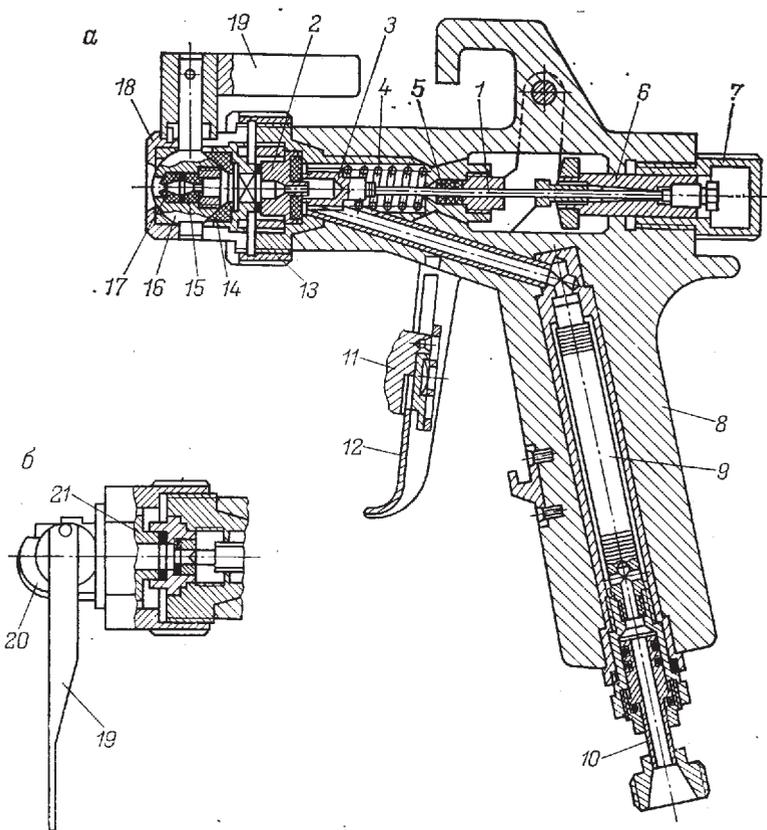


Рис. 7.29. Краскораспылитель безвоздушного распыления КРБ-1 с поворотной головкой в виде сферы (а) и поворотной головкой с эксцентриковым зажимом (б):

1 — струна запорного клапана; 2 — седло клапана; 3 — клапан; 4 — пружина; 5, 14 — уплотнения; 6 — втулка закрепления струны; 7 — колпачок; 8 — корпус; 9 — фильтр тонкой очистки; 10 — поворотное устройство шланга; 11 — предохранительное устройство; 12 — пусковой крючок; 13 — накидная гайка; 15 — дроссель-ускоритель; 16 — сферическая поворотная головка; 17 — сопло; 18 — корпус головки; 19 — рукоятка; 20 — захваты корпуса головки; 21 — втулка, с распыляющим устройством

Краскораспылитель мод. КРБ-1 (рис. 7.29), поставляемый с УБР «Радуга-63» и «Спутник-1», имеет корпус с рукояткой, облицованный пластмассой. Предохранительное устройство, состоящее из пластины, движка и пружинного фиксатора, размещено на пусковом крючке и при выдвигении заходит в прорезь корпуса, фиксируя его положение (КРБ выключен). Фильтр тонкой очистки размещен внутри рукоятки. В передней части корпуса размещен клапанный механизм (седло клапана, отверстие которого запирается подпружиненным игольчатым клапаном, связанным струной с пусковым крючком).

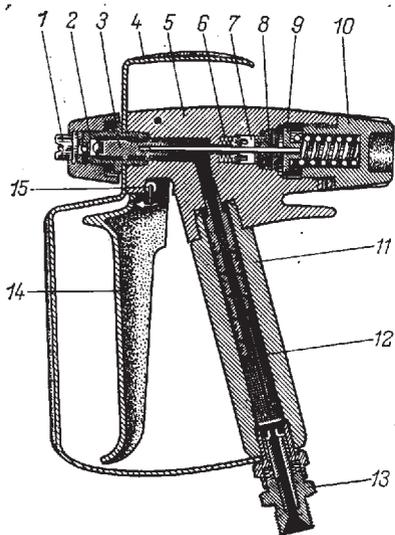


Рис. 7.30. Краскораспылитель высокого давления Г-10-1:

1 — распыляющее устройство (сопло); 2 — корпус седла запорного клапана; 3 — запорный клапан; 4 — защитная скоба; 5 — корпус; 6 — тарельчатая пружина; 7 — уплотнительная манжета; 8 — поджимное устройство; 9 — подпружиненная нажимная шайба; 10 — регулировочная втулка; 11 — ручка; 12 — сменный фильтр тонкой очистки; 13 — штуцер с поворотным соединением; 14 — пусковой крючок; 15 — предохранительное устройство (защелка)

Для быстрой очистки отверстия сопла при засорении в КРБ-1 предусмотрены два варианта конструктивного решения: распыляющее устройство смонтировано в сферической головке с возможностью ее поворота на 180° для продувки ЛКМ под давлением или передняя часть головки имеет

два захвата, в пазы которых штифтами вставляется втулка с распыляющим устройством, после чего втулка герметично прижимается к торцевой части головки с помощью рычага; при засорении отверстия сопла втулка освобождается рычагом, поворачивается на 180° , зажимается в захватах и продувается ЛКМ, после чего возвращается в исходное положение.

КРБ модели Г-10-1 (рис. 7.30) входит в комплект УБР с электроприводом 2600 Н и 7000 Н. Устройство краскораспылителя аналогично конструкции КРБ-1. Полая цилиндрическая рукоятка КРБ ввернута в металлический литой корпус. Внутри рукоятки размещен сменный вставной фильтр тонкой очистки с размерами ячеек сеток 0,315, 0,16 или 0,08 мм (изменяются в зависимости от степени перетира наносимого ЛКМ). Предохранительное устройство выполнено в виде поворотного рычага, укрепленного на пусковом крючке, поворачивающемся на 90° и упирающемся в корпус, не дающего тем самым пусковому крючку отходить назад.

Сопло безвоздушного распыления закрепляется либо в цилиндрической оправке, вставляемой в накидную гайку, которая наворачивается на переднюю часть приставки седла клапана, либо в удлиненной цилиндрической оправке с рукояткой, которая устанавливается (рис. 7.31) в специальном приспособлении затворного типа, закрепляемом в КРБ таким же образом (быстрозаменяемое).

Для окраски изделий сложной конфигурации, больших размеров, с глубокими внутренними полостями используют КРБ, укомплектованные удлинителем (удочкой), на конце которого

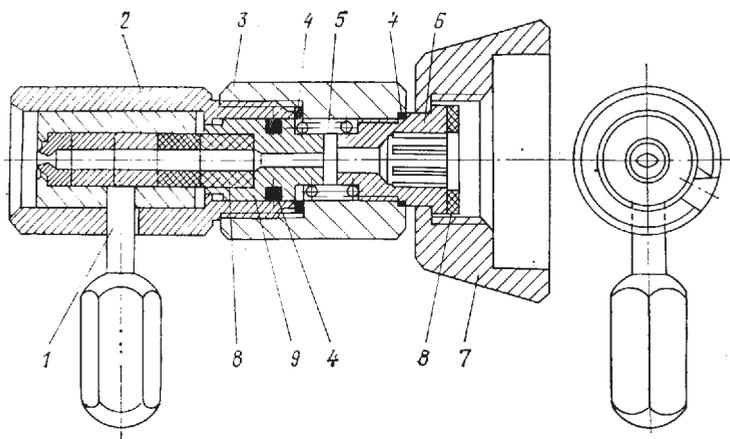


Рис. 7.31. Поворотное устройство затворного типа к краскораспылителю Г-10-1:

1 — сопло быстросменяемое; 2 — корпус головки; 3 — переходник; 4 — кольцо уплотнительное; 5 — пружина; 6 — держатель; 7 — накидная гайка; 8 — уплотнение; 9 — корпус уплотнения

закреплено распыляющее устройство (сопло), которое может быть установлено как по оси удлинителя, так и допускать поворот относительно оси. Удлинитель с поворотом сопла (рис. 7.32) дополнительно может быть поставлен с УБР 2600 Н или 7000 Н.

Поскольку распыление ЛКМ методом БР происходит под высоким давлением, на головки КРБ целесообразно устанавливать специальную насадку (рис. 7.33), предохраняющую руки маляра от травмы при случайном попадании в факел вблизи головки.

Шланги высокого давления (ШВД). Для подачи ЛКМ под высоким давлением к КРБ применяют специальные шланги, представляющие собой гибкие трубки, стойкие к действию ЛКМ и различных растворителей (полиэтиленовые, фторопластовые и т. п.) с наружной оплеткой из стальной нержавеющей проволоки или навивок из капроновой (нейлоновой) нити с токопроводящими жилами (для отвода статического электричества).

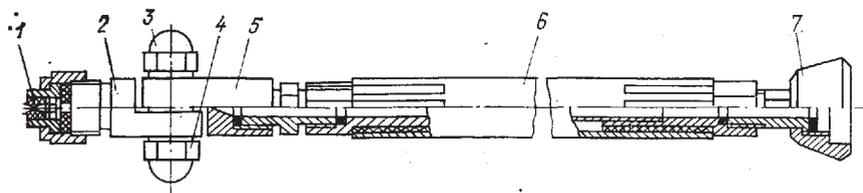


Рис. 7.32. Удлинитель к краскораспылителю Г-10-1:

1 — сопло; 2 — корпус головки; 3 — стяжной винт; 4 — гайка; 5 — держатель; 6 — трубка удлинителя; 7 — накидная гайка

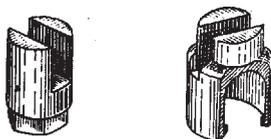


Рис. 7.33. Предохранительные насадки на головки краскораспылителя

У некоторых типов ШВД поверх бронированной оплетки предусмотрена наружная оболочка из каучука или пластмассы. Шланги, рассчитанные на большое давление (до 30 МПа и выше), имеют две бронированные оплетки и две защитные оболочки. В концы ШВД для предотвращения подтекания ЛКМ заделаны ниппели, имеющие на конце накидную гайку, что позволяет надежно и герметично соединять шланги между собой и подсоединять их к УБР и КРБ.

Опытный машзавод НИИ ЛКП изготавливает комплекты шлангов с заделками марок ШВД-100 и ШВД-200, технические характеристики которых приведены в табл. 7.21.

Установки безвоздушного распыления специального назначения. Для нанесения высоковязких двухкомпонентных составов с целью получения однослойного покрытия толщиной до 300 мкм применяют УБР типа «Тон-301», «Тон-601». Установки включают блоки нагнетательный, нагрева и питания, смонтированные на транспортной тележке. Технические характеристики установок приведены в табл. 7.22.

При частой смене ЛКМ и небольшом объеме окрасочных работ в условиях недостаточной вытяжки эффективно применение краскораспылителей безвоздушного распыления с источником высокого давления, встроенным в корпус КРБ. Такой КРБ включает основные узлы, характерные для УБР, — миниатюрный плунжерный насос с пневмоприводом, механизм воздушного распределения, головку безвоздушного распыления с встроенным соплом, фильтр тонкой очистки и др. — и имеет возможность работать от верхнего красконаливного стакана (как КР пневматического распыления) с подачей ЛКМ в насос самотеком.

Для обеспечения требуемой производительности подобные КРБ работают с высокой частотой ходов плунжера насоса вы-

Таблица 7.21. Технические характеристики шлангов высокого давления

| Параметр | ШВД-200 | ШВД-100 |
|--|---------|---------|
| Максимальное рабочее давление ЛКМ, МПа, не более | 20,0 | 10,0 |
| Максимальная температура материала, °С, не более | 40,0 | 100,0 |
| Условный проход шлангов, мм | 6,0 | 6,0 |
| Длина шлангов с заделками, м | 15,0 | 15,0 |

Таблица 7.22. Технические характеристики УБР высоковязких двухкомпонентных материалов

| Параметр | «Тон-301» | «Тон-601» |
|---|---------------|--------------|
| Производительность по расходу ЛКМ, л/мин | 0,5—1,0 | 0,5—1,0 |
| Давление, МПа: | | |
| на ЛКМ | До 25,0 | До 25,0 |
| сжатого воздуха в пневмоприводе | 0,4 | 0,4 |
| Соотношение компонентов | 1:1—3:1 | 1:1—6:1 |
| Температура нагрева компонентов, °С | До 70 | До 75 |
| Общая длина обогреваемых шлангов раздельной подачи компонентов, м | 30,0 | 30,0 (60,0) |
| Общая длина шлангов высокого давления, м | 45,0 | 40,0 (70,0) |
| Номинальная мощность, кВт | 9,0 | 9,0 |
| Номинальное напряжение, В | 36,0 | 36,0 |
| Габаритные размеры, мм | 1600×1200×800 | 1800×900×890 |
| Масса, кг | 600,0 | 350,0 |

сокого давления. Их технические характеристики приведены в табл. 7.23.

Уход за УБР и их настройка. Перед началом работы УБР необходимо проверить надежность крепления ШВД к КРБ и насосу, шлангов подвода воздуха и ЛКМ к УБР, чистоту фильтров, наличие смазки, убедиться в отсутствии засохшего ЛКМ в краскоприемном патрубке, всасывающем шланге, головке КРБ.

Для промывки УБР необходимо использовать растворитель, соответствующий тому ЛКМ, который использовался или используется.

Перед применением УБР рекомендуется установить краскоприемный патрубок в емкость с соответствующим растворителем, настроить установку на минимальное давление воздуха (0,1—0,15 МПа) и в течение 1—2 мин распылять растворитель, направив головку КРБ в свободную емкость.

Таблица 7.23. Технические характеристики портативных КРБ с созданием высокого внутреннего давления

| Параметр | КСД-2 | КСД-3 «Гном» |
|---|------------|--------------|
| Производительность по расходу ЛКМ, г/мин | 0,25—0,5 | 1,0 |
| Давление (максимальное), МПа: | | |
| на ЛКМ без его расхода | 25,0 | 18,0 |
| сжатого воздуха на привод | 0,5 | 0,5 |
| Частота рабочих ходов плунжера, мин ⁻¹ | 1500 | 1500 |
| Емкость красконаливного стакана, л | 0,5 | 0,5 |
| Габаритные размеры, мм | 190×65×380 | 182×100×375 |
| Масса, кг | 0,9 | 1,1 |

Таблица 7.24. Неисправности при работе УБР, их причины и способы устранения

| Неисправность | Причина | Способ устранения |
|--|--|--|
| Факел распыленного ЛКМ неравномерен, ненасыщен, дисперсность распыла неудовлетворительна | Низкое давление ЛКМ Высокая вязкость ЛКМ Забился фильтр тонкой очистки или отверстие сопла | Поднять давление воздуха Снизить вязкость ЛКМ Промыть фильтр, прочистить отверстие сопла |
| Насос не создает требуемого давления или наблюдается резкое колебание давления ЛКМ | Неудовлетворительная работа шариковых клапанов Износ уплотнений плунжера | Разобрать клапаны и проверить их работу Подтянуть или заменить уплотнения |
| Пневмодвигатель останавливается, прослушивается постоянный выход воздуха в атмосферу | Неисправен клапанный (золотниковый) воздухораспределительный механизм | Разобрать механизм, проверить и отрегулировать |
| При выключенном краскораспылителе ЛКМ протекает через сопло | Износ седла клапана или самого клапана | Притереть или заменить седло клапана (клапан) |
| Истечение ЛКМ через уплотнения плунжера или уплотнения поворотного устройства | Ослаблена гайка сальника уплотнения Изношено уплотнение поворотного устройства | Подтянуть гайку сальника уплотнения Заменить уплотнение |

После промывки системы краскоприемный патрубок переносят в емкость с предварительно отфильтрованным ЛКМ, устанавливают требуемое давление сжатого воздуха и выдавливают остатки растворителя до появления из головки КРБ чистого ЛКМ.

В зависимости от вида ЛКМ, его вязкости, габаритов окрашиваемого изделия необходимо в КРБ устанавливать сопло с требуемым расходом ЛКМ и шириной факела, а также величину давления на ЛКМ. При увеличении давления на ЛКМ выше необходимого образуется мелкий красочный аэрозоль, не летающий до окрашиваемой поверхности и приводящий к возрастанию потерь ЛКМ. В табл. 7.24 указаны возможные неисправности в работе УБР, их причины и способы устранения.

7.8. УСТАНОВКИ КОМБИНИРОВАННОГО РАСПЫЛЕНИЯ (УКР)

Метод комбинированного распыления (МКР), известный за рубежом как метод *airmix* (*aircoat*), является комбинацией двух методов распыления — безвоздушного и пневматического. Распыление ЛКМ происходит под давлением 3—7 МПа (вместо 12—16 МПа при безвоздушном распылении), через сопло, конструкция которого аналогична соплам, применяемым при без-

воздушном распылении. В распылительную головку поступает сжатый воздух под давлением 0,1—0,2 МПа, через специальные отверстия или зазоры он подается в факел и, воздействуя на него, особенно на кромочные зоны, окончательно дробит ЛКМ, равномерно распределяя его по сечению факела.

МКР, как правило, можно распылять ЛКМ, обычно наносимые безвоздушным распылением, однако при этом можно получать покрытие до класса III по ГОСТ 9.032—74.

Распылительные головки МКР могут быть с прямой подачей воздуха в факел предварительно распыленного ЛКМ (рис. 7.34, а), с отраженной (рис. 7.34, б) и совмещенной (как прямой, так и отраженной) подачей воздуха (рис. 7.34, в). В факел подается ограниченное (сравнительно небольшое — до 4÷5 м³/ч) количество сжатого воздуха с возможностью его регулирования.

В отечественной промышленности получили распространение УКР «Заря-1» (рис. 7.35) и «Заря-МГ» (рис. 7.36), изготавливаемые опытным заводом НИИ ЛКП. Установки выполнены по схеме обычной УБР, включающей плунжерный насос с пневмоприводом, фильтром тонкой очистки и вентилем сброса давления. К насосу подсоединены всасывающий шланг с фильтром грубой очистки для забора ЛКМ из промежуточной емкости и через фильтр тонкой очистки ШВД, подающий ЛКМ в КР комбинированного распыления. Второй шланг (подачи воздуха), скрепленный со шлангом высокого давления, подводится к КР от регулятора давления, закрепленного на пневмоприводе установки.

Агрегат высокого давления установок смонтирован на двухколесной тележке («Заря-1») или легкой подставке («Заря-МГ»). Коэффициент пневмогидроусиления установок обеспечивает максимальное давление на ЛКМ до 7 МПа.

Установки предназначены для нанесения МКР ЛКМ рабочей вязкостью до 50—85 с по вискозиметру ВЗ-246-4 на различ-

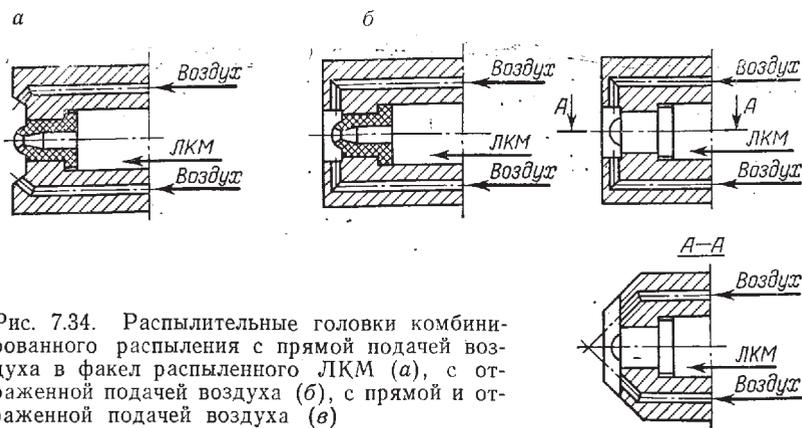


Рис. 7.34. Распылительные головки комбинированного распыления с прямой подачей воздуха в факел распыленного ЛКМ (а), с отраженной подачей воздуха (б), с прямой и отраженной подачей воздуха (в)

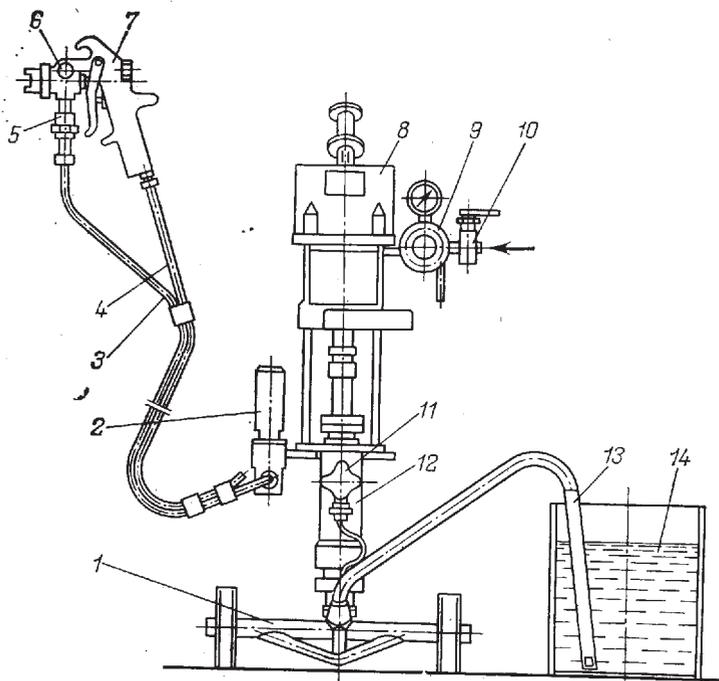


Рис. 7.35. УКР «Заря-1»:

1 — тележка; 2 — фильтр тонкой очистки; 3 — ШВД; 4 — шланг подачи воздуха; 5 — фильтр тонкой очистки КР; 6 — дроссель регулировки подачи воздуха; 7 — КР; 8 — пневмопривод насоса; 9 — регулятор давления; 10 — кран; 11 — плунжерный насос; 12 — всасывающий шланг с фильтром грубой очистки; 13 — емкость с ЛКМ

ные виды изделий простой и средней сложности при окраске на конвейерной линии, эксплуатации УКР на одном рабочем месте («Заря-1») или при частой смене места окрашивания, необходимости переноса установки на значительные расстояния («Заря-МГ»). Технические характеристики установок приведены в табл. 7.25. Технические характеристики установок комбинированного распыления некоторых зарубежных фирм приведены в табл. 7.26.

Конструкция краскораспылителя комбинированного распыления, поставляемого в комплекте с УКР типа «Заря» (рис. 7.37), аналогична устройству КРП, однако в головке КР смонтирован съемный вкладыш, внутри которого встроено сопло безвоздушного распыления. В головке и во вкладыше (вокруг сопла) под определенными углами к оси головки имеются отверстия (каналы), связанные через регулировочный игольчатый вентиль с каналом, подводящим сжатый воздух в распылительную головку.

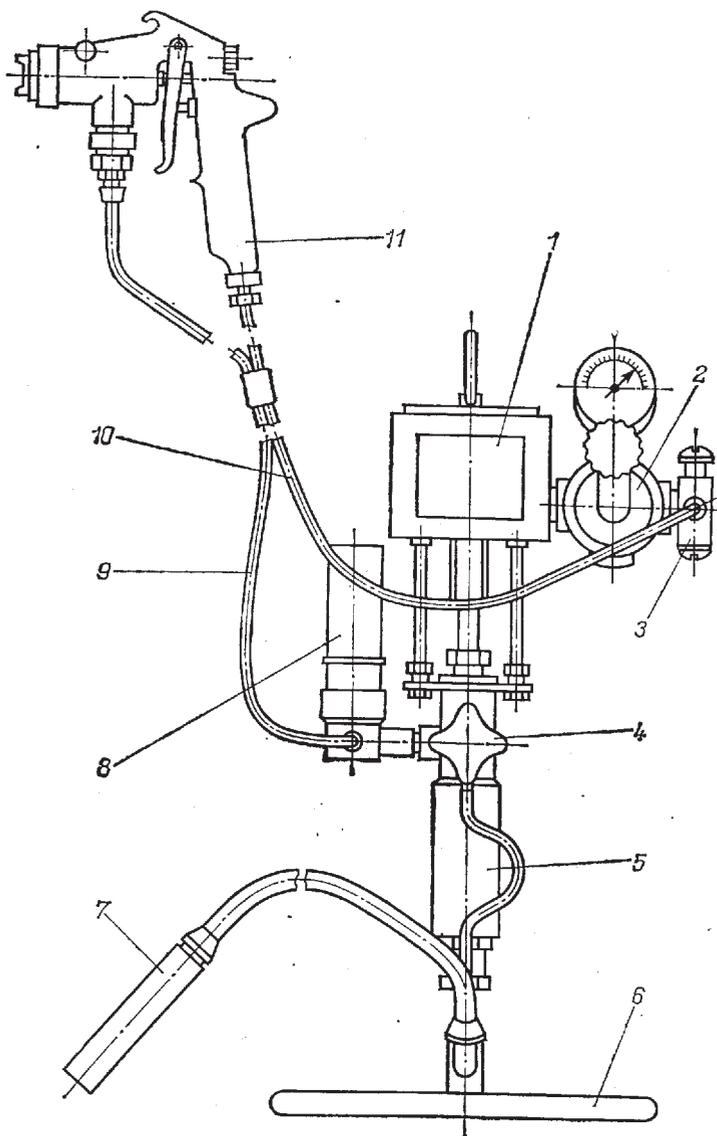


Рис. 7.36. Установка комбинированного распыления «Заря-МГ»:

1 — пневмопривод насоса; 2 — регулятор давления; 3 — кран включения установки; 4 —
 вентиль сброса давления; 5 — плунжерный насос; 6 — подставка; 7 — краскоприемный
 патрубок с фильтром грубой очистки; 8 — фильтр тонкой очистки; 9 — ЦВД; 10 —
 шланг подачи воздуха; 11 — КР

Таблица 7.25. Технические характеристики установок комбинированного распыления

| Параметр | «Заря-1» | «Заря-МГ» |
|--|-------------|-------------|
| Давление, МПа: | | |
| воздуха на привод (максимальное) | 0,5 | 0,5 |
| на ЛКМ (расчетное) | 10,0 | 7,0 |
| Максимальная производительность по расходу ЛКМ, г/мин | 1200 | 1200 |
| Максимальный расход воздуха на привод насоса и распыление (суммарный), $\text{нм}^3/\text{ч}$, не более | 30 | 22 |
| Пневмогидроусиление | 1:21 | 1:15 |
| Длина шлангов (высокого давления и воздушного), м | 12 | 12 |
| Габаритные размеры (без КР и шлангов), мм | 480×400×850 | 300×400×650 |
| Масса краскораспылителя, кг | 0,7 | 0,7 |
| Масса установки (без КР и шлангов), кг | 21,0 | 6,0 |
| Масса установки в сборе, кг | 25,0 | 10,0 |

Для защиты отверстия сопла от засорения в краскоподводящий канал корпуса головки встроен сменный сетчатый фильтр. Клапан и седло клапана изготовлены из твердосплавных материалов, обеспечивающих требуемую долговечность деталей. При нажатии на пусковой крючок клапан отводится назад с помощью металлической струны.

КР комбинированного распыления установок типа «Заря» укомплектованы сменными соплами трех типоразмеров, технические характеристики которых приведены в табл. 7.27.

Обслуживание УКР, подготовка их к работе и работа аналогичны операциям с УБР. В зависимости от типа распыляемо-

Таблица 7.26. Технические характеристики установок комбинированного распыления зарубежных фирм

| Параметр | airmix, ф. Kremlin (Франция) | | | |
|---|------------------------------|-------|-------|--------|
| | 804 | 08.25 | 16.35 | 10.100 |
| Производительность при распылении и давлении 7 МПа, л/мин | 0,2 | 1,0 | 2,0 | 3,4 |
| Максимальное давление ЛКМ, МПа | 6,4 | 6,4 | 12,8 | 8,0 |
| Давление воздуха на привод, МПа, не более | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Пневмогидроусиление | 8:1 | 8:1 | 16:1 | 10:1 |
| Суммарный расход воздуха при распылении (0,1 МПа) и на привод насоса (7 МПа), л/мин | — | 30 | — | — |
| Масса насоса с приводом, кг | — | 26,8 | — | — |
| Масса краскораспылителя, кг | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |

| Параметр | aircoat, ф. Wagner (Швейцария) | | | |
|---|--------------------------------|-------|--------|-------|
| | 9-40 | 12-90 | 15-150 | 16-70 |
| Производительность при распылении и давлении 7 МПа, л/мин | 0,95 | 2,84 | 3,8 | 1,9 |
| Максимальное давление ЛКМ, МПа | 7,2 | 9,6 | 12,0 | 9,6 |
| Давление воздуха на привод, МПа, не более | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Пневмогидроусиление | 9:1 | 12:1 | 15:1 | 16:1 |
| Суммарный расход воздуха при распылении (0,1 МПа) и на привод насоса (7 МПа), л/мин | 180 | 225 | 590 | 225 |
| Масса насоса с приводом, кг | 4,0 | 20,8 | 26,8 | 16,0 |
| Масса краскораспылителя, кг | 0,613 | 0,613 | 0,613 | 0,613 |

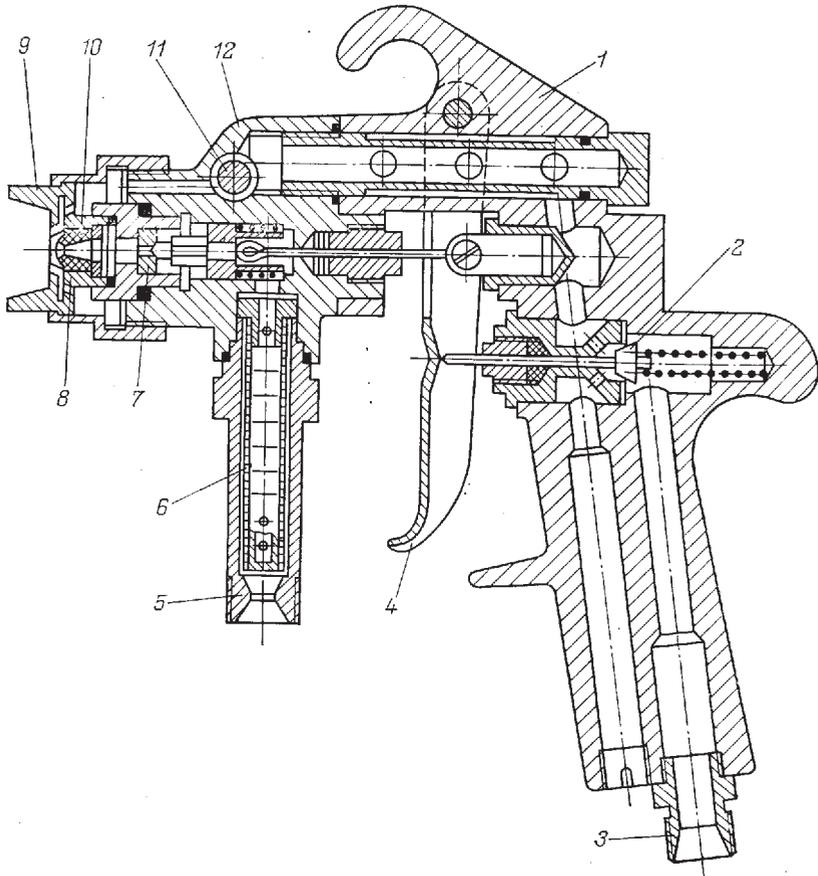


Рис. 7.37. Краскораспылитель комбинированного распыления:

1 — корпус; 2 — воздушный клапан; 3 — штуцер подачи воздуха; 4 — пусковой крючок; 5 — штуцер подачи ЛКМ; 6 — фильтр тонкой очистки; 7 — запорный клапан; 8 — поворотный вкладыш; 9 — воздушная головка; 10 — сопло безвоздушного распыления; 11 — дроссель регулировки подачи воздуха; 12 — корпус головки

Таблица 7.27. Технические характеристики сопел установки «Заря» с углом клиновидной щели 30 град

| Сопло | Размеры выходного отверстия, мм | Расход ЛКМ при максимальном давлении 7,0 МПа, л/мин |
|-------------|---------------------------------|---|
| 1090.105 | 0,5×0,25 | 0,6 |
| 1090.105-01 | 0,65×0,3 | 0,9 |
| 1090.105-02 | 0,8×0,35 | 1,2 |

го ЛКМ, его вязкости, требуемой производительности во вкладыш головки краскораспылителя комбинированного распыления монтируется сопло определенного типоразмера. Подачей сжатого воздуха на пневмопривод устанавливается давление на ЛКМ, предварительно формирующее факел распыленного материала, после чего с помощью вентиля-дресселя в каналы вкладыша и головки подается сжатый воздух. Регулированием его количества достигается равномерное распределение частиц ЛКМ по ширине факела и его мелкодисперсное дробление.

При засорении отверстия сопла головка отсоединяется от корпуса, вкладыш переворачивается на 180°, продувается ЛКМ, после чего закрепляется в прежнем положении.

Агрегаты высокого давления УКР могут работать как от пневмопривода с плунжерными насосами, так и от мембранных насосов с электроприводом.

7.9. ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТУРА ДЛЯ ОКРАШИВАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ВЫСОКОГО НАПЯЖЕНИЯ

Установка автоматического (стационарного) и ручного электроокрашивания включают электроокрасочные камеры, электростатические распылители, дозирующие устройства для подачи ЛКМ к распылителям и источники высокого напряжения (ИВН).

Электроокрасочные камеры для автоматического окрашивания оборудуются системами электроснабжения, подачи сжатого воздуха и вентиляции, световой и звуковой предупредительной сигнализацией, блокировочными устройствами для предохранения обслуживающего персонала от соприкосновения с токоведущими частями, трассой подвесного или напольного конвейера для транспортировки изделий, электропневматическим клапаном и маслослабоотделителем на линии подачи сжатого воздуха при применении электростатических распылителей с пневмоприводом или дозирующих устройств с пневмоприводом мешалки, системой раздачи высокого напряжения (шинопровод, проходной и опорные изоляторы, кабели) в случае применения электростатических распылителей открытого исполнения или

отсутствия раздаточных коробок при применении электростатических распылителей закрытого исполнения, ограничительным сопротивлением для ограничения тока, протекающего во вторичной обмотке высоковольтного трансформатора при возникновении искрового разряда или короткого замыкания, автоматическим и ручным разрядником для снятия остаточного заряда с электростатических распылителей и шинпровода после отключения высокого напряжения и предохранителем от искробразования (искрогасящим или искропредупреждающим устройством) между частями оборудования, находящимися в камере под высоким напряжением, и заземленными изделиями и оборудованием — в том случае, если ими не оборудован ИВН, системами ручного и автоматического пожаротушения.

Размеры камер зависят от условий производства: ширина — от расстояния между распылительной головкой распылителя и изделием (250—300 мм), длины распылителя, расстояния между распылителями и стенками камеры (не менее 1000 мм) и между осью конвейера и внешним контуром окрашиваемого изделия; длина — от расстояния между передней торцевой стенкой камеры и распылительной головкой (не менее 1000 мм), между распылительной головкой и задней торцевой стенкой камеры (не менее 1000 мм), от числа и взаимного расположения распылителей; высота — от расстояния между полом камеры и крайней нижней точкой распылительной головки (800—1000 мм), между нижней точкой монорельса конвейера и верхней точкой распылительной головки (800—1000 мм) и высоты окрашиваемого изделия.

Электростатические распылители. Выбор распылителя зависит от конфигурации, габаритных размеров окрашиваемых изделий и применяемого ЛКМ. Технические характеристики выпускаемых серийно электростатических распылителей приведены в табл. 7.28, а принципиальные конструктивные решения — на рис. 7.38—7.41.

Дозирующее устройство. Дозирование ЛКМ осуществляется шестеренными насосами, имеющими привод с изменяющимся числом оборотов, или с помощью специальных фильтров-дозаторов и электропневматических клапанов, включенных в систему централизованной подачи ЛКМ. Технические характеристики выпускаемых серийно дозирующих устройств приведены в табл. 7.29, а принципиальное конструктивное решение — на рис. 7.42. В дозирующем устройстве ДКХ-3 насосы и бак с мешалкой для ЛКМ установлены на изоляторах, а в дозаторе ДКХ-4 — на металлических подставках.

Источники высокого напряжения. В установках автоматической электростатической окраски применяются ИВН с номинальным выпрямленным напряжением ($U_{ном}$) 120—160 кВ и силой номинального выпрямленного тока 0,4—2,5 мА. Техниче-

Таблица 7.28. Технические характеристики электростатических распылителей

| Параметр | Распылитель электростатический ЭР-9 (ТУ 6-23-17-90) | Распылитель электростатический высокооборотный ЭРВ-2 (ТУ 6-23-13-89) | Распылитель автоматический пневмоэлектростатический ЭРА (ТУ 6-23-1181.00.000-88) | Распылитель для водорастворимых ЛКМ РВЛМ-1 (ТУ 6-10-16-18-82) |
|---|---|--|--|---|
| Производительность по расходу ЛКМ, г/мин | 65—110 | 50—600 | 50—600 | 50—300 |
| Вязкость ЛКМ по ВЗ-246-4, с | 18—25 | 18—60 | 18—35 | 18—60 |
| Удельное (объемное) сопротивление ЛКМ, Ом·см | $5 \cdot 10^6$ — $1 \cdot 10^8$ | $5 \cdot 10^6$ — $1 \cdot 10^9$ | $5 \cdot 10^6$ — $1 \cdot 10^9$ | $5 \cdot 10^2$ — $5 \cdot 10^9$ |
| Напряжение, подаваемое на распылитель, кВ | 80—120 | 80—100 | 60—90 | 80—100 |
| Расстояние от распылительной головки до изделия, мм | 100—250 | 150—250 | 200—350 | 200—350 |
| Характеристика окрашиваемых изделий | Несложной формы | Несложной формы и средней сложности | Сложной формы | Сложной формы |
| Диаметр чаши, мм | 60, 100 | 65 | — | — |
| Частота вращения, мин ⁻¹ | 1400 | 40 000 | — | — |
| Рабочее давление воздуха, МПа, не более: | | | | |
| на привод | — | 0,3 | — | — |
| на формирование факела | — | 0,35 | 0,45 | 0,45 |
| Расход сжатого воздуха, м ³ /ч, не более | — | 40 | 28 | 20 |
| Установленная мощность, кВт | 0,06 | — | — | — |
| Габаритные размеры, распыляющего устройства, мм | 665×165×1155 | 650×115×110 | 390×52×100 | 430×100×120 |
| Масса, кг | 34 (с подставкой) | 32 (с подставкой и пультом управления) | 80 (с подставкой, пультом управления и ИВН) | 2 (распыляющего устройства) |

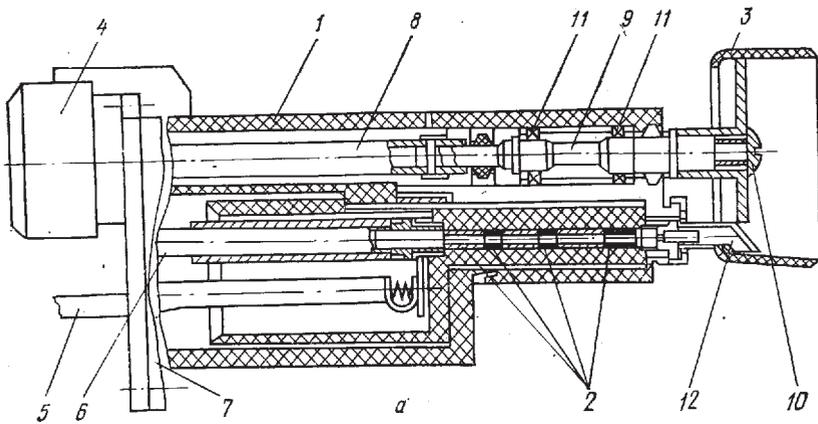


Рис. 7.38. Распылитель электростатический ЭР-9:

а — распылитель:
 1 — корпус; 2 — зарядное устройство; 3 — распыляющая чаша; 4 — привод; 5 — высоковольтный кабель; 6 — краскопровод; 7 — фланец; 8 — промежуточный вал; 9 — выходной вал; 10 — гайка; 11 — подшипник качения; 12 — краскоподающий накопник;

б — распылитель с подставкой:
 1 — распылитель; 2 — подставка; 3 — распыляющая чаша; 4 — рукоятка; 5 — зажим; 6 — винт; 7 — кронштейн; 8 — колесо

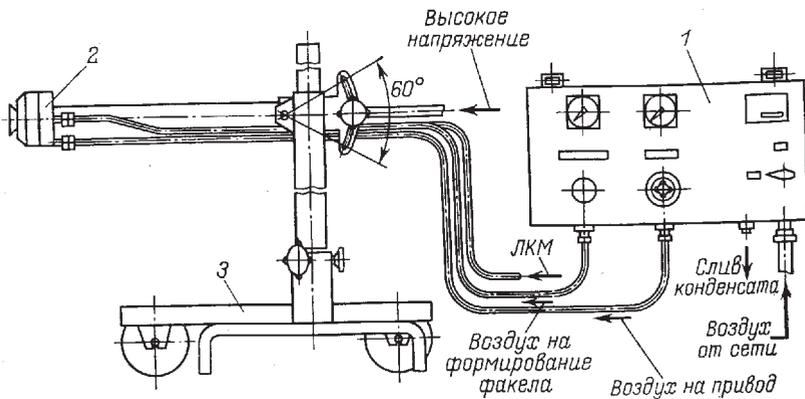
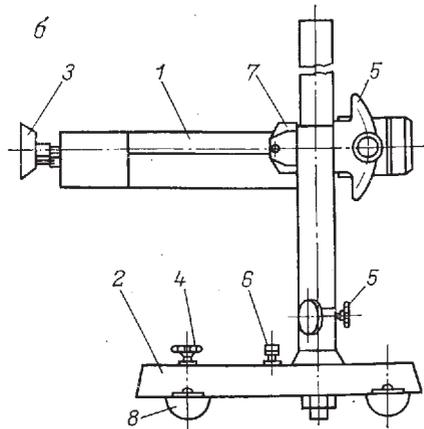


Рис. 7.39. Распылитель электростатический высокооборотный ЭРВ-2:
 1 — пульт управления; 2 — устройство распыляющее; 3 — подставка

Рис. 7.40. Распылитель автоматический пневмоэлектростатический ЭРА;

1 — устройство распыляющее; 2 — шланг для краски; 3 — шланги для воздуха; 4 — пульт управления; 5 — ИВН

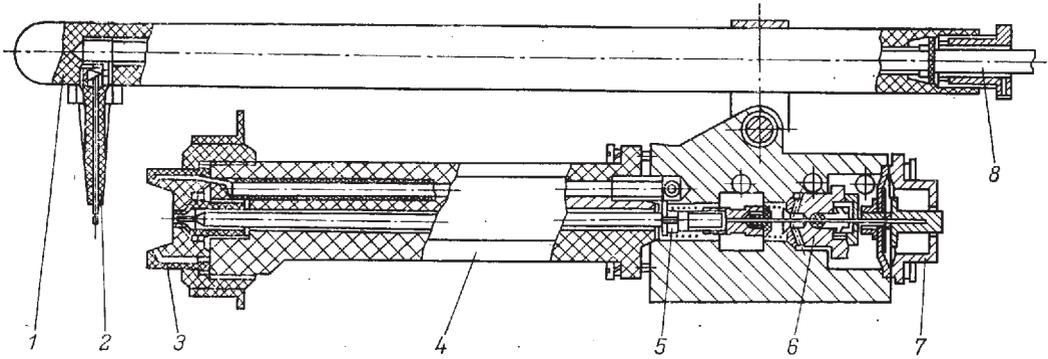
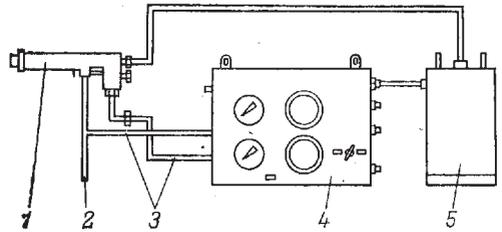


Рис. 7.41. Распылитель для водорастворимых ЛКМ РВЛМ-1:

1 — корпус кабеля; 2 — игла; 3 — распыляющая головка; 4 — корпус; 5 — клапан; 6 — втулка уплотнительная; 7 — мембрана; 8 — кабель

Таблица 7.29. Технические характеристики дозирующих устройств

| Параметр | Дозирующее устройство ДКХ-3 (ТУ 6-10-812-75) | Дозатор ЛКМ ДКХ-4 (ТУ 6-10-2041-85) |
|--|--|-------------------------------------|
| Количество дозирующих насосов, шт. | 5 | 5 |
| Пределы изменения частоты вращения выходного вала привода, мин ⁻¹ : | | |
| нижний | 8 ± 3^1 | $8 \pm 0,5$ |
| верхний | 90 ± 4 | 60 ± 3 |
| Пределы дозирования ЛКМ, подаваемого одним насосом, см ³ /мин: | | |
| нижний | 18 ± 1 | 80 |
| верхний | 172 ± 9 | 600 |
| Предельное отклонение дозы подаваемого ЛКМ от установленной величины, % | $\pm 5,5$ | ± 5 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 0,12 | 0,12 |
| Расход воздуха для привода мешалки при давлении (0,3±0,02) МПа и частоте вращения 5000 ⁺⁵⁰⁰ мин ⁻¹ , м ³ /с, не более | 0,011 | 0,011 |
| Рабочее давление воздуха, МПа, не более | 0,5 | 0,5 |
| Габаритные размеры, мм, не более: | | |
| дозатора ЛКМ | 1230×880×810 | 1250×1000×900 |
| бака с мешалкой | 890×690×1370 | 900×700×1400 |
| Масса, кг, не более: | | |
| дозатора ЛКМ | 120 | 125 |
| бака с мешалкой | 90 | 65 |
| Вместимость бака, дм ³ , не более | 100 | 100 |

ские характеристики выпускаемых серийно ИВН приведены в табл. 7.30. ИВН имеют степень защиты оболочки не ниже IP54 по ГОСТ 14254—80, регулировку высокого напряжения от 0,4 до 1,05 $U_{ном}$, приборы контроля напряжения и тока, защиты от перегрузок, коротких замыканий и радиопомех, быстродействующие отключающие устройства, обеспечивающие отключение без возникновения искры при скорости сближения заземленного предмета с высоковольтным выводом до 3 м/с (установка по току от 0,1 до 1,2 $I_{ном}$), пассивный авторазрядник (ограничительное сопротивление), обеспечивающий снятие электрического заряда с высоковольтного вывода за время не более 15 с.

Установки для ручного электроокрашивания. Технические характеристики выпускаемых серийно установок для ручного электроокрашивания приведены в табл. 7.31. Принципиальные схемы установок УГЭР-4 и УРПЭ-1 и распылителя установки «Эффект-1» показаны на рис. 7.43 и 7.44. Окраска изделий ими может производиться в окрасочных камерах или на специальных производственных площадках, оборудованных вентиляцией через решетки в полу. Устройство только общеобменной венти-

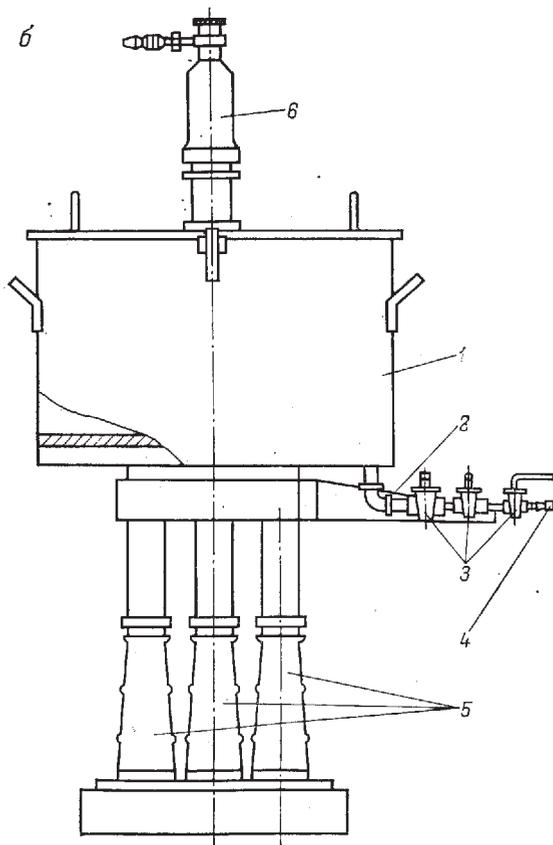
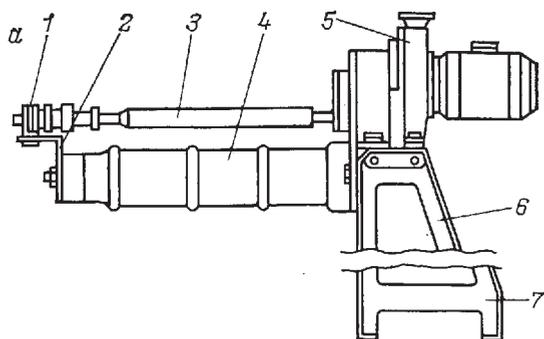


Рис. 7.42. Дозирующее устройство ДКХ-3:

a — дозатор краски;
 1 — насос шестеренный; 2 — кронштейн; 3 — приводной вал; 4 — изолятор; 5 — вариатор; 6 — стойка; 7 — основание
 б — бак с мешалкой;
 1 — бак; 2 — патрубок; 3 — кран; 4 — расходный штуцер; 5 — высоковольтные изоляторы; 6 — пневмомешалка

Таблица 7.30. Технические характеристики ИВН

| Параметр | Установка выпрямительная УВ-160-2,5 (ТУ 25—06.2546—85) | Выпрямитель полупроводниковый В-ОПЕД-0,001-120к-УХЛ4 (ТУ 16—88; ИЛЦГ.435116.004 ТУ) | Выпрямитель полупроводниковый В-ОПЕД-0,00025-63к-УХЛ4 (ТУ 16—88; ИЛЦГ.435116.005 ТУ) |
|--|--|---|--|
| Напряжение сети, В | 220±11 | 220±22 | 220± ²² / ₃₃ |
| Частота тока сети, Гц | 50 | 50 | 50 |
| Потребляемая мощность, ВА | 800 | 500 | 60 |
| Наибольшее выпрямленное напряжение в режиме холостого хода, кВ | 160 | 120 | 60 |
| Наибольший рабочий выпрямленный ток, мА | 2,5 | 1,0 | 0,25 |
| Коэффициент пульсации высокого напряжения, %, не более | 10 | 6 | 6 |
| Ток короткого замыкания, мА | 5 | 2,5 | 0,5 |
| Максимальные параметры настройки защиты по току, мА | 0,25—3,00 | 0,1—1,2 | 0,125—0,275 |
| Пульт управления | Настенный | Настенный | Съемный |
| Габаритные размеры, мм: пульт | 400×213×536 | 350×375×270 | Встроенный 210×200×440 |
| высоковольтного блока | 776×335×590 | 320×624 | |
| Масса, кг, не более | 185 | 82 | 20 |
| Степень защиты по ГОСТ 14254—80 | IP54 | IP54 | IP54 |

Примечание. Регулировка напряжения выпрямителей — плавная, стандартная полярность — отрицательная. По требованию заказчика ИВН могут быть поставлены с положительной полярностью.

лации не обеспечивает нормальных санитарно-гигиенических условий труда.

Установка УРПЭ-1 состоит из распылителя, пульта управления, ИВН и бака ЛКМ.

Установка «Ореол-600» состоит из распылителя, пульта управления, ИВН, блока автоматики, бака ЛКМ, бака растворителя, узла подготовки воздуха, кожухов для укладки трубопроводов и кабелей.

Установка «Эффект-1» состоит из распылителя, распределителя воздуха, бака для ЛКМ и тележки. Отличительной особенностью установки является наличие в распылителе патронного ИВН, преобразующего энергию сжатого воздуха в электрическую.

Таблица 7.31. Технические характеристики установок ручного электроокрашивания (регулирование напряжения — плавное)

| Параметр | Установка окрасочная с ручным пневмоэлектростатическим распылителем «Эффект-1» (ТУ 6-23-12-89) | Установка ручная пневмоэлектроокрасочная «Ореол-600» (ТУ 37-002.01.33-81) | Установка окрасочная с ручным пневмоэлектростатическим распылителем УРПЭ-1 (ТУ 6-23-1164.00.000-89) |
|--|--|---|---|
| Напряжение сети, В | — | 220±22 | 220±22 |
| Частота тока сети, Гц | — | 50 | 50 |
| Потребляемая мощность, ВА | — | 200 | 80 |
| Выходное напряжение ИВН, кВ | 30—40 | 30—60 | 30—60 |
| Ток короткого замыкания, мкА: | | | |
| ИВН | 200 | 500 | 500 |
| распылителя | 170 | 300 | 200 |
| Производительность по расходу ЛКМ при вязкости 18—25 с по ВЗ-246-4, см ³ /мин | 50—600 | 200—600 | 50—600 |
| Размер отпечатка факела на расстоянии (350±10) мм от сопла, мм | 320±20 | 300—800 | 330±20 |
| Расход сжатого воздуха, нм ³ /ч, не более | 50 | 10 | 22 |
| Рабочее давление воздуха, МПа | 0,3—0,5 | 0,35—0,45 | 0,2—0,4 |
| Емкость бака для краски, л | 40 | 60 | 40 |
| Емкость бака для растворителя, л | — | 10 | — |
| Длина высоковольтного кабеля, м | — | 10 | 7 |
| Габаритные размеры установки, мм | 800×600×950 | Из отдельных блоков | |
| Масса, кг: | | | |
| установки | 65 | — | — |
| распылителя | 0,85 | 0,6 | 0,75 |

Технические характеристики зарубежных установок ручного электроокрашивания и электростатических распылителей приведены в табл. 7.32 и 7.33.

Высоковольтные кабели. Технические характеристики выпускаемых серийно высоковольтных кабелей на 70, 100, 160 кВ и ток 2,5 мА для установок электроокрашивания приведены в табл. 7.34. Рекомендуется применять высоковольтные резистивные кабели марок УКВПЭВ, УКВПЭс, ПКВПЭс и ПКВПЭВ, у которых токопроводящая жила имеет сопротивление от 1 до 10 МОм/м и изготавливается из жгута углеродных волокон

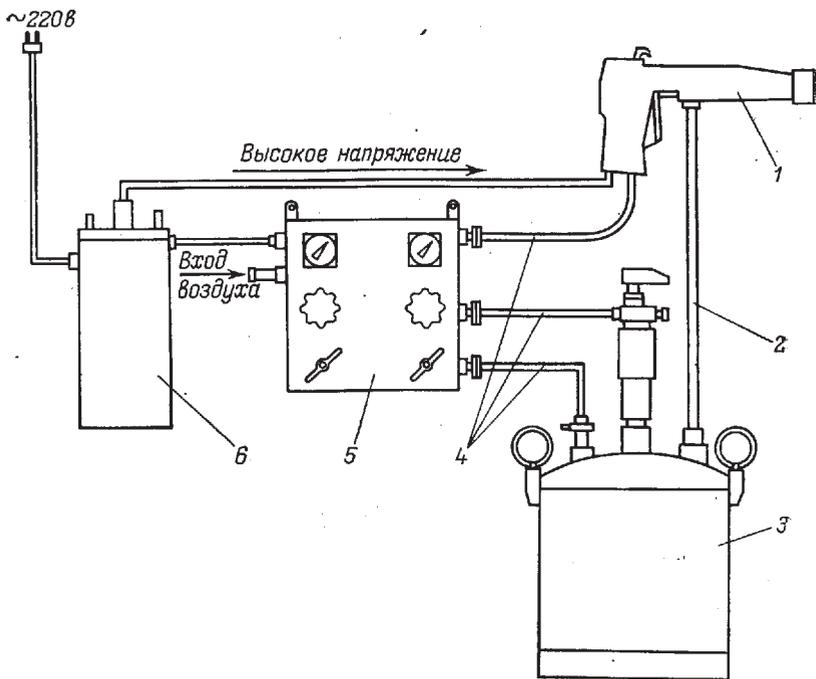


Рис. 7.43. Установка окрасочная с ручным пневмоэлектростатическим распылителем УРПЭ-1:

1 — краскораспылитель пневмоэлектростатический; 2 — краскопровод; 3 — бак красконагнетательный; 4 — шланги для воздуха; 5 — пульт управления; 6 — ИВН

(УКВПЭВ, УКВПЭС) или из специальной полимерной композиции. По сравнению с кабелями марок КВПЭВ (с медной токопроводящей жилой) они менее пожароопасны, так как имеют меньшую (в 15—20 раз) электрическую емкость. В кабелях марок КВПЭВ, УКВПЭВ и ПКВПЭВ поверх токопроводящей жилы накладывается экран из полупроводящего полиэтилена толщиной 1 мм, на него — изоляция из полиэтилена, затем экран из графита, полупроводящей бумаги и оплетки из медной проволоки и сверх всего оболочка из поливинилхлоридного полупроводящего пластика. В кабелях марок УКВПЭС и ПКВПЭС нет экрана из графита, полупроводящей бумаги и оплетки из медной проволоки. Поверх изоляции у них наложена только полупроводящая оболочка. Кабели марок УКВПЭВ-2к и УКВПЭВ-3к имеют под оболочкой 2 или 3 контрольные жилы для управления.

Шланги для ЛКМ и воздуха. Для подачи ЛКМ от дозирующих устройств к электростатическим распылителям применяют-

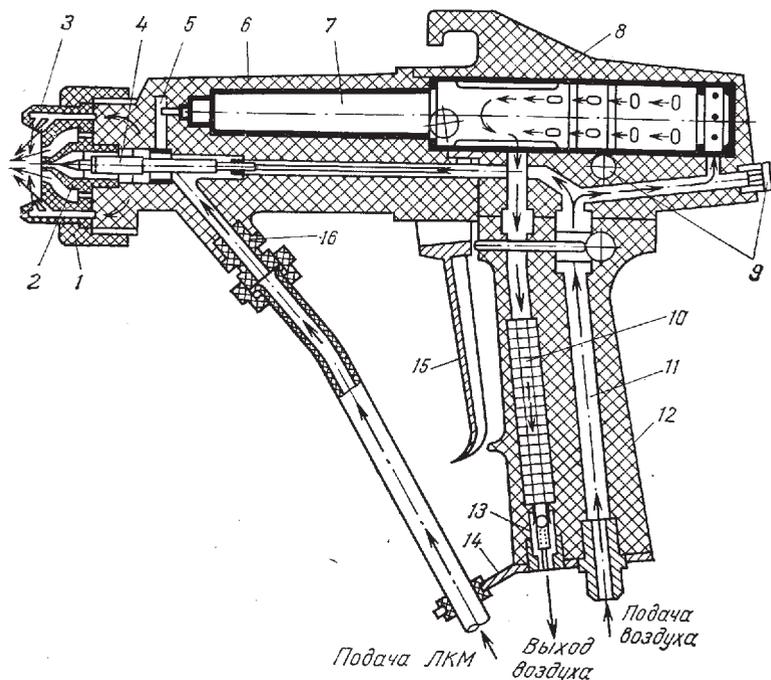


Рис. 7.44. Распылитель пневмоэлектростатический со встроенным ИВН:
 1 — гайка накидная; 2 — сопло распыляющее; 3 — головка распыляющая; 4 — шток;
 5 — втулка зарядная; 6 — ствол; 7 — ИВН; 8 — корпус; 9 — дроссель; 10 — канал сброса
 воздуха; 11 — канал подачи воздуха; 12 — рукоятка; 13 — шариковый клапан; 14 —
 кронштейн; 15 — курок; 16 — щупер

ся пластмассовые трубы ПНП10Т по ГОСТ 18599—83. Для повышения электрической прочности в случае необходимости можно поверх них размещать трубы ПВХ16Т по ГОСТ 18599—83.

Для подачи воздуха к пультам управления установок электроокрашивания и к приводам мешалок дозирующих устройств применяются рукава Г(IV)-10-12, 5-23-V по ГОСТ 18698—79.

Некоторые технико-экономические показатели новой окрасочной техники для окраски различными видами распыления, включая электрораспыление, приведены в табл. 7.35.

Таблица 7.32. Технические характеристики зарубежных установок ручного электроокрашивания (регулирование напряжения — плавное)

| Параметр | Установка окрасочная с ручным пневмоэлектростатическим распылителем Pro 4000 фирмы Graco (США) | Установка окрасочная с ручным пневмоэлектростатическим распылителем R-E-A-III, фирмы Ransburg (США) | Установка окрасочная с ручным гидроэлектростатическим распылителем R-E-H, фирмы Ransburg (США) |
|--|--|---|--|
| Напряжение сети, В | — | 220 | 220 |
| Частота тока сети, Гц | — | 60 | 60 |
| Потребляемая мощность, ВА | — | 80 | 70 |
| Выходное напряжение источника высокого напряжения, кВ | 75 | 65 | 65 |
| Ток короткого замыкания, мкА: | | | |
| ИВН | 200 | 200 | 200 |
| распылителя | 180 | 180 | 180 |
| Производительность по расходу ЛКМ при вязкости 18—25 с по ВЗ-246-4, см ³ /мин | 450 | 600 | 500 |
| Размер отпечатка факела на расстоянии (350±10) мм от сопла, мм | 300 | 320 | 300 |
| Расход сжатого воздуха, нм ³ /ч, не более | 30 | 30 | 5 |
| Рабочее давление воздуха, МПа | 0,7 | 0,45 | 0,7 |
| Длина высоковольтного кабеля, м | — | 7 | 7 |
| Габаритные размеры установки, мм | 310×50×150 | 270×55×240 | 270×50×240 |
| Масса распылителя, кг | 0,86 | 0,9 | 0,9 |

Таблица 7.33. Технические характеристики зарубежных электростатических распылителей

| Параметр | Распылитель электростатический SS-120-04, фирмы Infracol (Германия) | Распылитель электростатический высокооборотный «Minibell» фирмы Ransburg (США) |
|---|---|--|
| Производительность по расходу ЛКМ, г/мин | 30—80 | 50—400 |
| Вязкость ЛКМ по ВЗ-246-4, с | 18—25 | 18—60 |
| Удельное (объемное) сопротивление ЛКМ, Ом/см ³ | 5·10 ⁶ —1·10 ⁸ | 5·10 ⁶ —1·10 ⁹ |
| Напряжение, подаваемое на распылитель, кВ | 80—120 | 80—140 |
| Частота вращения, мин ⁻¹ | 1400 | 15 000 |
| Рабочее давление воздуха, МПа, не более: | | |
| на привод | — | — |
| на формирование факела | — | 0,6 |
| Расход сжатого воздуха, нм ³ /ч, не более | — | 75 |
| Габаритные размеры, мм | 1000×180×240 | 1000×180×180 |
| Масса распыляющего устройства, кг | 9,1 | 15 |

| Параметр | Распылитель электростатический высокооборотный «Turbobell» фирмы Ransburg (США) | Распылитель пневмоэлектростатический ESG-20 фирмы Ransburg (США) |
|---|---|--|
| Производительность по расходу ЛКМ, г/мин | 50—500 | 50—400 |
| Вязкость ЛКМ по ВЗ-246-4, с | 18—60 | 18 |
| Удельное (объемное) сопротивление ЛКМ, Ом·см | $5 \cdot 10^8$ — $1 \cdot 10^9$ | $5 \cdot 10^8$ — $1 \cdot 10^9$ |
| Напряжение, подаваемое на распылитель, кВ | 80—140 | 60 |
| Частота вращения, мин ⁻¹ | 50 000 | — |
| Рабочее давление воздуха, МПа, не более: | | |
| на привод | 0,6 | — |
| на формирование факела | 0,6 | 0,35 |
| Расход сжатого воздуха, м ³ /ч, не более | 50 | 48 |
| Габаритные размеры, мм | 290×110×110 | 350×60×170 |
| Масса распыляющего устройства, кг | 2,5 | — |

Таблица 7.34. Технические характеристики высоковольтных кабелей с пластмассовой изоляцией на постоянном напряжении (ТУ 16—705.288—83)

| Марка кабеля — напряжение, кВ | Номинальный наружный диаметр, мм | Расчетная масса 1 км кабеля, кг | Количество контрольных жил, шт. | Материал токопроводящей жилы |
|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| КВПЭВ-2к-70 | 13,42 | 150 | 2 | Медь |
| КВПЭВ-100 | 13,2 | 188 | — | » |
| КВПЭВ-3к-100 | 15,42 | 194 | 3 | » |
| КВПЭВ-160 | 19,1 | 359 | — | » |
| УКВПЭВ-2к-70 | 13,42 | 164 | 2 | Углерод |
| УКВПЭВ-100 | 13,2 | 196 | — | » |
| УКВПЭС-100 | 13,2 | 126 | — | » |
| УКВПЭВ-3к-100 | 15,42 | 213 | 3 | » |
| УКВПЭВ-160 | 19,1 | 367 | — | » |
| УКВПЭС-160 | 19,1 | 280 | — | » |
| ПКВПЭВ-2к-70 | 13,42 | 164 | 2 | Полимерная композиция |
| ПКВПЭВ-3к-100 | 15,42 | 213 | 3 | То же |
| ПКВПЭС-100 | 13,2 | 126 | — | » |
| ПКВПЭС-160 | 19,1 | 280 | — | » |

Таблица 7.35. Технико-экономические показатели работы новой техники при окраске распылением

| Показатель | Пневматическое распыление (КРП-10) | Безвоздушное распыление («Радуга-0,63») | Комбинированное распыление («Заря-1») |
|---|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| Средний расход ЛКМ на распылитель при двухсменной работе, т | 14,0 | 150 | 150 |
| Средний процент потерь ЛКМ на распылитель, % | 45 | 30 | 25 |
| Приведенные к пневматическому распылителю потери ЛКМ в год, т | 6,1 | 4,1 | 3,4 |
| Экономия ЛКМ на единицу оборудования при замене пневматического распыления, т/ч | — | 2,0 | 2,7 |
| Приведенный коэффициент снижения потерь ЛКМ на единицу оборудования в год | — | 0,15 | 0,2 |

Продолжение табл. 7.35

| Показатель | Пневмоэлектростатический распылитель (ЭРА) | Электростатический распылитель (ЭР-8) | Высокооборотный распылитель (ЭРВ-2) |
|---|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Средний расход ЛКМ на распылитель при двухсменной работе, т | 40 | 10 | 20,0 |
| Средний процент потерь ЛКМ на распылитель, % | 18 | 12 | 10 |
| Приведенные к пневматическому распылителю потери ЛКМ в год, т | 2,5 | 1,6 | 1,4 |
| Экономия ЛКМ на единицу оборудования при замене пневматического распыления, т/ч | 2,8 | 4,4 | 4,8 |
| Приведенный коэффициент снижения потерь ЛКМ на единицу оборудования в год | 0,27 | 0,33 | 0,35 |

7.10. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОКРАШИВАНИЯ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ

Процесс окрашивания электроосаждением осуществляется на конвейерных линиях, включающих агрегат для подготовки поверхности, установку окраски электроосаждением и сушильный агрегат.

В зависимости от характера производства установки окрашивания электроосаждением могут быть непрерывного и периодического действия. Установки непрерывного действия имеют большую производительность, но при их использовании требуются ванны большего объема.

Установки периодического действия менее производительны, имеют сложное транспортирующее устройство (автооператор), однако ванна их имеет меньший объем и установка занимает меньшую площадь.

Установка окрашивания электроосаждением состоит из ванны электроосаждения с системами, обеспечивающими ее нормальное функционирование (источник питания, токосъемное устройство, теплообменники, фильтры, дозирующие устройства для приготовления рабочего раствора ЛКМ, установка для получения обессоленной воды), а также секций промывки изделий и обдува их горячим воздухом. Имеется также устройство для очистки сточных вод, ультрафильтрационные установки. На рис. 7.45 представлена принципиальная схема установки окрашивания электроосаждением.

Ванна электроосаждения представляет собой сварную емкость из листовой стали, корпус которой в большинстве случаев является катодом при анодном электроосаждении. В ваннах с электродиализными карманами катодами служат специальные пластины, вставляемые в диализные карманы. В этом случае ванна изолируется с внутренней стороны, как правило, эпоксидной смолой или другими изоляционными материалами.

В случае катодного электроосаждения использование электродиализа обязательно. Анодами в этом случае являются специальные пластины из нержавеющей стали, графита или графитопласта. При использовании для катодного электроосаждения

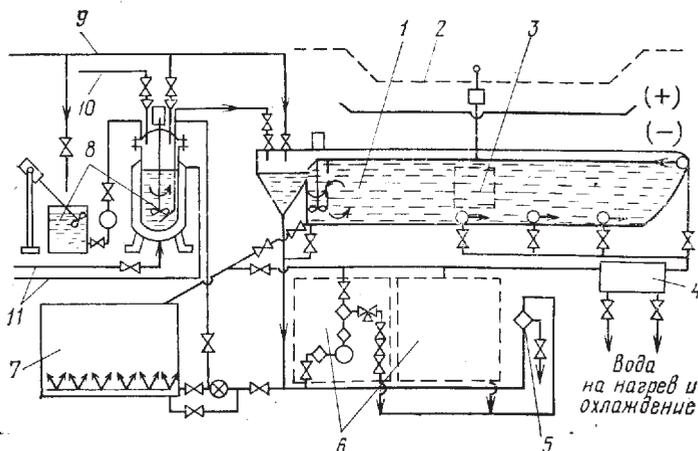


Рис. 7.45. Принципиальная схема установки окрашивания электроосаждением:

1 — ванна электроосаждения; 2 — трасса подвешного конвейера; 3 — окрашиваемое изделие; 4 — теплообменник; 5 — щелевой фильтр; 6 — насосно-фильтрующая станция; 7 — сливная емкость; 8 — узел приготовления рабочего раствора; 9, 10 — линии подачи обессоленной воды и сжатого воздуха; 11 — линии подачи и слива воды из водяной рубашки

ЛКМ с низким рН необходимо использовать трубопроводную арматуру из пластика или нержавеющей стали. Повышенные требования предъявляются к насосному оборудованию, которое работает в более жестких условиях, чем на анодных установках.

Погруженное в ванну изделие должно находиться на расстоянии не менее 300 мм от стенок, дна и верхнего уровня рабочего раствора ванны. При больших габаритах ванна может состоять из нескольких секций. Необходимо соблюдать плавные сопряжения стенок и дна ванны. Последнее должно иметь уклон к сливному трубопроводу. Система перемешивания в ванне должна поддерживать стабильность ЛКМ, в ванне не должно быть застойных зон. Обычно ванна разделяется перегородкой на две части — рабочую и карман, в которой системой циркуляции сдувается пена с поверхности ванны. Соотношение между рабочей частью и карманом составляет 10 : 1.

Система электропитания ванны включает источник питания (преобразователь) и токосъемные устройства. Может использоваться несколько режимов подачи электрического тока — постоянной плотности тока, постоянного напряжения, ступенчатого подъема напряжения.

Наибольшее распространение получил режим постоянного напряжения, который, однако, требует повышенной мощности источника постоянного тока вследствие больших токовых перегрузок в начальный период окрашивания изделий. С целью уменьшения начального тока рекомендуется применять режим ступенчатого подъема напряжения, что достигается разделением шины на отдельные участки, потенциал на которых повышается в соответствии с увеличением времени электроосаждения.

На установках периодического действия следует применять источники питания со ступенчатым регулированием подаваемого напряжения по заданной программе.

Точность поддержания рабочего напряжения составляет $\pm 2\%$. Источники тока должны иметь защитные устройства от перегрузок типа плавких предохранителей и реле максимального тока. Регулирование напряжения производится с помощью тиристорных выпрямителей.

Существенное влияние на процесс электроосаждения оказывает пульсация выпрямленного тока. Предпочтительным является применение схем выпрямления, обеспечивающих малую величину пульсации.

Токосъемные устройства со скользящими контактами из графита получили наибольшее распространение. Навеска деталей на конвейер производится на токопроводящих подвесках, изолированных от конвейера и имеющих скользящий контакт с токосъемной шиной в зоне окрасочной ванны. Токосъем может быть организован непосредственно на подвеску или с помощью

специального токонесущего конвейера. В случае наличия на изделии закрытых полостей, трубчатых или коробчатых сечений следует предусматривать на токосъемном конвейере специальные катодные (или анодные) шланги, которые вкладываются в эти полости и способствуют лучшему их прокрашиванию.

Электроосажденное на подвесках покрытие в местах контакта с изделием должно удаляться перед последующим погружением, что обычно достигается при прохождении подвесок через камеру горячего обезжиривания при анодном электроосаждении или отжигом.

Перемешивающие устройства. Рекомендуются предусматривать две системы перемешивания: внутреннюю — с пропеллерными погружными мешалками и наружную — с циркуляционными насосами. Двойная система оправдывает себя при эксплуатации установки — во время перерывов в работе перемешивание осуществляется только погружными мешалками.

Общая производительность циркуляционных и погружных насосов — от 10 до 60 обменов в час в зависимости от типа ЛКМ. Максимально допустимая скорость циркуляции рабочего раствора относительно окрашиваемого изделия составляет 0,6—0,7 м/с.

Теплообменник. Процесс электроосаждения сопровождается значительным выделением тепла на электродах — до 400—800 кДж/м² окрашиваемой поверхности. При этом температура на поверхности окрашиваемого изделия может повышаться до 70—80 °С. Оптимальная температура рабочего раствора должна поддерживаться в пределах 18—26 °С, поэтому установки электроосаждения оборудуются охлаждающими теплообменниками, пропускание ЛКМ через которые осуществляется насосами внешней системы циркуляции. На установках малой и средней производительности (до 300—600 тыс. м² окрашиваемой поверхности в год) для охлаждения рабочего раствора применяют кожухотрубные теплообменники, в межтрубном пространстве которых циркулирует водопроводная вода с температурой 8—15 °С. Для термостатирования рабочего раствора на установках большой производительности используют холодильные машины.

Фильтры. Используются в основном щелевые проволочные фильтры с непрерывной механической очисткой (ширина щели 50 мкм). Для очистки рабочего раствора от металлических включений на трубопроводах внешней циркуляции устанавливаются также магнитные фильтры-ловушки.

Дозирующие установки. Приготовление рабочего раствора ЛКМ производится в отдельной емкости согласно соответствующей технологической инструкции. Установки небольшой производительности имеют обычно одну емкость для приготовления рабочего раствора, объем которой составляет примерно 0,1—

0,15 объема ванны электроосаждения. На установках большой производительности имеются две дозирующие емкости — для первичной нейтрализации и приготовления раствора 30%-й концентрации и для окончательной нейтрализации и приготовления рабочего раствора. Перемешивание раствора в емкостях производится пропеллерными мешалками.

В связи с тем что в настоящее время ЛКМ выпускаются в основном в виде высоковязких паст с концентрацией 70—80% сухого остатка, основной проблемой является загрузка исходного материала из бочек в смесительную емкость. Для этого используются импортные поршневые насосы типа *Graco* или отечественные поршневые насосы типа НД.

На линии электроосаждения следует предусмотреть также запасную емкость для слива рабочего раствора из ванны (при ремонте, авариях и перерывах работы установки). Ее объем должен быть не меньше объема ванны (желательно на $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{2}$ больше). Она должна иметь устройство для перемешивания и замера уровня ее наполнения.

Установка для получения обессоленной воды. В большинстве случаев линии окрашивания электроосаждением комплектуются индивидуальными установками обессоливания воды, работающими по принципу катионно-анионного обмена. Перед ионообменными колонками устанавливается фильтр, состоящий из нескольких слоев кварцевого песка различной зернистости. Очищаемую воду высокой жесткости предварительно смягчают пропуская ее через дополнительные фильтры.

Устройство для очистки промывных вод предназначено для удаления из бака коагуляции ЛКМ, оставшегося в воде при промывке окрашиваемых изделий после процесса электроосаждения и включает воздушный барботер и транспортер для удаления скоагулировавших частиц в специальную вагонетку. Для более полной очистки прибегают к дополнительной фильтрации воды угольными и марлевыми фильтрами.

В случае использования катодноосаждаемых ЛКМ, содержащих водорастворимые соединения свинца, к серуму добавляются осадители и флокулянты, осадки отфильтровываются и удаляются.

Установка ультрафильтрации состоит из ультрафильтрационных элементов, насосов с электроприводами, системы трубопроводов с фильтром и емкостью для ультрафильтрата, а также контрольно-измерительных приборов, фильтров механической очистки ЛКМ, теплообменников, емкости для сброса ультрафильтрата. Основной частью ультрафильтрационной системы являются ультрафильтрационные элементы мембранного разделения. Используют ультрафильтры плоскостороннего и трубчатого типа. Последние нашли более широкое применение.

Для регулирования давления и температуры установки ос-

нащены электроконтактными манометрами и термометрами. По мере надобности ультрафильтрационные установки снабжаются также рН-метрами, расходомерами, уровнемерами, переливными клапанами и другими регулируемыми и измерительными приборами.

7.11. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОКРАШИВАНИЯ АВТООСАЖДЕНИЕМ

Для окрашивания методом автоосаждения используется агрегат, состоящий из ряда последовательно расположенных ванн со вспомогательным оборудованием и системой транспортирования изделий — автооператором или цепным конвейером (рис. 7.46).

При нанесении покрытия изделия на линии последовательно проходят технологические ванны и сушильные установки в следующем порядке: обезжиривание, промывка, фосфатирование, промывка, сушка от влаги, нанесение покрытия, промывка, предварительная сушка, сушка, охлаждение.

Технические данные типовой линии автоосаждения следующие:

| | | |
|--|--|--------|
| Габаритные размеры, мм: | | |
| длина | | 48 000 |
| ширина | | 8500 |
| высота | | 5120 |
| Размеры обрабатываемых изделий, мм: | | |
| длина | | 1400 |
| ширина | | 600 |
| высота | | 500 |
| Установленная мощность, кВт: | | |
| по силовой нагрузке | | 96 |
| по тепловой нагрузке | | 468 |
| Количество удаляемого загрязненного воздуха, м ³ /ч | | 13 500 |

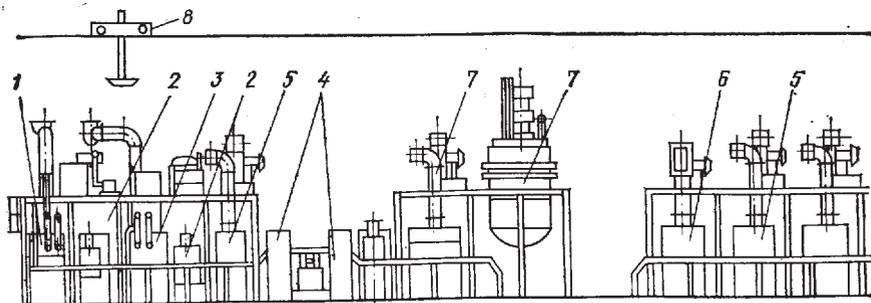


Рис. 7.46. Схема линии окрашивания методом автоосаждения:

1 — установка обезжиривания; 2 — установка промывки; 3 — установка фосфатирования; 4 — установка автоосаждения; 5 — сушильная установка; 6 — установка охлаждения; 7 — вспомогательное оборудование; 8 — автооператор

Изделия перемещаются и выгружаются с помощью трех автооператоров, работающих в автоматическом режиме по заданной программе.

Приготовление материала производится на вспомогательном оборудовании. В связи с невозможностью транспортирования автофорезной композиции при температуре воздуха ниже -5°C в составе вспомогательного оборудования предусмотрены емкости для хранения полугодового запаса грунтовок ВД-КЧ-0178. Материалы на линию подаются централизованно по трубопроводам.

Обезжиривание и фосфатирование протекают в ваннах, изготовленных из нержавеющей стали, облицованных теплоизоляцией и оборудованных насосными агрегатами для циркуляции жидкости. Для нагрева обезжиривающего и фосфатирующего растворов в ванны введены электронагреватели (ТЭНы). Ванна обезжиривания имеет установку регенерации растворов, что позволяет сделать цикл обезжиривания замкнутым. Ванна фосфатирования оборудована фильтром комбинированной очистки. Установки промывки представляют собой сварные конструкции с циркулирующей воды в ванне при помощи насоса.

В линии расположены установки осушения от влаги и для сушки ЛКМ, имеющие различие только в расположении коробов для обдувки изделий. Сушильные установки изготовлены из сборных теплоизоляционных панелей со встроенными серийно выпускаемыми калориферами. Двери у сушилок в отличие от обычных расположены сверху. Открываются и закрываются двери автоматически.

Автоосаждение осуществляется в ванне из нержавеющей стали. Для постоянного перемешивания ЛКМ предусмотрены четыре мешалки, расположенные под углом 45° , кроме того, внутри ванны располагается перемешивающее устройство, работающее, когда изделие находится вне ванны. Для поддержания необходимой температуры $20-25^{\circ}\text{C}$ ванна оборудована рубашкой для подогрева или охлаждения, причем для подогрева используется тепло, выделяемое сушильными установками.

Установка охлаждения представляет собой сварную емкость с подачей воздуха вентилятором снизу и с боков для обдува изделия.

Автооператоры, осуществляющие технологические перемещения, располагаются вдоль линии на путях, подвешенных к балкам перекрытий. Для загрузки и разгрузки изделий предусмотрены поворотные стойки, которые исключают возможность нахождения человека в зоне работы автооператора.

Необходимые компоненты добавляются с помощью дозаторов. Ванны пополняются один раз в смену насосами-дозаторами.

Кроме транспортирования изделий автооператорами возможно использование цепного конвейера. Однако при этом необхо-

димо устройство для снятия подвески с конвейера при погружении ее в ванну автоосаждения и в ванну промывки после окрашивания, так как время выдержки в этих ваннах невелико (30—60 с).

Преимуществами цепного конвейера является возможность использования более простого оборудования, проходной сушилки; навеску и снятие изделий можно осуществлять с одной стороны линии.

Недостатками цепного конвейера являются фиксированный во времени технологический процесс, сложность смены расцветок используемого ЛКМ и узла снятия подвески с конвейера.

7.12. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КРАСОК

Схема камеры для автоматического нанесения порошковых материалов в электростатическом поле приведена на рис. 7.47. По принципу работы камера аналогична камере для нанесения ЛКМ в электрическом поле. К распылителю 2, закрепленному на изоляционной стойке 1, подводится сжатый воздух из воздушной сети, порошковая краска из питателя 9 и высокое напряжение от генератора 10. При включении распылителя в работу мимо него на конвейере 5 с заданной скоростью перемещаются изделия 3. Для улавливания частиц порошка, не попавших на изделие, камера снабжена циклоном 8. Порошок, пролетающий мимо изделия, захватывается потоком воздуха и через отверстия в панели 6 попадает в циклон 8, где подвергается двухступенчатому осаждению, и вновь через порошковый питатель 9 подается к распылителю 2. Освобожденный от порошка воздух из циклона вентилятором 7 направляется в фильтры 4, установленные в потоке камеры, вторично очищается и возвращается в камеру.

Метод нанесения порошковых материалов в псевдоожигенном слое применяют при защите полимерными покрытиями малогабаритных изделий несложной конфигурации. Для нанесения

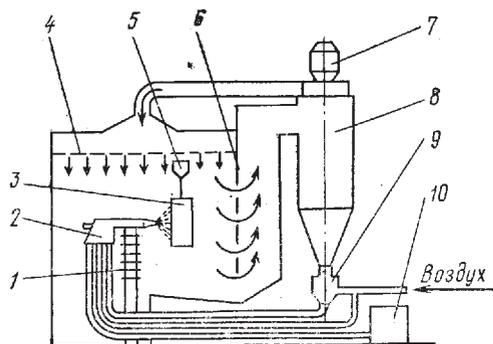


Рис. 7.47. Схема камеры для автоматического нанесения порошковых красок в электростатическом поле:

1 — стойка изоляционная; 2 — распылитель; 3 — окрашиваемое изделие; 4 — фильтры; 5 — конвейер; 6 — панель; 7 — вентилятор; 8 — циклон; 9 — питатель; 10 — генератор высокого напряжения

покрытия изделие, предварительно нагретое до температуры выше температуры плавления наносимого полимера, погружают в псевдооживленный слой порошка и выдерживают в нем определенное время (не более 30 с).

Способ характеризуется простотой аппаратного оформления и легкостью обслуживания установки, высокой производительностью, минимальными потерями порошка. К недостаткам способа относятся необходимость нагревания изделия и невозможность получения равномерного по толщине покрытия на поверхности изделий сложной конфигурации из-за неравномерного нагрева поверхности. Кроме того, значительные температуры нагрева изделия могут вызвать деструкцию наносимого порошка.

Установки для нанесения порошковых материалов в псевдооживленном слое в зависимости от условий образования взвешенного слоя имеют различную конструкцию и делятся на установки вихревого, вибрационного и вибровихревого нанесения.

Установка вихревого нанесения (рис. 7.48) представляет собой ванну 1 диаметром до 0,5 м и высотой до 1 м, изготовленную из тонколистовой стали. В нижней части ванны расположена воздушная камера 3, отделенная от ванны пористой перегородкой 2 и связанная с воздушной системой. На пористую перегородку насыпан слой мелкодисперсного порошка. В воздушную камеру подается сжатый воздух под давлением до 0,5 МПа. Проходя через пористую перегородку, восходящий поток воздуха разделяется на множество струй, которые, воздействуя на частицы порошка, переводят их во взвешенное (псевдооживленное) состояние.

Одним из основных элементов установки для вихревого нанесения является пористая перегородка (ложное дно) с размером пор 40—150 мкм, равномерно распределяющая подаваемый воздух по всему сечению ванны и обеспечивающая стабильность псевдооживленного порошка.

Для изготовления пористой перегородки применяют керамические плиты толщиной 20 мм из кизельгура и стеклянной муки, пористые фильтры, изготовленные из порошков методом спекания, стеклоткань с размером пор 50—100 мкм, уложенную в три-четыре слоя между двумя латунными сетками, пористые плитки из поливинилхлоридных смол, технический войлок толщиной 30—35 мм и другие материалы. Для предохранения пористой перегородки от разрушения ее заключают между двумя жесткими металлическими решетками.

Образование взвешенного слоя в установках вибрационного нанесения происходит в результате воздействия на порошок вынужденных колебаний определенной частоты и амплитуды (вибрации). Конструкция установок вибрационного нанесения

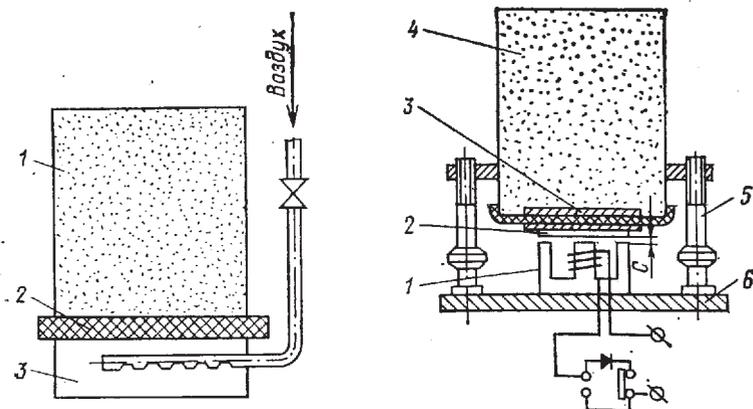


Рис. 7.48. Схема установки вихревого нанесения порошковых красок:
 1 — ванна псевдооживления; 2 — пористая перегородка; 3 — воздушная камера

Рис. 7.49. Схема установки вибрационного нанесения порошковых красок:
 1 — электромагнит; 2 — вибратор; 3 — эластичное днище; 4 — ванна псевдооживления;
 5 — стойка; 6 — основание

проста. Вибратор, являющийся главным элементом установки, может быть механическим, пневматическим, электромагнитным и электродинамическим. Установка должна иметь приспособления для регулирования частоты и амплитуды колебаний и создания возмущающего усилия.

Вибрационное нанесение порошков в псевдооживленном слое по сравнению с вихревым имеет ряд преимуществ: для нанесения не требуется сжатый воздух, температура предварительного нагрева изделия может быть несколько ниже, так как отсутствует охлаждение полимерного материала проходящими потоками воздуха, а также выдувание частиц порошка, устраняется возможность образования воздушных пузырей при нанесении покрытия на изделия с внутренними полостями. Однако области применения вибрационного нанесения ограничиваются его недостатками: при использовании вибраторов для создания взвешенного слоя предъявляются повышенные требования к дисперсности порошка и подбору компонентов по массе и размерам частиц, чтобы не происходило расслоения смеси по фракциям; наблюдается неравномерность взвешенного слоя по высоте и сечению установки, что вызывает неравномерность покрытия изделия по высоте.

На рис. 7.49 приведена схема установки вибрационного нанесения с электромагнитным вибратором. Установка выполнена в виде стационарной ванны 4 с эластичным днищем 3, установленной с помощью стоек 5 на основании 6. Под днищем смонтирован якорь вибратора 2, а на определенном расстоянии от

него (зазор C) на основании установлен сердечник электромагнита I . Аппарат работает на двух частотах сети (50 и 100 Гц), частоту колебаний изменяют в широких пределах регулированием зазора между сердечником электромагнита и якорем вибратора. При работе установки под действием вибратора дно ванны колеблется и переводит порошок в псевдооживенное состояние.

Наилучшие результаты по нанесению порошковых материалов в псевдооживленном слое достигаются при совмещении вихревого и вибрационного способов. При вибровихревом нанесении наблюдается более равномерное распределение частиц порошка по его объему, что дает более равномерное по толщине покрытие. В этом случае установку для вихревого нанесения устанавливают на мембрану, которая при помощи электромагнитного вибратора получает вертикальное перемещение с определенной частотой.

Для нанесения порошкового материала в **ионизированном псевдооживленном слое** в промышленности применяют установки, конструкции которых аналогичны устройствам для нанесения порошка в псевдооживленном слое. Установка (рис. 7.50) представляет собой ванну 3 , установленную на изоляторах 7 и имеющую в нижней части пористую перегородку (ложное дно) 2 , которая отделяет ванну от воздушной камеры 8 . Над пористой перегородкой расположена система коронирующих электродов (ионизаторов) 6 , представляющая собой решетку с иглами, сетку или тонкую нихромовую проволоку. Электроды соединены с отрицательным полюсом ИВН 1 (положительный полюс заземлен).

При подаче в камеру 8 сжатый воздух, равномерно распределяясь, проходит через пористую перегородку и образует взвешенный слой порошкового материала. Окрашиваемые изделия 5 с помощью подвесного конвейера 4 перемещаются над ванной и погружаются во взвешенный слой. Для осаждения

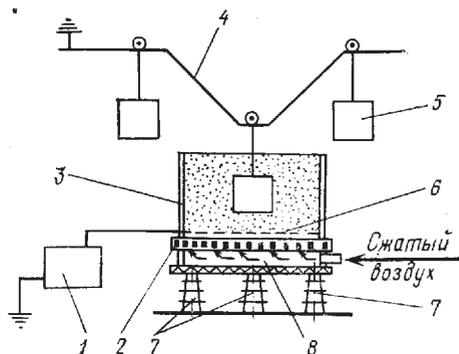


Рис. 7.50. Схема установки нанесения порошковых красок в ионизированном псевдооживленном слое:

1 — ИВН; 2 — пористая перегородка; 3 — ванна псевдооживления; 4 — конвейер; 5 — изделие; 6 — коронирующие электроды; 7 — изоляторы; 8 — воздушная камера.

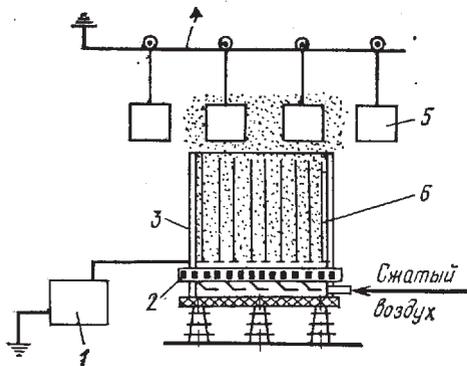


Рис. 7.51. Схема установки нанесения порошковых красок в облаке заряженных частиц:
 1 — ИВН; 2 — пористая перегородка; 3 — ванна псевдооживления; 4 — конвейер; 5 — окрашиваемое изделие; 6 — электроды

порошка равномерным слоем на поверхности холодного изделия и возможности регулирования его толщины в ванне создается электрическое поле. Частицы порошка, получая отрицательный заряд, равномерно покрывают изделие, имеющее противоположный заряд, и прочно удерживаются на его поверхности. Толщина покрытия определяется временем нахождения изделия в ванне (от 2 до 10 с) и напряжением электрического поля (от 10 до 50 кВ).

При нанесении порошка в ионизированном псевдооживленном слое на поверхность изделий сложной конфигурации в ванне размещают дополнительные электроды. Во всех случаях расстояние между электродами должно быть не менее 50 мм, а между изделием и ближайшим электродом — не менее 200 мм.

На рис. 7.51 схематически показан принцип работы установки для нанесения порошковых материалов на изделие в облаке заряженных частиц. Установка имеет ванну 3 с пористой перегородкой 2 и систему электродов 6, соединенную с ИВН 1. Изделия 5 на конвейере 4 проходят над ванной с взвешенным ионизированным слоем порошка, не погружаясь в нее; электроды представляют собой решетки с иглами, острия которых подняты почти до поверхности взвешенного слоя порошка. При работе установки над поверхностью взвешенного слоя образуется облако заряженных частиц, проходя через которое заземленное изделие покрывается равномерным слоем порошка.

Поскольку в этом случае окрашиваемые изделия не погружаются в ванну, можно увеличить их размеры (по сравнению с размерами изделий при нанесении порошка в ионизированном псевдооживленном слое), а также скорость конвейера.

В табл. 7.36 приведены основные технические характеристики оборудования для нанесения порошковых полимерных красок.

Таблица 7.36. Основные технические характеристики оборудования для нанесения порошковых полимерных красок

| Наименование оборудования | Назначение | Производительность, м ² /ч | Габариты окрашиваемых изделий, мм |
|---|---|---------------------------------------|---|
| Комплектная линия для окрашивания (чертеж ХБ 001.100.00.00) | Пневмоэлектростатическое распыление на холодные изделия | 180 | 630×1000×1000 |
| Комплектная линия для окрашивания (чертеж Г 5369.000) | То же | 80—160 | 630×630×1000 |
| Малогабаритная линия для окрашивания с быстрой сменой материала (чертеж ХБ 01.0004.00.00) | » | 80—150 | 400×400×800 |
| Установка для нанесения покрытий на трубы УралНИТИ (чертеж 1592.000) | Пневмоэлектростатическое распыление на нагретое изделие | 340 | 820—1420 (диаметр) |
| Комплектная линия для окрашивания (чертеж 1128.00.000) | Пневмоэлектростатическое распыление на холодное изделие | 60 | 350×280×350 |
| Установка для окрашивания «Уран-100» | То же | 40 | 400×400×400 |
| Установка для окрашивания «Уран-600» | » | 40 | 600×600×600 |
| Установка для окрашивания «Триб-1» | Пневмоэлектростатическое распыление с трибозарядом | 15 | 800×900 |
| Установка для окрашивания «Импульс 125» | Пневмоэлектростатическое распыление на холодное изделие | 15 | 750×600×600 |
| Установка УЭИП-1 | Погружение в псевдоожоженный слой с применением электрополя | 100—200 | Не более 100 по высоте |
| Автоматизированная установка ПИЖМ | Погружение в псевдоожоженный слой | До 300 шт/ч | 30×48×8; 60×24×8 |
| Установка для нанесения пазовой и торцевой изоляции магнитопроводов типа УПТМ | Погружение в псевдоожоженный слой (вибровихревой) с применением электрополя | 12 шт/ч | Габариты ка- меры: высота — 250 мм, диаметр — 200 мм |

ТИПОВЫЕ АГРЕГАТЫ КОМПЛЕКСНЫХ ОКРАСОЧНЫХ ЛИНИЙ

8.1. ТИПОВЫЕ АГРЕГАТЫ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ

Стационарные ванны для химической подготовки поверхности. В условиях мелкосерийного и единичного производства обезжиривание, травление и фосфатирование, как правило, осуществляют в стационарных ваннах с ручной или механизированной загрузкой и выгрузкой изделий. Размеры ванны определяются размерами обрабатываемых изделий, их количеством, технологическим процессом подготовки поверхности. Во всех случаях внутренние размеры ванны должны обеспечить возможность обработки изделий наибольших размеров с сохранением необходимых зазоров между изделиями и стенками ванны.

Ванны для обезжиривания, травления, нейтрализации, пассивирования и промывки сходны по конструкции и отличаются материалом, из которого они изготовлены. Внутреннюю поверхность ванн для химического травления при температуре до 60 °С и промывки водой после травления футеруют кислотоупорными материалами (резиной, диабазовыми плитками на кислотоупорном цементе, фаолитом, винилпластом). Ванны для травильных растворов с температурой выше 60 °С изготавливают из коррозионностойких сталей.

Ванны для горячего травления оборудуют свинцовыми или стальными освинцованными трубчатыми змеевиками, а также змеевиками из коррозионностойкой стали.

В конструкции ванны для фосфатирования должен быть предусмотрен погружной или выносной нагреватель, необходимый для нагрева фосфатирующего раствора до температуры 50—80 °С (в зависимости от состава раствора). В связи с интенсивным шламообразованием при фосфатировании в днище ванны встраивают люк для удаления шлама. Поскольку фосфатирующий раствор имеет кислую реакцию ($\text{pH}=2-3$), во избежание разрушения стальных поверхностей ванны и загрязнения фосфатирующего раствора ионами железа ванны футеруют кислотоупорными материалами или изготавливают из коррозионностойких сталей.

Нагреватели фосфатирующего раствора рекомендуется изготавливать из латунных труб, на которых шлам осаждается меньше, чем на стальных трубах.

Ванны для нейтрализации и промывки делают из листовой стали. Если в раствор может попасть кислота, внутренние стенки ванны необходимо также футеровать кислотоупорными ма-

териалами. Раствор в ваннах подогревают с помощью пара, горячей воды, электроэнергии или газа.

Для перекачивания кислотных растворов в ваннах и камерах травления, фосфатирования и первой промывки после травления применяют центробежные насосы из кислотоупорных материалов. Для ванн щелочного обезжиривания, нейтрализации, пассивирования и промывки устанавливают насосы вихревого или центробежного типа в обычном исполнении. Трубопроводы для перекачки кислотных растворов изготавливают из коррозионноустойчивой стали, винилпласта, освинцованной стали и других кислотоупорных материалов.

Установки струйной обработки. Ускорение и улучшение качества очистки поверхности изделий достигается при их струйной обработке, при этом продолжительность процесса сокращается примерно в 3—4 раза по сравнению с окунанием. Применяют струйные установки различной конструкции — от простых устройств для орошения изделий до сложных агрегатов, в которых изделия на конвейере непрерывно перемещаются в последовательно смонтированных секциях обезжиривания, промывки, травления, фосфатирования, пассивирования и т. п.

Для подготовки поверхности изделий при единичном и мелкосерийном производстве находят применение однопозиционные агрегаты периодического действия. Обработка изделий в таких агрегатах производится путем периодического последовательного включения насосов, подающих обрабатывающие растворы по заданной программе. Как правило, в одном агрегате последовательно выполняются три технологические операции: обезжиривание, промывка горячей водой, окончательная промывка.

Высококачественная подготовка поверхности к окрашиванию в условиях массового и серийного производства осуществляется в многопозиционных струйных установках непрерывного или периодического действия. Многопозиционные агрегаты периодического действия устанавливают при использовании конвейеров периодического действия. Агрегаты периодического действия характеризуются отсутствием зон стоков: растворы подаются в них циклично при прохождении изделий с помощью программного устройства. При этом зоны струйной обработки отделяются друг от друга раздвижными или шторными дверьми.

Более распространены агрегаты струйной обработки непрерывного действия. Установка (рис. 8.1) представляет собой туннельную камеру, состоящую из зон струйной обработки (обезжиривания, промывок, фосфатирования и пассивирования), стоков и тамбуров (входного и выходного). Число зон струйной обработки определяется технологическим процессом подготовки поверхности и может быть различным (от 3 до 7).

Корпус камеры представляет собой металлический каркас, обшитый металлическими панелями в виде щитов с двойными

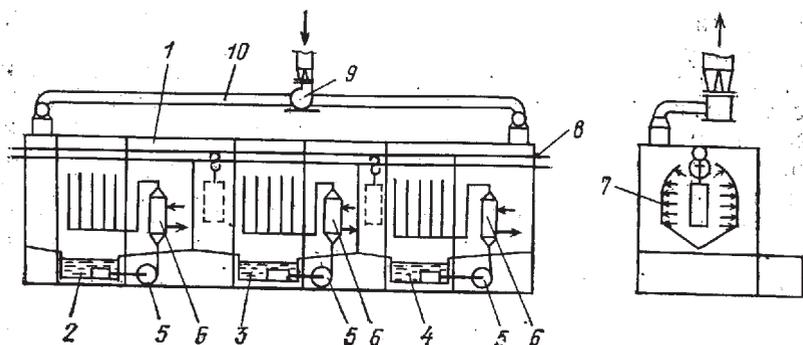


Рис. 8.1. Схема агрегата струйной подготовки поверхности:

1 — камера; 2 — ванна зоны обезжиривания; 3 — ванна зоны промывки; 4 — ванна зоны пассивирования; 5 — насос; 6 — теплообменник; 7 — контур с насадками (форсунками); 8 — конвейер; 9 — вентилятор; 10 — воздуховод

стенками, пространство между которыми заполнено теплоизоляционным материалом, обычно шлаковатой. В последних конструкциях корпус агрегата выполняется бескаркасным, собираемым из отдельных внутренних и внешних панелей. При этом внутренние панели являются несущими, а наружные — облицовочными. Воздушная прослойка между панелями выполняет роль теплоизоляции.

В зонах струйной обработки вдоль стен с шагом 250—300 мм располагаются вертикальные трубы с насадками или форсунками, в которые под давлением 0,15—0,2 МПа подаются растворы для обработки изделий. Расстояние от сопла до изделий при этом составляет 0,3—0,5 м.

В зонах обезжиривания и промывок, где качество обработки во многом зависит от механического воздействия струи, устанавливают насадки с круглым или плоским сечением, а в зонах фосфатирования и пассивирования, где требуется равномерное орошение обрабатываемой поверхности, — форсунки (рис. 8.2). Сопла насадок и форсунок снабжены шаровыми опорами, что позволяет располагать их под разными углами к обрабатываемой поверхности и тем самым обеспечивать равномерный облив всей поверхности, в том числе и труднодоступных участков изделий сложной конфигурации. Длина зон струйной обработки определяется скоростью конвейера и продолжительностью обработки и зависит от типа применяемых составов, их температуры, степени и характера загрязнений. В нижней части зон струйной обработки располагаются ванны с растворами. Ванны обычно устанавливают на полу цеха и они часто служат основанием, на котором монтируется корпус агрегата.

В процессе работы агрегата часть растворов загрязняется и уносится с изделиями. Для освежения и компенсации израс-

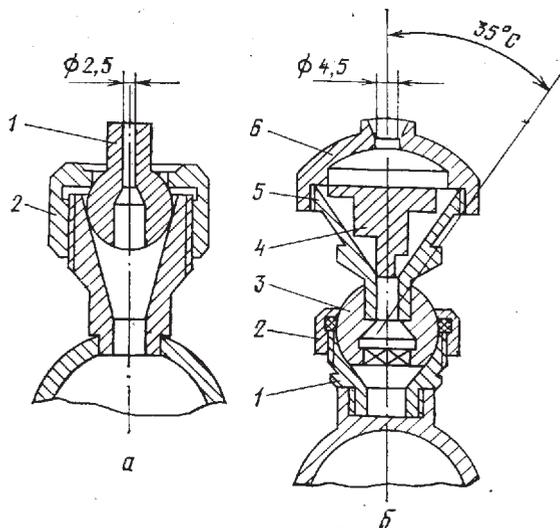


Рис. 8.2. Насадки (форсунки) с шаровым креплением:

a — с поворотным соплом; *b* — прямоточная с шарнирным шаровым креплением:
 1 — корпус; 2 — гайка; 3 — втулка шаровая; 4 — винт; 5 — конус; 6 — крышка

ходованных растворов в ванны периодически добавляют концентрированные растворы, отдельные компоненты и воду. Для сокращения расхода свежей воды в случае применения двух и более промывок часто используют воду от предыдущей промывки. В этом случае чистая вода поступает непрерывно только в ванну второй промывки, а в ванну первой промывки подается вода из ванны второй промывки.

Технические характеристики некоторых агрегатов для струйной подготовки поверхности, изготавливаемых рядом предприятий, приведены в табл. 8.1. В табл. 8.2 приведены наиболее характерные дефекты при подготовке поверхности изделий, вызванные неисправностями работы агрегатов струйной подготовки и способы их устранения.

8.2. ОКРАСОЧНЫЕ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

Нанесение ЛКМ методами распыления связано со значительным загрязнением окружающего воздуха аэрозолем ЛКМ и парами растворителей, что делает работу небезопасной в санитарном и пожарном отношении. Для обеспечения необходимых санитарно-гигиенических условий труда, пожаро- и взрывобезопасности окрашивание проводят в специальных распылительных камерах, обеспечивающих максимальное удаление из зоны распыления загрязненного воздуха и его очистку.

Таблица 8.1. Технические характеристики проходных агрегатов непрерывного действия с паровым обогревом для струйной химической подготовки поверхности, изготавливаемых рядом предприятий

| Обозначение | Число зон струйной обработки | Размеры транспортного проема, мм | Скорость конвейера, м/мин | Производительность, м ² /ч |
|--|------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| ПО «Антикормаш» | | | | |
| АСО 0,7×1,0 (чертеж АБ 93.374) | 3 | 1000×700 | 1,0 | 250 |
| АСФ 0,7×1,0 (чертеж АБ 93.388) | 6 | 1000×700 | 1,0 | 250 |
| АСО 1,0×1,6 (ТУ 26—02—1012—85) | 3 | 2000×1000 | 1,0 | 250 |
| АСФ 1,0×1,6 (ТУ 26—02—1012—85) | 6 | 2000×1000 | 1,0 | 250 |
| Завод средств механизации, г. Харьков | | | | |
| Чертеж 68-1140-00 | 3 | 2000×1630 | 1,0 | 150—300 |
| Чертеж 68-1145-00 | 4 | 2000×630 | 1,0 | 150—300 |
| Чертеж 68-1144-00 | 3 | 2000×2000 | 1,0 | 300—600 |
| Чертеж 68-1149-00 | 4 | 2000×2000 | 1,0 | 300—600 |
| НПО «Спецоборудование» | | | | |
| Чертеж 401.259.00 | 4 | 630×500 | 2,0 | — |
| Чертеж 401.258.00 | 4 | 2500×1000 | 2,0 | 220 |

Продолжение табл. 8.1

| Обозначение | Установленная мощность, кВт | Масса, кг | Габариты, мм |
|--|-----------------------------|-----------|-----------------|
| ПО «Антикормаш» | | | |
| АСО 0,7×1,0 (чертеж АБ 93.374) | 20,4 | 13 600 | 13510×4030×5140 |
| АСФ 0,7×1,0 (чертеж АБ 93.388) | 42,3 | 26 700 | 23910×4420×5140 |
| АСО 1,0×1,6 (ТУ 26—02—1012—85) | 34,4 | 20 000 | 15850×4050×5725 |
| АСФ 1,0×1,6 (ТУ 26—02—1012—85) | 66,67 | 38 500 | 29110×4500×5725 |
| Завод средств механизации, г. Харьков | | | |
| Чертеж 68-1140-00 | 67,7 | 21 180 | 20800×3300×4700 |
| Чертеж 68-1145-00 | 104,5 | 33 800 | 28000×3300×4700 |
| Чертеж 68-1144-00 | 97,3 | 30 140 | 20800×4650×6200 |
| Чертеж 68-1149-00 | 179,3 | 45 890 | 28000×4650×6200 |
| НПО «Спецоборудование» | | | |
| Чертеж 401.259.00 | 61,7 | 63 000 | 29395×5310×6020 |
| Чертеж 401.258.00 | 93,27 | — | 25395×4400×5390 |

Таблица 8.2. Дефекты работы агрегата подготовки поверхности, их причины и способы устранения

| Дефекты | Возможные причины | Способы устранения |
|--|--|--|
| Крупнокристаллическое строение фосфатной пленки; пониженная стойкость к коррозии | Подготовка поверхности деталей производилась травлением | Заменить операцию травления дробеструйной обработкой поверхности или промыть травленные детали в содовом растворе |
| Тонкая светло-серая просвечивающая фосфатная пленка | Недостаточная продолжительность фосфатирования | Увеличить время фосфатирования деталей |
| Неравномерная пятнистая пленка, участки поверхности плохо обезжирены или без фосфатного слоя | Плохая подготовка поверхности деталей перед фосфатированием Детали из высоколегированной стали не отрегулировано направление струй из форсунок или насадок Форсунки или насадки загрязнены | Улучшить очистку поверхности деталей Применить специальный раствор Установить форсунки и насадки так, чтобы обеспечивался полный равномерный облив деталей Прочистить форсунки и насадки, при необходимости снять и очистить контуры облива, установив в агрегате запасные форсунки |
| Пониженная стойкость фосфатной пленки к коррозии | Насадки не создают проектного напора и производительности Низкая концентрация раствора Низкая температура раствора Неправильное соотношение общей и свободной кислотности | Проверить насосы и электродвигатели, при необходимости заменить Повысить концентрацию раствора до рабочей Повысить температуру раствора Откорректировать раствор, добавив необходимые реактивы |
| Серо-зеленый порошкообразный налет на пленке | Взмучивание осадка при фосфатировании | Удалить осадок; снизить температуру раствора; дать раствору отстояться |
| Травление фосфатированной поверхности | Свободная кислотность выше нормы вследствие перегрева раствора | Снизить кислотность раствора путем его частичной нейтрализации |
| Повышение шламообразования | Свободная кислотность ниже нормы вследствие излишней нейтрализации раствора | Ввести в раствор небольшое количество фосфорной кислоты |
| Увеличение расхода реактивов, образование слоев черной массы | Высокая щелочность обезжиривающего раствора перед фосфатированием | Снизить щелочность обезжиривающего раствора |

| Дефекты | Возможные причины | Способы устранения |
|---|--|---|
| Отсутствие фосфатного покрытия на внутренних полостях деталей | Образование газовых мешков при фосфатировании | Изменить способ навешивания деталей на подвеску |
| Уровень моющей жидкости в ванне у заборного патрубка ниже уровня жидкости в ванне | Засорились сетчатые фильтры | Проверить соединения трубопровода, затянуть болты, сменить прокладки |
| Насос вместе с жидкостью качает воздух | Неплотности в трубопроводах и сальниках насосов | Подтянуть или сменить сальники |
| Моющая жидкость вытекает через сальники насоса | Изношены сальники насоса | То же |
| Течь моющей жидкости в соединениях трубопроводов и теплообменников | Нарушена герметичность фланцевых и резьбовых соединений трубопроводов | Подтянуть гайки фланцев и соединительные муфты |
| Растворы медленно или совсем не агрегуются | На трубах теплообменника образовалась накипь | Очистить трубы теплообменника |
| Попадание раствора из одной зоны агрегата в другую | Низкое давление пара Жидкость уносится с изделием | Увеличить подачу пара Изменить навеску деталей |
| | Перелив растворов плохо отрегулированными форсунками или насадками | Отрегулировать направление струй из форсунок или насадок |
| Выход паров из проемов агрегата | Отсутствуют перегородки между зонами агрегата | Установить перегородки между зонами, максимально закрыть проемы резиновыми листами |
| | Высокая температура растворов | Уменьшить температуру растворов до минимально возможных значений |
| Падение и раскачивание изделий в агрегате | Недостаточная вытяжка паровоздушной смеси вытяжным вентилятором | Проверить производительность вытяжного вентилятора, довести ее до расчетной |
| | Высокое давление струй раствора; изделия ненадежно закреплены на подвесках | Уменьшить давление жидкости; установить внутри агрегата направляющие; изделие навесить за две точки |
| Усиленное пенообразование в ванне обезжиривания | Повышенное давление и температура раствора | Отрегулировать температуру и давление |
| | Повышенное содержание пенообразователя в растворе | Ввести в раствор пеногасителя |

Распылительные камеры — стационарные или передвижные устройства, в которых производится нанесение ЛКМ распылением.

По конструкции и габаритам распылительные камеры весьма разнообразны. Различают камеры для окрашивания мелких (части приборов, детали машин и механизмов), средних (кабины и кузова автомобилей, узлы станков и сельскохозяйственных машин) и крупных (автобусы, троллейбусы, вагоны, тепловозы) изделий. Камеры, в которых окрашивают мелкие изделия, называют обычно кабинами, поскольку оператор в этом случае находится вне рабочей зоны (окраска производится через открытый проем).

В зависимости от вида производства и организации окрасочных работ камеры подразделяются на тупиковые (периодического действия) и проходные (непрерывного или периодического действия). Они различаются расположением транспортных и рабочих проемов, а также отдельных элементов. Проходные камеры применяют при серийном и массовом производстве, тупиковые — при мелкосерийном и единичном (индивидуальном) производстве. По расположению и числу рабочих мест проходные камеры могут быть односторонние и двусторонние.

Классификация распылительных камер приведена в табл. 8.3 (рис. 8.3). Необходимым условием хорошей работы камеры является правильный выбор направления потока воздуха в ее рабочей зоне. По направлению движения отсасываемого воздуха различают камеры с поперечным, нижним и продольным отсосом (последний тип камер применяется сравнительно редко).

К распылительным камерам предъявляется ряд требований: они должны быть удобны в работе и в обслуживании, обеспечивать оптимальные условия для нанесения ЛКМ и полное удаление из рабочей зоны растворителей и аэрозоля ЛКМ (исключить их распространение в цех); быть пожаро- и взрывобезопасными, обеспечивать соответствующие санитарно-гигиенические условия труда обслуживающего персонала.

Распылительные камеры состоят из следующих основных элементов: корпуса, гидрофилтра, ванны, насосного агрегата, вытяжного (или приточно-вытяжного) вентиляционного агрегата. Схема распылительной камеры с нижним отсосом и верхним притоком воздуха изображена на рис. 8.4.

Корпус камеры служит для ограждения зоны окрашивания от помещения цеха. Он может быть сварным или собранным из отдельных секций при помощи болтовых соединений. Несущими конструкциями корпуса являются стальные профильные элементы, обшивкой — листовая сталь. В стенах корпуса расположены закрываемые или незакрываемые (открытые) проемы: дверные — для входа в камеру и транспортные — для прохода изделий (для проходных камер больших размеров) или рабочий

Таблица 8.3. Классификация распылительных камер

| Тип камеры | Вид камеры | Транспортное средство | Технологическая схема | Схема | Область применения |
|------------|-----------------------|--|---|----------------------------|--|
| I | Распылительная кабина | — | С поперечным отсосом воздуха, форсуночным гидрофильтром и поворотным кругом | Рис. 8.3, а | При непоточном производстве для окрашивания единичных и мелких изделий |
| II | Окрасочная тупиковая | Тележка, монорельс, поворотный круг | С поперечным отсосом воздуха, форсуночным или экранным гидрофильтром, поворотным кругом и подъемником периодического действия С нимним отсосом и верхним притоком воздуха и гидрофильтром, периодическая | Рис. 8.3, б Рис. 8.3, в | При непоточном производстве для окрашивания изделий малых и средних габаритных размеров сложной конфигурации При непоточном производстве для окрашивания изделий средних и крупных габаритных размеров сложной конфигурации |
| III | Окрасочная проходная | Напольный транспортер | Двусторонняя, с продольным отсосом воздуха, периодическая Двусторонняя, с продольным отсосом воздуха и частичным охватом поверхности изделия, периодическая и непрерывная | Рис. 8.3, г Рис. 8.3, д | При поточном производстве для окрашивания изделий средних и крупных габаритных размеров При поточном производстве для окрашивания вагонов |
| IV | Окрасочная проходная | Подвесной транспортер Напольный и подвесной транспортер | Двусторонняя, с поперечным отсосом воздуха, форсуночным или экранным гидрофильтром, непрерывная С нижним отсосом, верхним притоком воздуха и бесфорсуночным гидрофильтром, непрерывная и периодическая | Рис. 8.3, е Рис. 8.3, ж | При поточном производстве для окрашивания изделий малых и средних габаритов большой длины и сложной конфигурации При поточном производстве для окрашивания изделий средних габаритов |
| V | Бескамерная | Подвесной и напольный транспортер | С нижним отсосом и бесфорсуночным гидрофильтром, периодическая | Рис. 8.3, з | При поточном производстве для окрашивания крупных изделий небольшой высоты |

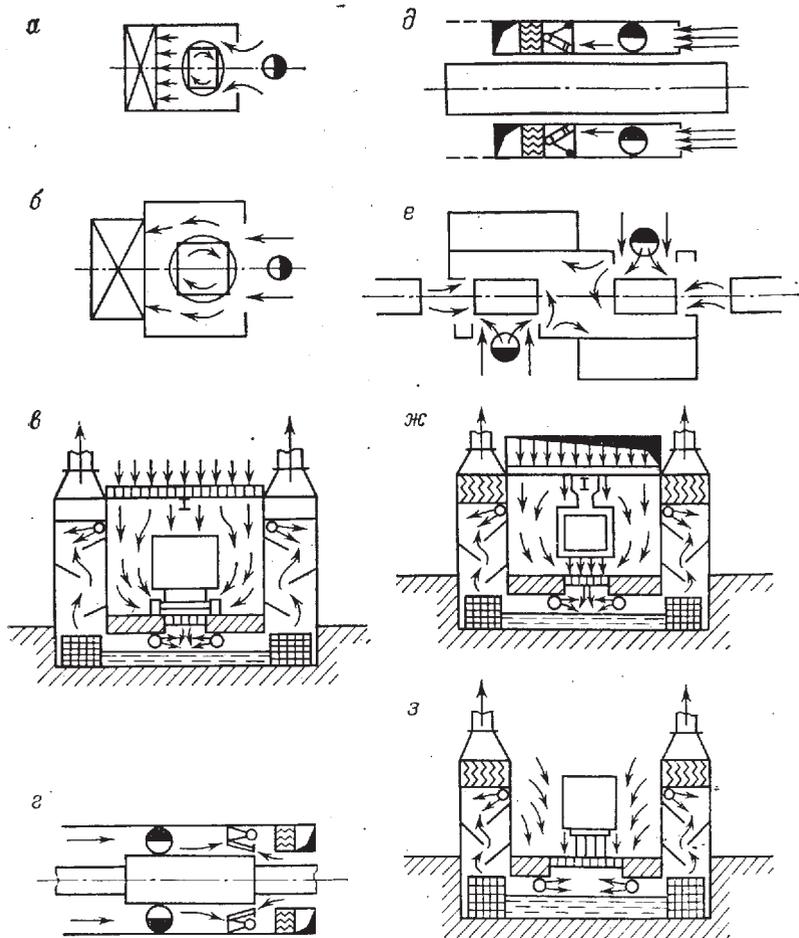


Рис. 83. К табл. 8.3

проем (для тупиковых камер). Кроме того, имеются нижний или боковые проемы для отсоса загрязненного воздуха и нередко верхний — для подачи чистого воздуха.

Для освещения окрашиваемых изделий внутри корпуса на стенах или крыше устанавливаются светильники взрывобезопасного типа — люминесцентные лампы или лампы накаливания (например, типа ВЗБ-200 или ВЗГ-200). Непременным дополнением камер тупикового типа являются поворотные круги, транспортные и другие приспособления для загрузки, выгрузки, установки и поворота изделий во время окрашивания; они обычно крепятся к корпусу камеры. Гидрофильтр предназначен для очистки отсасываемого из рабочей зоны воздуха от аэрозоля

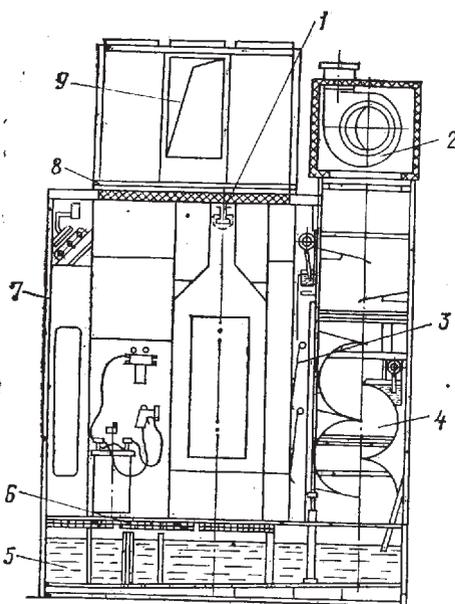


Рис. 8.4. Схема распылительной камеры проходного типа для окрашивания изделий средних габаритов:

1 — монорельс конвейера; 2 — вентилятор; 3 — экран; 4 — гидрофильтр; 5 — ванна; 6 — решетчатый настил; 7 — корпус камеры; 8 — фильтр; 9 — короб приточной вентиляции

ЛКМ. Гидрофильтры подразделяются на форсуночные, экранные, лотковые (бесфорсуночные) и пенные. По конструкции они имеют много общего и различаются лишь системой подачи и распределения очищающего агента (воды). Гидрофильтр — короб из листовой стали с отверстиями для входа и выхода отсасываемого воздуха. Входное отверстие его непосред-

ственно примыкает к корпусу камеры, выходное присоединяется к воздуховоду, идущему к вентилятору. Размеры гидрофильтра определяются количеством отсасываемого воздуха и его скоростью, которая на входе в гидрофильтр не должна превышать 5,5 м/с, а внутри гидрофильтра — 5,0 м/с.

Один из наиболее широко применяемых — экранный гидрофильтр (рис. 8.5) — состоит из корпуса 1, воздухопромывного канала 10, ванн-лотков 9, влагоотбойных щитков 4 и сепаратора 3. Корпус собирается из панелей, которые имеют отбортовки и приварные ребра для жесткости и сборки отдельных элементов. Воздухопромывной канал образуется горизонтальными полуцилиндрическими отражателями, расположенными вдоль стен и жестко закрепленными внутри корпуса гидрофильтра. Эти отражатели одновременно служат для создания водяных завес. В ряде конструкций воздухопромывной канал образуется лотками, выполненными в виде горизонтальных металлических пластин, которые установлены под углом к продольной стене гидрофильтра.

Вода, равномерно переливаясь из ванны-лотка, попадает на внутреннюю поверхность верхнего полуцилиндрического отражателя и далее, стекая с отражателя на отражатель, образует каскад из водяных завес.

Поступающий навстречу воздух перемешивается с водой и окончательно очищается от краски, проходя через ряд завес. Воду в ванну-лоток подают через трубу с патрубками, расположенными с шагом 400—500 мм. Диаметр патрубка — не ме-

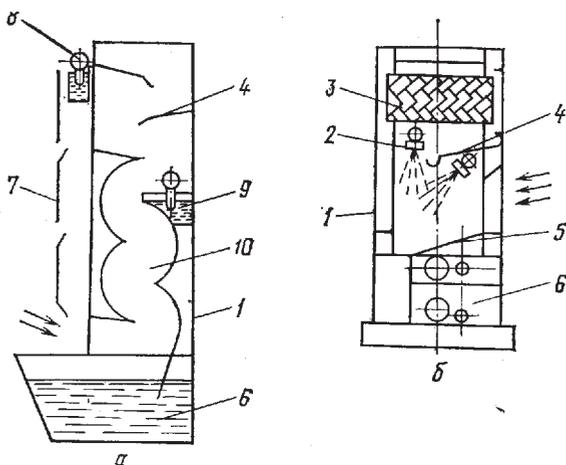


Рис. 8.5. Экранный (а) и форсуночный (б) гидрофилтры:

1 — корпус; 2 — форсунка; 3 — сепаратор; 4 — влагоотбойный щиток; 5 — распределительный щиток; 6 — отстойная ванна; 7 — экран; 8 — водоподводящая труба; 9 — ванна-лоток; 10 — воздухопромывной канал

нее 25 мм для предотвращения забивания его частицами ЛКМ. В верхней части канала располагаются влагоотбойные щитки, предназначенные для отделения воздуха от капель воды и частиц ЛКМ, случайно прошедших систему завес. Они устанавливаются под углом 12—15° к горизонтальной плоскости и перекрывают один другой на 50 мм. В ряде конструкций гидрофилтров роль влагоотбойников выполняют сепараторы — набор гофрированных металлических пластин, согнутых под углом 90° и расположенных на равном расстоянии друг от друга. Собранные в секции, они, как и влагоотбойные щитки, создают лабиринт на пути движения воздуха.

Гидрофилтры для камер с разной системой отсоса воздуха практически одинаковы и различаются только некоторыми дополнительными устройствами. Так, для камер с нижним отсосом воздуха в нижней части корпуса со стороны камеры устанавливается ванна-лоток для создания первичной водяной завесы, перекрывающей всасывающее отверстие. Для камер с поперечным отсосом воздуха на гидрофилтр со стороны корпуса камеры дополнительно устанавливается секционный экран, состоящий из нескольких свободно висящих металлических листов, над которыми укрепляется ванна-лоток.

Сплошная пленка воды (толщиной 2—3 мм), стекающая через бортик ванны-лотка по экрану, создает первичную водяную завесу на пути движения воздуха, вызывая коагуляцию уносимого аэрозоля ЛКМ. В воздухопромывном канале гидрофилтра воздух дополнительно проходит систему водяных завес, где

почти полностью очищается от частиц краски, прежде чем покинуть распылительную камеру. Коэффициент очистки воздуха в экранных гидрофильтрах достигает 92%, объем циркулирующей воды устанавливается в пределах 13—30 л/с при объеме отсасываемого воздуха 5—12 м³/с.

Форсуночный гидрофильтр (рис. 8.5, б) отличается по устройству от экранного. Водяные завесы в нем создаются форсунками, распределительным и лобовым щитками. Для распыления воды в форсуночных гидрофильтрах применяют винтовые и тангенциальные форсунки, причем первые более предпочтительны, так как создают более устойчивый факел; тангенциальные форсунки, однако, проще в изготовлении и редко засоряются. Диаметр отверстия форсунок составляет 5—6 мм. Расстояние между форсунками определяется эффективной длиной факела и углом конуса струи. Между рядами форсунок устанавливается щит из листовой стали, создающий направленный поток воздуха и препятствующий его прониканию в межструйное пространство.

Форсуночные гидрофильтры находят меньшее применение, чем экранные. Их основной недостаток — быстрое засорение водяной системы частицами ЛКМ, что вызывает необходимость частой чистки.

Гидрофильтр устанавливается на ванну, заполненную водой. Ванны распылительных камер могут быть металлическими или в виде забетонированных в полу приямков. В ваннах предусмотрены фильтры для очистки воды и устройства для слива ее во время чистки камеры и перелива в процессе эксплуатации. Уровень воды в ванне регулируется шаровым клапаном. В камерах с нижним отсосом воздуха верх ванны имеет перекрытие в виде решетки — оно является одновременно полом камеры.

Насосный агрегат служит для подачи воды из ванны в гидрофильтр, обеспечения ее непрерывной циркуляции. В его комплект входит насос (обычно центробежного типа) с электродвигателем взрывобезопасного типа и система трубопроводов. В процессе циркуляции количество воды вследствие уноса с воздухом постепенно уменьшается, кроме того, часть загрязненной воды непрерывно сливается в очистные сооружения, для восполнения подается чистая вода. Удельный объем циркулирующей воды в системе обычно принимается 2—3 л на 1 м³ отсасываемого воздуха; объем добавляемой чистой воды принимается из расчета 1—2% от объема циркулирующей воды.

Вентиляционный агрегат предназначен для отсоса воздуха из камеры. Он включает вентилятор, электродвигатель, всасывающий и нагнетательный воздухопроводы. Применяют вентиляторы осевого или центробежного типа низкого или среднего давления (в зависимости от аэродинамического сопротивления в системе), предназначенные для работы с огнеопасными веще-

Таблица 8.4. Технические характеристики окрасочных камер, изготавливаемых рядом предприятий

| Особенности окрасочной камеры | Обозначение | Размеры транспортного проема, мм | Количество отсасываемого воздуха, м³/ч | Расход сжатого воздуха, м³/ч | | Расход свежей воды, м³/ч | Установленная мощность, кВт | Масса, кг | Габариты, мм |
|--|---|----------------------------------|--|------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------|----------------|
| | | | | ручная окраска | автоматическая окраска | | | | |
| ПО «Антикормаш» | | | | | | | | | |
| Проходная непрерывного действия с поперечным отсосом воздуха для роботизированной (с роботом РП-1000) и ручной окраски | УОР 0,63×1,0 (ТУ 26-02-996—85) | 630×1000 | 32 500 | 12 | 72 | 0,81 | 33,48 | 7145 | 5270×4870×6035 |
| То же, но с роботом РП-1600 | УОР 1,0×1,6 (ТУ 26-02-996—85) | 1000×1600 | 32 500 | 12 | 72 | 0,81 | 33,32 | 7370 | 5270×5280×6035 |
| То же, но с роботом РБ-211, без ручной окраски | ГПМ 1,0×1,6 (ТУ 26-02-1017—85) | 1000×1600 | 32 500 | — | 200 | 0,81 | 36,96 | 7970 | 6300×5280×6035 |
| Тупиковая с поперечным отсосом воздуха для ручной окраски | РТП 1,8×1,5×1,5 (ТУ 26-02-1002—85) | 1800×1500 | 25 600 | 15 | — | 0,57 | 25,64 | 7420 | 5835×4625×6430 |
| То же, для окраски мелких изделий (распылительная кабина) | Чертеж ПЛ 210.015.00.00 (ТУ 26-02-851—80) | 630×630 | 5700 | 12 | — | 0,14 | 8,0 | 1540 | 1950×1675×3680 |

Продолжение табл. 8.4

| Особенности окрасочной камеры | Обозначение | Размеры транспортного проема, мм | Количество отсасываемого воздуха, м³/ч | Расход сжатого воздуха, м³/ч | | Расход свежей воды, м³/ч | Установленная мощность, кВт | Масса, кг | Габариты, мм |
|--|--------------------|----------------------------------|--|------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------|-----------------|
| | | | | ручная окраска | автоматическая окраска | | | | |
| Установка бескамерной окраски с нижним отсосом воздуха для ручной окраски крупногабаритных изделий | Чертеж АЗ 0302.001 | 6400×3000 | 62 000 | 25 | — | 1,6 | 66,0 | 9500 | 9000×6100×5225 |
| <i>Завод средств механизации, г. Харьков</i> | | | | | | | | | |
| Проходная непрерывного действия с поперечным отсосом воздуха для ручной окраски (однопозиционная) | Чертеж 68-1071-00 | 2000×630 | — | — | — | — | 38,95 | 7700 | 6720×4680×6460 |
| То же, двухпозиционная | Чертеж 68-1126-00 | 2000×1600 | — | — | — | — | 110,3 | 21 600 | 13750×5305×7706 |
| Проходная непрерывного действия с нижним отсосом воздуха для ручной окраски | Чертеж 68-1064-00 | 2000×2000 | — | — | — | — | 93 | 23 900 | 6550×8200×8480 |
| <i>НПО «Спецоборудование»</i> | | | | | | | | | |
| Проходная непрерывного действия двухпозиционная с поперечным отсосом воздуха для ручной окраски | Чертеж 411.153-00 | 630×500 | 29 727 | 40 | — | 1,0×2 | 54,3 | 12 700 | 7470×6090×4832 |
| То же | Чертеж 411.158-00 | 2500×1000 | 63 000 | 45 | — | 1,0×2 | 98,3 | — | 11008×6430×6150 |

Таблица 8.5. Дефекты работы распылительных камер, их причины и способы устранения

| Дефекты | Возможные причины | Способ устранения |
|---|--|---|
| На экраны и лотки не поступает вода; стрелки манометра сильно колеблются | Насос недостаточно за-лит водой; подсос воз-духа через неплотности трубопровода | Залить насос водой, затя-нуть фланцевые и другие соединения на всасываю-щем трубопроводе, под-тянуть сальниковые уплотнения. Устранить не-исправности в приемном клапане. Произвести очи-стку всасывающего и на-гнетательного трубопрово-дов и фильтров |
| На окрашиваемое из-делие попадают брызги воды Унос воды вентиля-цией | Слишком большая по-дача воды на экран и лотки | Уменьшить подачу воды, отрегулировать распыле-ние воды по экрану и лот-кам |
| Экран и внутренние поверхности гидро-фильтра и вентиля-торов закрашивают-ся | Подача воды в гидро-фильтр ниже нормы | Отрегулировать подачу во-ды; заменить уплотняю-щие кольца насоса |
| Содержание паров растворителя и кра-сочного аэрозоля в зоне дыхания рабо-чего выше нормы | Нарушения в работе краскораспылительной аппаратуры | Отрегулировать нормаль-ную работу краскораспы-лителя, фильтра и крас-конагнетательного бака, давление сжатого воздуха и краски |
| | Нарушение баланса воздуха в камере по притоку и вытяжке | Отрегулировать параметры работы приточно-вытяжной системы и систему термо-регулирования приточного воздуха |
| Насос потребляет большую мощность | Сильно затянут сальник | Ослабить затяжку сальни-ка Заменить рабочее колесо |
| Скорость воздуха в рабочем проеме и в горизонтальном се-чении камеры с ниж-ним отсосом ниже нормы | Рабочее колесо имеет слишком широкие ка-налы вследствие износа Увеличенная подача воды Сопротивление сети воздухопроводов увеличи-лось выше проектного, засорена краской вен-тиляционная система Утечки воздуха через неплотности воздухово-дов и открытые проемы люка Велик зазор между ра-бочим колесом и кол-лектором вентилятора | Уменьшить подачу воды запорной задвижкой Произвести очистку вен-тиляционной системы Устранить неплотности воздуховода Устранить зазор в соот-ветствии с инструкцией на вентилятор |

| Дефекты | Возможные причины | Способ устранения |
|---|--|--|
| Двигатель вентилятора работает с перегрузкой | Колесо вращается в обратную сторону Вентилятор подает больше воздуха, чем предусмотрено при выборе мощности электродвигателя | Изменить направление вращения колеса Задросселировать сеть, уточнить сопротивление сети, привести его в соответствие с напором вентилятора |
| Вибрирует вентилятор | Неудовлетворительная балансировка колеса или ротора двигателя; слабая затяжка болтовых соединений | Отбалансировать колесо или заменить другим; сменить двигатель, затянуть гайки на болтовых соединениях |
| Перегреваются подшипники насоса и вентилятора | Мало масла Плохо отцентрированы валы насоса (вентилятора) и электродвигателя | Добавить масло Отцентрировать валы |
| При работе камеры возникает сильный шум | Нет зазора между наружной обоймой шарикоподшипника и задней крышкой опорного кронштейна Слабое крепление дресселирующих клапанов Не установлены мягкие вставки | Снять заднюю крышку и между нею и опорным кронштейном поставить прокладку Закрепить клапаны |
| | Производительность насосной установки велика | Установить мягкие вставки на всасывающей и нагнетательной стороне вентилятора Отрегулировать подачу воды на завесы |
| | Вентиляционное помещение выполнено с отступлениями от проекта | Устранить отступления от проекта; уточнить акустический расчет; в случае необходимости использовать активные глушители непосредственно за вентилятором |
| | Завышена производительность вентиляционной системы | Уменьшить скорость воздуха в воздуховоде и уменьшить (диафрагмировать) транспортные и рабочие проемы камеры; выбрать режимы работы, при которых уровень шума минимальный |
| Быстро засоряются фильтры и насос | В ванну не добавляется коагулянт или раствор ванны не корректируется по содержанию коагулянта | Не реже одного раза в сутки добавлять коагулянт |

| Дефекты | Возможные причины | Способ устранения |
|-------------------------|--|--|
| Освещенность ниже нормы | Неправильно подобраны светильники по мощности и количеству Закрашено остекление | Заменить светильники Очистить стекла от краски Для облегчения очистки использовать легкосъемные покрытия |

ствами. Электродвигатели вентиляторов должны быть во взрывобезопасном исполнении. Для поглощения шума вентилятор и электродвигатель устанавливают на виброизолирующее основание. Воздуховоды изготовляют из листовой стали. Для уменьшения шума рекомендуется присоединять их к вентилятору через гибкие рукава. Вытяжной воздуховод выводят на 2 м выше конька крыши здания. За вентилятором на воздуховоде устанавливаются дроссельный и обратный клапаны; последний необходим для предотвращения притока холодного воздуха в цех при отключении вентилятора.

Камеры, предназначенные для окраски изделий средних и больших размеров, наряду с вытяжной вентиляцией оснащаются и приточной для подачи чистого или кондиционированного воздуха. Воздух подается по всей площади потолка через специальный короб, нижняя поверхность последнего имеет решетку с ячейками, в которых установлены фильтры. При подаче чистого воздуха устраняется загрязнение покрытий и улучшаются условия труда обслуживающего персонала.

Технические характеристики некоторых типов окрасочных камер приведены в табл. 8.4. Наиболее распространенные дефекты, возникающие при эксплуатации распылительных камер, и способы их устранения приведены в табл. 8.5.

8.3. СУШИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

Применяемые для отверждения покрытий сушильные камеры классифицируют (табл. 8.6—8.8):

по способу передачи энергии окрашенному изделию — на конвективные, терморadiационные, терморadiационно-конвективные, индукционные, радиационно-химические;

по виду потребляемой энергии — на электрические, газовые, паровые и водяные;

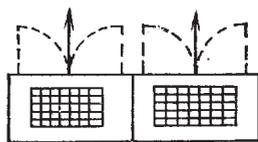
по конструктивному исполнению — на тупиковые (одно- и многосекционные) периодического действия и проходные (одно- и многоходовые) непрерывного и периодического действия.

Таблица 8.6. Классификация сушильных конвекционных камер

| Тип камеры | Вид камеры | Схема | Область применения |
|------------|---|-------------|--|
| I | Одно- или двухсекционный сушильный шкаф; изделие укладывают на сетчатые противни | Рис. 8.6, а | При непоточном производстве для сушки ЛКП, нанесенных на изделие малых размеров |
| II | Сушильная конвекционная тупиковая периодического действия одно- или много-секционная | Рис. 8.6, б | При непоточном производстве для сушки ЛКП, нанесенных на изделия любой конфигурации и размеров |
| III | Сушильная конвекционная проходная одноходовая периодического и непрерывного действия или многоходовая непрерывного действия | Рис. 8.6, в | При поточном производстве изделий любой конфигурации и размеров |

В зависимости от применяемых транспортных средств различают установки с подвесным конвейером, с напольным конвейером и т. д.

Наибольшее промышленное применение находят электрические и газовые конвективные, терморadiационные и терморadiационно-конвективные установки непрерывного и периодического действия, в которых отверждение покрытий происходит при использовании тепловой энергии; перспективными и экономичными являются также радиационно-химические установки, покрытия в которых отверждаются под воздействием ультрафиолетовых (УФ) лучей и ускоренных электронов.



а

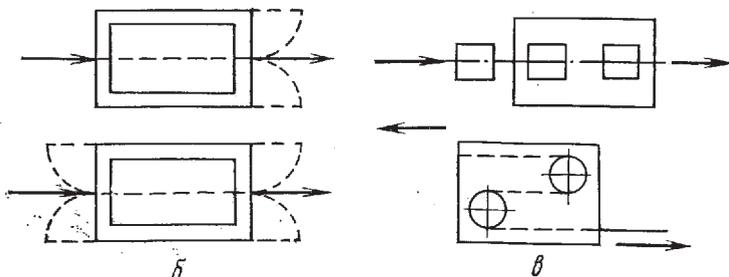


Рис. 8.6. К табл. 8.6

Таблица 8.7. Классификация сушильных проходных терморadiaционных камер с электроэнергией в качестве теплоносителя

| Тип камеры | Вид камеры | Технологический процесс | Схема | Область применения |
|------------|---|-------------------------|-------------|--|
| I | Непрерывного действия с генераторами инфракрасного излучения | Без конвекции | Рис. 8.7, а | При поточном производстве для изделий несложной конфигурации |
| II | Непрерывного или периодического действия с генераторами инфракрасного излучения с частичным охватом изделия | То же | Рис. 8.7, б | Для сушки ЛКП на железнодорожных вагонах |
| III | Непрерывного действия с генераторами инфракрасного излучения | С конвекцией | Рис. 8.7, в | При поточном производстве для сушки ЛКП на изделиях сложной конфигурации |

Таблица 8.8. Классификация сушильных терморadiaционных камер с газом в качестве теплоносителя

| Тип камеры | Вид камеры | Технологический процесс | Схема | Область применения |
|------------|--|---|-------------|--|
| I | Проходная непрерывного действия с сжиганием газа в панелях | Без конвекции | Рис. 8.8, а | При поточном производстве для сушки ЛКП на изделиях несложной конфигурации |
| | | С конвекцией продуктов сгорания, с конвекцией воздуха | Рис. 8.8, б | При поточном производстве изделий сложной конфигурации |
| II | То же, но с сжиганием газа в выносной топке | Без конвекции | — | При поточном производстве изделий несложной конфигурации |
| | | С конвекцией продуктов сгорания и воздуха, нагретого в рекуператоре | Рис. 8.8, в | При поточном производстве изделий сложной конфигурации |
| III | С сжиганием газа в керамических горелках | Без конвекции | Рис. 8.8, г | При поточном производстве изделий несложной конфигурации |

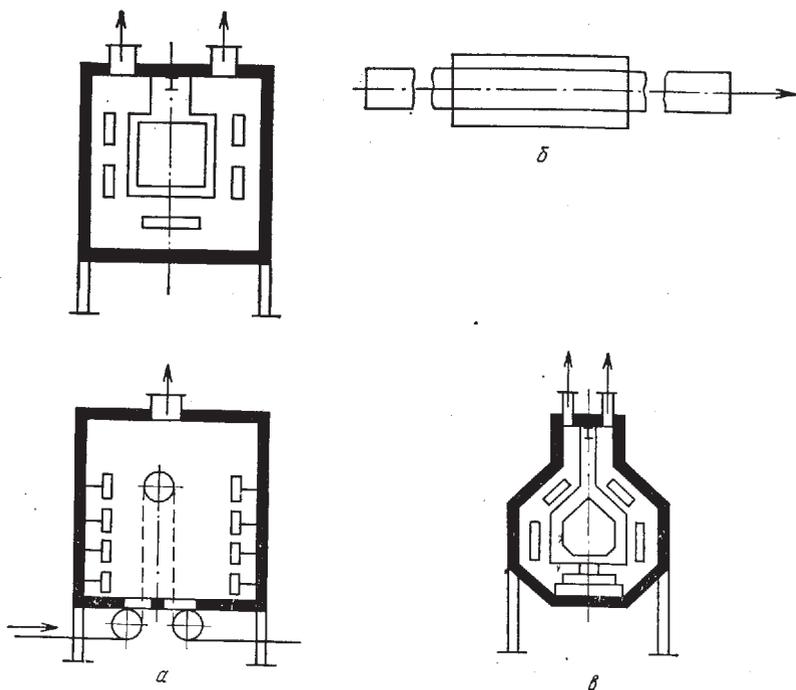


Рис. 8.7. К табл. 8.7

Конвективные сушильные установки (рис. 8.9) представляют собой камеры туннельного или тупикового типа, состоящие из корпуса, тепловентиляционных агрегатов, вытяжных устройств, систем контроля и автоматического регулирования.

Корпус камеры может быть сварным или сборно-разборным, что предпочтительнее, и представляет собой металлический каркас, обшитый теплоизоляционными панелями. Панели изготавливают в виде пустотелых щитов с двойными стенками из листовой стали, а пространство между ними заполняют негорючим теплоизоляционным материалом, чаще всего минеральной или стеклянной ватой. В последнее время все шире применяются типовые панели. Такие панели состоят из оболочки — оцинкованных стальных листов толщиной 1,0—1,2 мм, соединенных специальными замками, и теплоизоляции в виде минераловатных плит. Панели имеют отбортовку, придающую им жесткость и обеспечивающую возможность соединения между собой по типу шип — паз. Уплотнение стыков панелей осуществляется слоем герметика. Панели изготавливают толщиной 80—120 мм с таким расчетом, чтобы температура наружной поверхности стенок корпуса не превышала 45 °С.

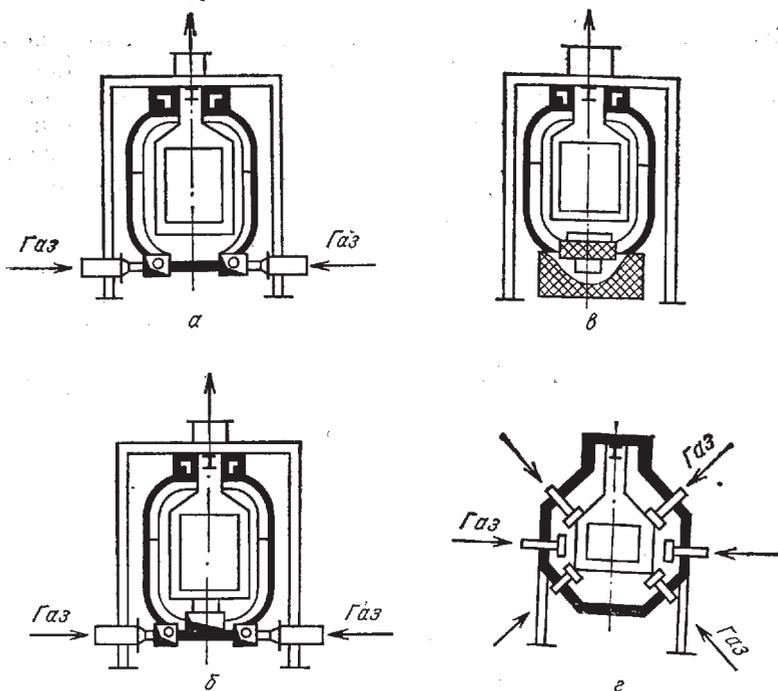


Рис. 8.8. К табл. 8.8

В тупиковых многосекционных сушильных установках внутри корпуса располагаются теплоизоляционные перегородки, которые делят камеру на отдельные секции. Каждая секция имеет тепловентиляционный агрегат, систему контроля и регулирования температуры. Это дает возможность формировать покрытия по нескольким независимым технологическим режимам.

Рис. 8.9. Схема конвективной сушильной установки:

1 — зонг; 2 — нагнетательный воздуховод; 3 — калорифер; 4 — воздуховод вытяжной системы; 5 — вентилятор рециркуляционный; 6 — шибер; 7 — вентилятор вытяжной; 8 — корпус

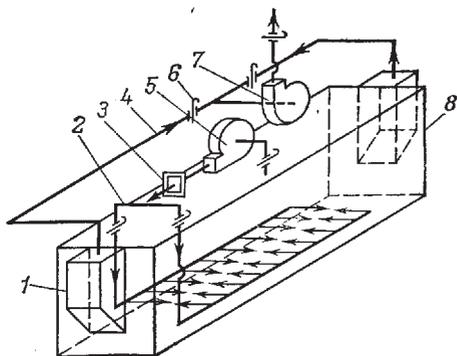


Схема движения воздуха в сушильной установке выбирается в зависимости от ее назначения для создания наиболее целесообразного воздушного потока. При удалении с изделий влаги, например после подготовки поверхности, горячий воздух подают рециркуляционным вентилятором в вертикальные нагнетательные короба-стояки с узкими щелями для придания воздуху большой выходной скорости, необходимой для сдувания капель с поверхности и одновременного эффективного нагрева изделия.

Теплоноситель для сушильных установок выбирается в зависимости от температуры отверждения покрытия:

- $\leq 80^{\circ}\text{C}$ — электричество, газ, пар, вода
- $\leq 100^{\circ}\text{C}$ — электричество, газ, пар
- $> 100^{\circ}\text{C}$ — электричество, газ

При применении пара или горячей воды для нагрева воздуха используют пластинчатые калориферы различных моделей, а также гладкотрубные нагреватели. Водяные калориферы в настоящее время используют крайне редко. Паровые калориферы экономичны при нагреве воздуха до $60\text{--}100^{\circ}\text{C}$. Их устанавливают, как правило, вертикально, чтобы облегчить удаление воздуха во время работы и при необходимости обеспечить слив воды.

В установках, рассчитанных на температуру сушки 100°C и выше, применяют электрические калориферы — трубчатые электронагреватели, заключенные в металлический кожух. Конструкция электрокалориферов предусматривает возможность включения их в зависимости от необходимой теплопроизводительности камеры на различную мощность.

В сушильных установках с учетом производительности тепловентиляционного агрегата и требуемой температуры применяют один или несколько калориферов. В последнем случае их соединяют между собой последовательно или параллельно.

Вентиляторы и калориферы располагают как вне, так и внутри корпуса камеры. При внутреннем расположении калориферов и вентиляторов достигается сокращение теплопотерь, увеличение КПД сушильной установки, а также снижение уровня шума, создаваемого вентиляторами. При этом, однако, уменьшается объем сушильной камеры.

Взрывобезопасная концентрация паров растворителей в сушильной установке обеспечивается выбросом в атмосферу части загрязненного воздуха и подсосом свежего. При этом концентрация растворителей в рабочем пространстве сушильных установок поддерживается на уровне, не превышающем 50% нижнего предела взрываемости с учетом коэффициента запаса K , характеризующего неравномерность испарения растворителя и температуры сушки. Для сушильных установок непрерывного

действия значение K принимается равным 2—5 (для сушильных установок периодического действия $K=8—15$).

Терморadiационные сушильные установки широко распространены в промышленности, чему способствуют высокая эффективность их работы (время отверждения покрытий в 2—10 раз меньше, чем в конвективных установках), простота конструкции, малая тепловая инерционность, легкость регулирования тепловых режимов. Недостатками этих установок являются: невозможность обеспечения равномерного нагрева поверхности сложнопрофильных изделий; сильное влияние экранирования на нагрев, что ограничивает плотность размещения изделий на конвейере; возможность изменения оттенка покрытий на наиболее облучаемых участках поверхности вследствие перегрева.

Различают терморadiационные сушильные установки камерные и бескамерные (щитовые). Установки могут быть непрерывного и периодического действия, электрические и газовые. В зависимости от применяемого источника ИК-лучей установки подразделяют на устройства со светлыми (обычно ламповыми) и темными (трубчатыми, панельными и др.) излучателями. Тип излучателя и конструкция отражателя имеют важное значение для эксплуатационной характеристики сушильных установок. От них зависит скорость отверждения покрытия, надежность и экономичность работы установки.

Установки со светлыми излучателями — камерные и бескамерные (щитовые или панельные) отличаются легкостью конструкции, простотой монтажа излучателей, малой тепловой инерционностью.

Щитовые установки используют для быстрого местного нагрева поверхности при ремонтных работах, исправлении дефектов окрашивания, а также при отверждении покрытий на изделиях, исключающих общий нагрев.

Камерные установки — проходные и тупиковые — применяют в тех случаях, когда по условиям формирования покрытия предпочтительным является светлое излучение, например при получении покрытий из некоторых видов порошковых красок на нетермостойких подложках.

Сушильные установки с темными излучателями нашли широкое распространение при получении покрытий благодаря относительно невысоким температурам нагрева излучателей, стабильности и долговечности работы. В промышленности применяют темные излучатели разных типов: трубчатые, плоские или панельные, ленточные и др. Особенно распространены трубчатые электрические нагреватели (ТЭНы) вследствие простоты конструкции, легкости монтажа, надежности в работе, высокого коэффициента превращения электрической энергии в энергию ИК-излучения (0,85—0,90).

В настоящее время серийно выпускаются ТЭНы в соответст-

зии с ГОСТ 13268—74 разных типоразмеров — длиной от 0,25 до 6,3 м с диаметром оболочки 8—16 мм. Они рассчитаны на напряжение 12, 127, 220 и 380 В и номинальную мощность 0,05—25 кВт. Наиболее распространены ТЭНы с номинальной мощностью от 0,3 до 6 кВт (поверхностная плотность излучения 7—45 кВт/м²), работающие при напряжении 220 В. ТЭНы могут быть любой формы, но чаще всего в сушильных установках применяют нагреватели прямой и U-образной формы. Их срок службы составляет в среднем 10 000 ч.

Для отверждения покрытий на изделиях сложной формы, имеющих экранированные участки поверхности, применяют электротерморadiационно-конвективные установки, в которых передача теплоты осуществляется одновременно за счет конвекции и терморadiации. Это обеспечивает быстрый подъем температуры и более равномерный по сравнению с терморadiационными установками обогрев изделий. Рециркуляция и выброс загрязненного растворителем воздуха при этом осуществляется вентиляционными агрегатами во взрывобезопасном исполнении.

Типы и основные размеры сушильных установок регламентирует ГОСТ 23093—78. Технические характеристики отдельных типов сушильных установок, выпускаемых промышленностью, приведены в табл. 8.9. В табл. 8.10 приведены наиболее часто возникающие при эксплуатации сушильных камер дефекты и способы их устранения.

Оборудование для очистки газовых выбросов сушильных установок. При работе сушильных установок образуется большое количество газовых выбросов, состоящих из нагретого воздуха или топочных газов со значительным (до 3—5 г/м³) содержанием органических растворителей и других летучих соединений, загрязняющих атмосферу. Для их очистки используют в основном способы термического дожигания, каталитического сжигания (окисления) или сочетание этих способов.

Наиболее распространен способ очистки, основанный на каталитическом сжигании горючих компонентов газовых выбросов в специальных устройствах (рис. 8.10). Воздух, загрязненный парами растворителей и других органических соединений, нагревается в теплообменнике 6 и электрокалорифере 1 до температуры начала реакции каталитического окисления 300—400 °С, причем теплоносителем в теплообменнике служат уже очищенные нагретые газовые выбросы. Каталитический элемент представляет собой металлический короб с ячейками, в которые помещен катализатор. Применяют платиновые, хромовые и другие катализаторы марок АП-56, НИАГАЗ-3, НИАГАЗ-9Д в виде кассет и гранул. Носителями катализатора при этом служат алюмосиликаты, керамика и другие материалы.

На рис. 8.11 приведена схема терморadiационно-конвективной сушильной установки, оборудованной устройством для ка-

Таблица 8.9. Технические характеристики сушильных установок, изготавливаемых рядом предприятий

| Тип установки | Обозначение | Размеры транспортного проема, мм | Скорость конвейера, м/мин | Производительность, м ² /ч | Установленная мощность, кВт | | Температура сушки, °С | Масса, кг | Габариты, мм |
|--|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------|-----------------|
| | | | | | по силовой нагрузке | по тепловой нагрузке | | | |
| <i>ПО «Антикормаш»</i> | | | | | | | | | |
| Конвективная проходная непрерывного действия с электрическим обогревом | КЭ 0,7×1,0 (ТЗ АБ 93.383) | 1000×700 | 1,0 | 250 | 33,74 | 315 | 110/150 | 13 810 | 21700×3030×3360 |
| Терморadiационно-конвективная проходная непрерывного действия с электрическим обогревом | Т/КЭ 0,7×1,0 (ТЗ АБ 93.382) | 1000×700 | 1,0 | 250 | 11/74 | 255/330 | 120/150 | 10 370 | 17800×3030×3360 |
| То же | Т/КЭ 1,0×1,6 (ТУ 26-02-1013—85) | 2000× ×1000 | 1,0 | 250 | 12/48 | 495 | 120/150 | 129 000 | 17800×4300×4085 |
| Терморadiационно-конвективная тупиковая периодического действия с электрическим обогревом (шкаф сушильный) | ТЗ АЗ. 0302.003 | 800×1120 | — | — | 4 | 36 | 100—200 | 2000 | 2790×1260×3490 |
| <i>Завод средств механизации, г. Харьков</i> | | | | | | | | | |
| Конвективная проходная непрерывного действия с паровым обогревом | Чертеж 68-1103-00 | 9000×630 | 1,0 | 150— 300 | 44,4 | — | 90—130 | 25 930 | 26320×3260×4730 |
| То же, но с газовым обогревом | Чертеж 68-1112-00 | 9000× ×2000 | 1,0 | 300— 600 | 121 | — | 90—130 | 37 400 | 26320×5560×6230 |
| Конвективная тупиковая с газовым обогревом | Чертеж 68-1627-00 | 2500× ×1500 | — | — | 17,45 | — | 90—130 | 8500 | 8000×4575×5140 |
| <i>НПО «Спецоборудование»</i> | | | | | | | | | |
| Конвективная проходная непрерывного действия с газовым обогревом | Чертеж 421.263-00 | 500×500 | 1,46 | 130 | 90,4 | — | 90—100 | — | 15750×3815×5605 |
| То же, но с электрическим обогревом | Чертеж 421.273-00 | 2500× ×1000 | 0,9 | 220 | 318,4 | — | 120—140 | — | 30120×4000×6900 |
| <i>Опытный завод НИИ ЛКП</i> | | | | | | | | | |
| Малогабаритная терморadiационная передвижная с кварцевыми галогенными лампами | Клант-1 (ТУ 6-10-89—86) | — | — | — | 17 | — | До 270 | 130 | 900×1300×1500 |
| Ультрафиолетового отверждения | Фотон-1 (Чертеж 1157.00) | 500×500 | 1—20 | — | 20 | — | 60±5 | 1100 | 2600×1430×1350 |

Таблица 8.10. Дефекты работы сушильных камер, их причины и способы устранения

| Дефект | Возможная причина | Способ устранения |
|---|---|---|
| Общие для камер | | |
| Повышенный шум вентилятора | Рабочее колесо задевает за кожух; части вентилятора деформировались под действием высокой температуры | Разобрать и отремонтировать вентилятор или заменить на более температуроустойчивый |
| Выход паровоздушной смеси из проемов камеры | Вентилятор недостаточно вытягивает паровоздушную смесь; засорились щели нагнетательного короба | Проверить производительность вентилятора, отрегулировать расходы по воздуховодам, исправить короба |
| Заклинивание створок дверей | Неправильно установлены направляющие | Отрегулировать положение направляющих прокладками |
| Неравномерное распределение температуры по длине сушильной камеры | Неравномерно подается воздух | Отрегулировать распределение воздуха по камере |
| Для сушильных камер с паровым обогревом | | |
| Падение пропускной способности калорифера по воздуху и пару | Увеличить аэродинамическое и гидравлическое сопротивление калорифера | Очистить поверхность теплообмена от загрязнений механическими или химическим способом |
| Недостаточная температура сушки | Неисправен паровой калорифер или арматура | Отремонтировать запорно-регулирующую арматуру и калорифер |
| | Залит водой конденсатопровод и нижняя часть калорифера | Продуть паром конденсатопровод; выпустить воздух из высших точек паропровода; выполнить поверочный тепловой расчет |
| | Конденсатоотводник пропускает пар | Отрегулировать конденсатоотводник |
| Температура сушки выше проектной | Повышен расход пара через регулятор температуры | Провести настройку регулятора |
| Для сушильных камер с газовым обогревом | | |
| Недопустимое повышение (понижение) давления газа на входе в горелку | Неисправность газорегуляторного пункта (ГРП) | Проверить состояние и работу ГРП |
| | Утечка газа | Мыльной эмульсией проверить плотность запорных устройств и соединений газопровода; неисправности устранить до пуска топки |

| Дефект | Возможная причина | Способ устранения |
|--|---|---|
| Газ в основных горелках сгорает желтым коптящим пламенем | Неправильная регулировка горения | В двухпроводных горелках прибавить подачу воздуха или убавить подачу газа |
| В продуктах сжигания обнаруживается оксид углерода | Не отрегулирована подача газа | В инжекционных горелках изменить подачу газа, отрегулировать шайбой работу горелки на полное и устойчивое горение |
| Неустойчивое пламя (отрыв пламени от горелки, повышенное гудение, шум) | Не отрегулирована тяга в топке | Отрегулировать силу тяги и поступление вторичного воздуха шиберными дверцами и дросселированием воздуховода |
| | Повысилось или уменьшилось давление газа и воздуха | Закрывать подачу газа в горелки; после полного их охлаждения произвести розжиг по инструкции на топку |
| | Уменьшилась или увеличилась подача воздуха | |
| | Большая скорость газозвоздушной смеси на выходе, избыток первичного воздуха | |
| Повышение (понижение) температуры сушки | Не отрегулирована автоматика теплорегулирования сушильной камеры при ручном режиме, не отрегулирована подача газа | В ручном режиме уменьшить (увеличить) подачу газа по инструкции |
| Для сушильных камер с электрообогревом | | |
| Недостаточная температура сушки | Вышли из строя нагреватели, изменилась нагрузка по току | Кратковременным включением проверить на ощупь нагрев нагревателей, сгоревшие нагреватели заменить |
| | Неисправности в цепи электропитания | Устранить неисправности электропитания |
| | Загрязнены отражатели | Проверить или отполировать заново отражатели |
| | Нагреватели слишком удалены от изделия | Уменьшить расстояние от нагревателей до изделия |
| Повышенная температура в камере | Мощность нагревателей завышена | Отключить часть нагревателей секций |
| | | Вести периодический режим сушки; установить потенциометр на меньшую температуру, проверить градуировку прибора |
| Перегрев высушиваемых изделий в верхней зоне камеры | Неправильно отрегулирован воздухообмен | Выполнить поверочный расчет, отрегулировать вентиляцию |

| Дефект | Возможная причина | Способ устранения |
|--|---|--|
| Дефекты ЛКП (неравномерность высыхания, пожелтение белых эмалей) | Нагреватели неправильно распределены по высоте камеры | Изменить установку нагревателей |
| | Изделие сложной конфигурации | Изменить навеску изделия так, чтобы не выступали его отдельные участки; сушку производить терморadiационно-конвекционным способом; выбором рефлектора обеспечить равномерность рассеивания лучистой энергии потока, например, заменой гладких отражателей на гофрированные; последний слой светлого покрытия высушивать конвекционным способом |

талитического сжигания паров растворителей, благодаря которому достигается практически полная очистка отходящих газов от вредных загрязнений и их рециркуляция. Очищенные газы направляются в терморadiационные панели 6, а затем через нагнетательный воздуховод 5 в рабочее пространство сушильной установки для конвективного нагрева окрашенных изделий. Использование очищенных газов в качестве сушильного агента позволяет на 70—80% уменьшить подсос свежего воздуха в сушильную установку и на 30% снизить энергозатраты на очистку газовых выбросов.

Для очистки загрязненного воздуха, отходящего из газовых сушильных установок, применяют также топочно-очистные устройства. Очистка газовых выбросов в этих устройствах осуществляется путем подачи части загрязненного парами растворителей воздуха в газовую горелку, где он используется в качестве окислителя топлива, а дру-

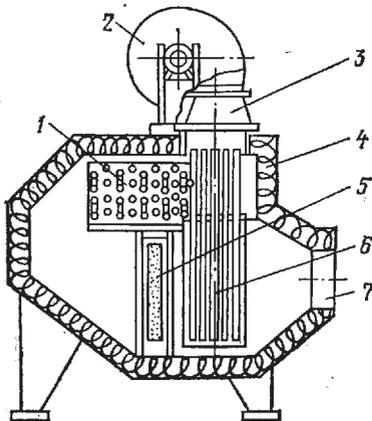


Рис. 8.10. Схема устройства для очистки газовых выбросов каталитическим сжиганием:

1 — электрокалорифер; 2 — вентилятор; 3 — входной патрубок; 4 — теплоизоляция; 5 — каталитический элемент; 6 — теплообменник; 7 — патрубок для выходов очищенных газов

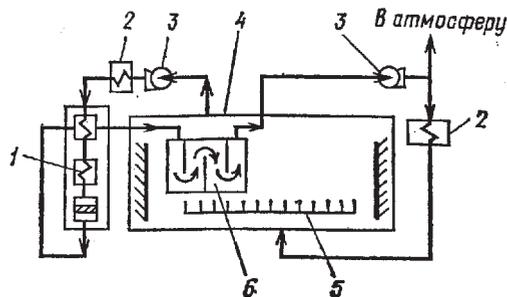


Рис. 8.11. Схема сушильной установки, оборудованной устройством для каталитического сжигания паров растворителей:

1 — устройство для каталитического сжигания; 2 — калорифер; 3 — вентилятор; 4 — корпус камеры; 5 — нагревательный воздуховод; 6 — терморрадиационные газовые панели

гая часть направляется на дожигание в рабочий объем топки. При 750—900 °С степень очистки воздуха достигает 99,7% и выше, что соответствует установленной норме.

Ниже приведена характеристика некоторых типовых топочно-очистных устройств:

| Марка устройства | УСК-33 | УСК-34 | УСК-35 | УСК-36 | УСК-37 |
|--|---------|---------|---------|--------|--------|
| Марка горелки | ГНП-4АП | ГНП-5АП | ГНП-5АП | ГИП-6 | ГИП-6 |
| Максимальный расход природного газа, м ³ /ч | 25 | 40 | 70 | 25 | 70 |
| Объем очищаемых газовых выбросов, м ³ /ч | 1000 | 2000 | 3000 | 1000 | 3000 |

Применение топочно-очистных устройств в сушильных установках обеспечивает экономию природного газа до 20% и более.

Глава 9

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОКРАШИВАНИЯ

Автоматизация производственных процессов, в частности нанесения защитных и декоративных покрытий на основе органических материалов, находит все более широкое распространение.

При автоматизации процессов окрашивания достигаются следующие преимущества:

- повышение производительности труда;
- повышение и стабилизация качества покрытий;

экономия ЛКМ за счет сокращения непроизводительных потерь;

улучшение условий труда;

сокращение загрязнения окружающей среды (воздушного и водного бассейнов);

повышение уровня техники безопасности (взрыво- и пожаробезопасности) процессов окрашивания.

Наиболее широко автоматизировано окрашивание методами распыления (пневматического и безвоздушного) и нанесения покрытий в электростатическом поле (в том числе и нанесение порошковых ЛКМ). Необходимость автоматизации того или иного метода окрашивания определяется требуемым качеством покрытия, габаритами и формой изделий, а также экономической целесообразностью.

Также автоматизированы и такие методы нанесения покрытий, как электроосаждение (электрофорез), струйный облив, окунание в ЛКМ и др.

Оборудование для автоматизации окрасочных работ предназначено для эксплуатации во взрывоопасных зонах с механизмами, наносящими покрытие (распылителями, емкостями ЛКМ и др.), и взрывозащита данного оборудования обуславливает высокую его стоимость, нередко превышающую получаемый экономический эффект. Окрасочные работы не находят широкого применения при окрасочных работах из-за их высокой стоимости и возможности применения более простых механизмов перемещения распылителей — простейших манипуляторов.

Экономически выгодна автоматизация окрашивания изделий массового и крупносерийного производства производительностью более 20 тыс. м² окрашиваемой поверхности в год (расход ЛКМ более 20 т/год). Целесообразна автоматизация и при меньших объемах производства при необходимости улучшения условий труда и получения высококачественных покрытий.

Наблюдаемая в современных условиях быстрая смена ассортимента изделий обуславливает необходимость создания гибких производственных систем, способных без дополнительных затрат быстро перейти с окрашивания одних видов изделий на другие.

В соответствии с ГОСТ 26228—86 под гибкими производственными системами (ГПС) для получения ЛКМ понимают совокупность оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), роботизированных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме.

Для получения органических покрытий могут быть использованы все известные по ГОСТ 26228—85 виды ГПС, а именно:

гибкие автоматические линии (ГАЛ), гибкие автоматизированные участки (ГАУ) и гибкие автоматизированные цехи (ГАЦ).

ГАЛ окрашивания включают технологическое оборудование подготовки поверхности, нанесения грунтов и эмалей с роботизированными технологическими комплексами и участки сушки, связанные единой автоматизированной транспортной системой с участками загрузки и разгрузки окрашиваемых изделий.

Отечественная промышленность располагает достаточным ассортиментом гибких производственных модулей и других исполнительных и функциональных элементов, пригодных для включения в гибкие производственные системы. Применение их позволяет изменять последовательность операций, обеспечивает переход с однослойного покрытия на многослойное, изменение операций подготовки поверхности, применение различных методов нанесения и формирования покрытий на одном и том же оборудовании.

9.1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ОКРАШИВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ РАСПЫЛЕНИЯ

Могут быть автоматизированы следующие разновидности метода распыления:

пневматическое;

безвоздушное;

комбинированное (сочетание безвоздушного распыления с пневматическим).

Применение указанных видов распыления для окрашивания в автоматическом режиме обусловлено общими закономерностями, позволяющими найти необходимые параметры для расчета технических программ ведения процесса окраски.

Качество защитного и декоративного покрытия в основном обуславливается физико-химическими свойствами ЛКМ, толщиной и равномерностью наносимого слоя, отсутствием пор и непрокрасов, чистотой полученного покрытия и отсутствием других дефектов (шагрени, «апельсиновой корки» и т. п.).

Одним из решающих факторов для получения высокого качества наносимого покрытия с минимальными затратами является достижение равномерного покрытия заданной толщины при минимальных потерях ЛКМ.

Технический расчет получения необходимой толщины покрытия осуществляется на основе следующих исходных данных:

марка ЛКМ;

толщина покрытия, мкм;

производительность автоматической окраски, м²/ч;

размеры окрашиваемого изделия, м;

содержание сухого остатка в ЛКМ, %;

удельная масса сухой пленки, г/см²;

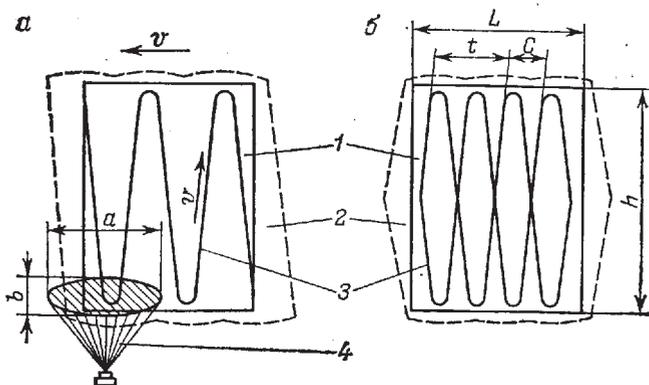


Рис. 9.1. Схема окрашивания с непрерывным возвратно-поступательным движением распылителей и поступательным движением конвейера:

1 — окрашиваемое изделие; 2 — приведенная ометаемая поверхность S ; 3 — траектория центра факела; 4 — факел распыленного ЛКМ; l — длина изделия; h — высота изделия; t — шаг перемещения распылителей; C — расстояние между распылителями; a — длина отпечатка факела; b — ширина отпечатка факела; v — скорость конвейера; V — скорость распылителя

количество растворителя, необходимого для доведения ЛКМ до рабочей вязкости (обычно до 25—30 с по ВЗ-246-4), %;

размеры и форма отпечатка распыленного факела краски на определенном расстоянии от распылителя, м;

расход сжатого воздуха краскораспылителем (для пневматических КР), м³/ч (кг/ч);

непроизводительные потери на «туманообразование» по ГОСТ 20223—74.

Нанесение покрытий распылением в автоматическом режиме может осуществляться по нескольким схемам.

1. Изделие равномерно перемещается по горизонтали, распылители совершают возвратно-поступательные движения поперек линии перемещения изделия (рис. 9.1, а).

2. Аналогично п. 1, но распылители дополнительно совершают циклические возвратно-поступательные движения (рис. 9.2, а).

3. Изделие циклически перемещается (обычно на толкающем конвейере), краскораспылители совершают возвратно-поступательные движения перпендикулярно линии перемещения конвейера и поступательные движения вдоль конвейера в пределах габаритов изделия с последующим возвращением в исходное положение, при этом окрашивание осуществляется при движении распылителей вдоль конвейера в одном направлении (рис. 9.2, б) или в обоих направлениях — как вперед, так и при возвращении назад (рис. 9.1, б).

4. Аналогично п. 3, но поступательные движения распылителей вдоль линии конвейера совершаются циклично, синхронно

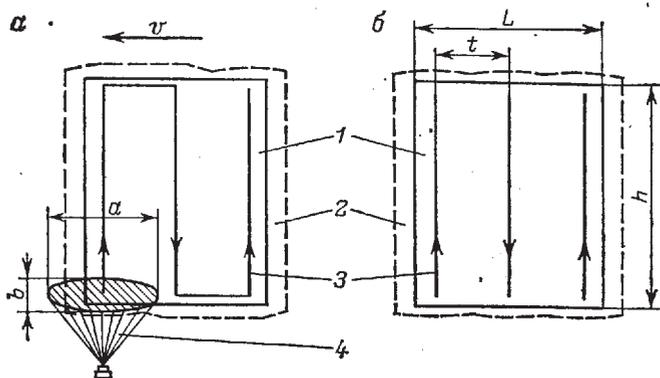


Рис. 9.2. Схема окрашивания с циклическим возвратно-поступательным движением распылителей или с циклическим перемещением конвейера:
 1 — окрашиваемое изделие; 2 — приведенная ометаемая поверхность S_1 ; 3 — траектория центра факела; 4 — факел распыленной краски

с движением распылителя и перпендикулярно линии движения конвейера (рис. 9.2, а).

5. Аналогично п. 4, но во время циклического перемещения распылителя вдоль линии конвейера краскораспылители отключаются (рис. 9.2, б).

6. Аналогично п. 1, но изделие вращается (рис. 9.3, а).

7. Аналогично п. 6, но распылитель циклически перемещается вдоль конвейера с той же скоростью, при возврате в исходное положение (рис. 9.1—9.3) распылители отключаются (рис. 9.3, б).

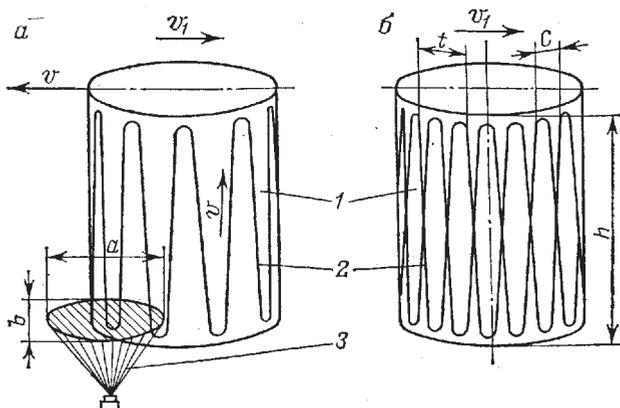


Рис. 9.3. Схема окрашивания непрерывным возвратно-поступательным движением распылителя при вращении детали (комплектовки) на конвейере:
 1 — окрашиваемое изделие; 2 — траектория центра факела; 3 — факел распыленного ЛКМ; V_1 — линейная скорость наружной поверхности изделия (комплектовки)

При автоматической окраске используются и иные схемы нанесения ЛКМ с применением отдельных элементов приведенных выше схем.

Выбор схем нанесения покрытия определяется конфигурацией изделия, объемом окраски (односторонняя или со всех сторон изделия), видами предварительной и последующей обработки изделий (подготовка поверхности, сушка, сьем и навеска изделий на конвейер и т. д.) и другими факторами.

Размеры изделий и объем окрашивания определяют способ крепления изделий на конвейере — по одному изделию или группой, размещаемой на определенной площади, удобной для автоматического окрашивания — так называемой комплектовкой.

Расчет автоматического процесса окраски проводится в следующем порядке.

Выбрав схему окрашивания и определив комплектовку, устанавливают площадь окрашивания за один цикл — так называемую ометаемую факелом площадь.

Исходя из необходимой производительности, устанавливают скорость конвейера (или цикличность толкающего конвейера).

Определенные размеры комплектовки (длина и высота изделий или групп изделий, окрашиваемых за один цикл) и скорость конвейера дают возможность определить скорость перемещения распылителей, длину их циклического хода и расстояние между ними.

Скорость перемещения КР, как правило, принимается не превышающей 1 м/с, чаще всего — близкой к 0,5 м/с, соответствующей перемещению КР при ручной окраске. Скорость выше 1 м/с при возвратно-поступательных движениях распылителя вызывает нежелательные явления, связанные с проявлениями инерционности как распылителя, так и окрасочного факела.

Скорость перемещения распылителей рассчитывается в зависимости от размера факела (рис. 9.1 и 9.4):

$$V = (3h - b) v/a,$$

где h — высота изделия (комплектовки), м; b — ширина отпечатка факела распылителя, м; a — длина отпечатка факела распылителя, м; v — скорость конвейера, м/с.

Учитывая вышеприведенные ограничения скорости перемещения распылителей, на механизм перемещения устанавливается несколько распылителей, за счет чего указанная скорость приводится близкой к номинальной, равной 0,5 м/с, или меньшей.

Для достижения равномерного покрытия при использовании нескольких КР расстояния между ними должны быть кратны размеру C , устанавливаемому по зависимости:

$$C = 2a/3,$$

где a — длина отпечатка факела, м.

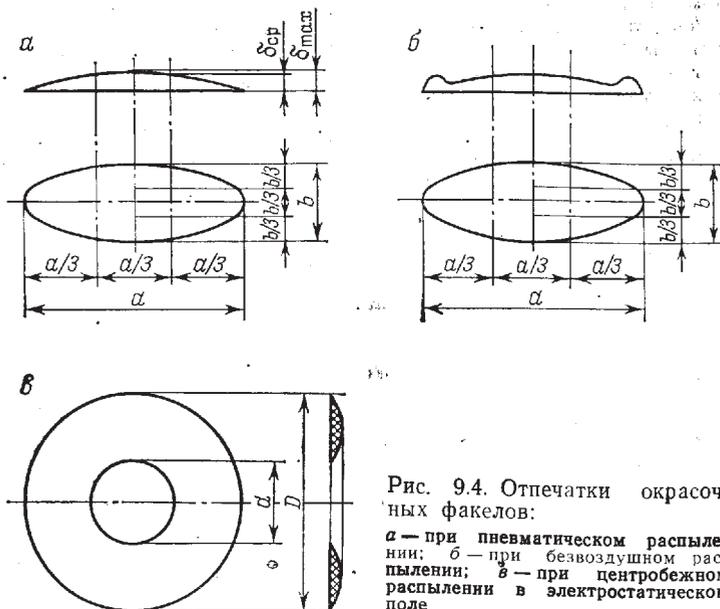


Рис. 9.4. Отпечатки окрасочных факелов:

a — при пневматическом распылении; *b* — при безвоздушном распылении; *в* — при центробежном распылении в электростатическом поле

При окраске длинномерных изделий (более 1 м) с использованием механизмов перемещения распылителей с малым ходом (до 1 м) целесообразно устанавливать несколько распылителей по линии перемещения с расстояниями между ними, кратными размеру l (рис. 9.1, б и 9.3, б):

$$l = h/n - b/3,$$

где n — число распылителей; h — высота изделия, м; b — ширина факела, м.

При применении механизмов перемещения КР с постоянной скоростью используются КР с регулируемым окрасочным факелом, при этом длина отпечатка факела (м) устанавливается по зависимости:

$$a = 3hv/V,$$

где h — высота изделия, м; v — скорость конвейера, м/с; V — скорость распылителя, м/с.

Толщина наносимого слоя покрытия при безвоздушном распылении устанавливается изменением производительности КР за счет замены материального сопла на сопло с необходимым размером выходного канала и изменением давления на ЛКМ, используя зависимость:

$$P_{кр} = \delta S_1 \gamma / [(1 - \eta_1) (1 - \eta_2) (1 - \eta_3) I],$$

где $P_{кр}$ — производительность краскораспылителя, г/с (г/мин); δ — необходимая толщина покрытия ЛКМ, мм; S_1 — приведенная площадь, ометаемая

факелом КР в единицу времени, м²/с; γ — плотность покрытия (сухой остаток), г/см³; η_1 — содержание растворителя в ЛКМ с рабочей вязкостью, доля от массы ЛКМ; η_2 — потери ЛКМ при распылении на туманообразование, доля от массы ЛКМ; η_3 — потери ЛКМ на неравномерности покрытия (местный избыточный слой краски, образовавшийся от несовершенства процесса нанесения), доля от нанесенной массы покрытия.

Приведенная ометаемая поверхность определяется по зависимости:

$$S_1 = (L + K_a a) (h + K_b b) / \tau,$$

где K_a — коэффициент пролета частиц краски в начале и конце окраски изделия (зависит от принятой схемы окраски и изменяется от 0,5 до 1; в схемах с вращением изделия может уменьшаться до нуля); K_b — коэффициент пролета частиц за контур изделия (номинально $K_b = 0,5$ и может изменяться от 0,2 до 0,8); τ — время нанесения ЛКМ, с; a — длина отпечатка факела, м; b — ширина отпечатка факела, м; L — длина изделия, м; h — высота изделия, м.

Содержание растворителя в ЛКМ с рабочей вязкостью в массовых долях составляет:

$$\eta_1 = Q - QK_{c.o} + QK_p = Q(1 - K_{c.o} + K_p),$$

где η_1 — содержание растворителя, массовая доля; $K_{c.o}$ — содержание сухого остатка, массовая доля; Q — масса ЛКМ с исходной вязкостью в состоянии поставки (принимается равной 1); K_p — доля разведения ЛКМ до рабочей вязкости.

Потери ЛКМ на туманообразование в массовых долях составляют:

$$\eta_2 = K_t Q_{воз} / Q_{кр},$$

где K_t — коэффициент потерь на туманообразование; $Q_{воз}$ — расход воздуха краскораспылителем в единицу времени, кг/с (кг/мин); $Q_{кр}$ — расход ЛКМ в единицу времени (производительность КР), кг/с (кг/мин).

Коэффициент потерь на туманообразование зависит от физических свойств ЛКМ (вязкость, поверхностное натяжение, летучесть растворителя и др.) и параметров распыления (давление сжатого воздуха, геометрия распыляющей форсунки и т. д.) и изменяется от 5 до 15%.

Для эталонной жидкости (смесь глицерина с водой вязкостью 25—30 с по ВЗ-246-4) $K_t = 4,3\%$.

Средняя величина потерь на туманообразование для ручных КР принимается равной 0,20—0,25 (20—25%).

Приведенные данные могут быть использованы для ориентировочных расчетов. Для более точных расчетов необходимо экспериментально установить долю потерь на туманообразование по методике ГОСТ 20223—74 для данных конкретных КР и ЛКМ.

Потери на туманообразование при безвоздушном распылении незначительны.

Коэффициент потерь на неравномерность покрытий поддается теоретическому расчету при условии, что минимальная тол-

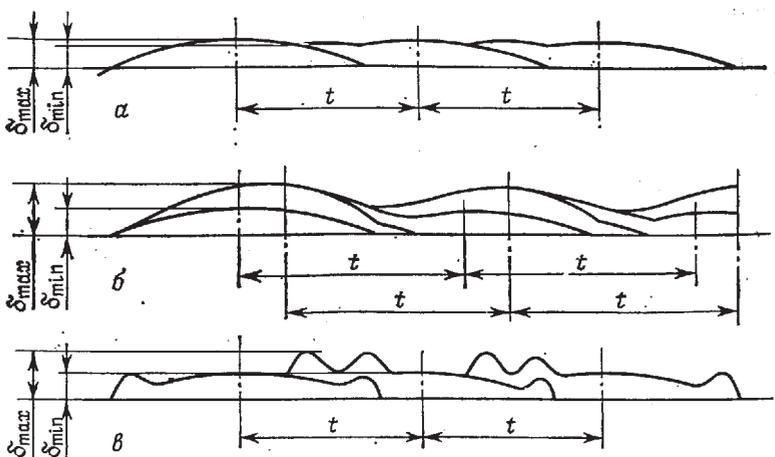


Рис. 9.5. Поперечные разрезы покрытий:

a — полученного при окрашивании пневмораспылением по схемам 9.2, *a* и 9.2, *б*; *б* — то же по схемам 9.1, *a*, 9.1, *б*, 9.3, *a* и 9.3, *б*; *в* — получаемого при окрашивании безвоздушным распылением по схемам 9.2, *a* и 9.2, *б*

щина покрытия будет соответствовать 0,88 толщины в центре отпечатка факела (рис. 9.5, *a*), т. е. $\delta_{\min} = 0,88 \delta_{\max}$.

Расчет сводится к определению объема ЛКМ, расположенного над плоскостью, проходящей через точки с минимальной толщиной покрытия для принятой схемы нанесения.

Расчет потерь на неравномерность при безвоздушном распылении затруднен из-за сложной конфигурации сечения отпечатка факела (рис. 9.5, *б* и *в*). Расчет расхода ЛКМ для каждого конкретного изделия позволяет проводить анализ производительных потерь ЛКМ и принимать необходимые меры для их сокращения.

9.2. АВТОМАТИЧЕСКОЕ НАНЕСЕНИЕ ЛКМ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Нанесение ЛКМ в электрическом поле высокого напряжения автоматизировать несложно.

Способность электрически заряженных частиц за счет кулоновских сил перемещается к противоположно заряженному телу, а при полете занимать строго определенное положение в пространстве предопределяет равномерное осаждение частиц краски на поверхности. Покрытие, получаемое в электрическом поле, отличается исключительной равномерностью.

Следует отметить, что на экранированные поверхности изделий под действием электростатических сил ЛКМ не осаждается. Для окрашивания таких изделий в автоматическом режиме

используется одновременное воздействие электрических и динамических сил на распыленные частицы ЛКМ.

На окрашивание в электрическом поле влияют физические свойства ЛКМ — диэлектрическая проницаемость и удельное объемное сопротивление.

Для окрашивания в электростатическом поле используются ЛКМ с диэлектрической проницаемостью от 4 до 10 и удельным объемным сопротивлением от $5 \cdot 10^6$ до $5 \cdot 10^8$ Ом·см.

За последние годы созданы устройства для нанесения в электростатическом поле и проводящих ЛКМ, а дальнейшее развитие технологических процессов и средств производства непрерывно сокращает ограничения на ЛКМ, используемые при окрашивании в электрическом поле.

При окрашивании в электрическом поле используются следующие разновидности этого способа, отличающиеся способом распыления ЛКМ, а именно:

- распыление силами электрического поля,
- центробежное распыление,
- пневматическое распыление,
- безвоздушное распыление.

Распыление силами электрического поля может осуществляться с помощью лотковых и щелевых электростатических распылителей (рис. 9.6).

Практически окрашивание осуществляется следующим образом: изделие, подвешенное на конвейере (чаще вертикально) перемещается перед распылителем. При сокращении расстояния до распылителя увеличивается напряженность электрического поля и при достижении определенной ее величины начинается распыление ЛКМ; при удалении изделия от распылителя распыление прекращается.

В распылителе автоматически поддерживается равновесное состояние: в лотковом — за счет поддержания определенного уровня ЛКМ; в щелевом — за счет поддержания определенного избыточного давления, уравновешенного поверхностным натяжением ЛКМ в щели распылителя.

Данный процесс при всей его простоте не нашел широкого распространения из-за необходимости высокоточной настройки системы.

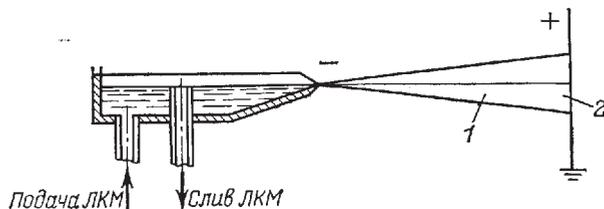


Рис. 9.6. Схема распыления силами электростатического поля:
1 — факел ЛКМ; 2 — окрасиваемое изделие

При автоматическом окрашивании центробежное распыление нашло наибольшее распространение. Принцип распыления заключается в том, что на поверхность вращающегося тела (чаши, грибка, диска) подается ЛКМ, который при вращении под действием центробежной силы в виде отдельных капель отрывается от поверхности распылителя и летит в направлении, перпендикулярном оси вращения. При создании в зоне распыления сильного электрического поля (подключении распылителя к ИВН) частицы ЛКМ приобретают электрический заряд, под действием которого стремятся переместиться в сторону противоположного заряда (рис. 9.7). Результатом воздействия указанных сил является кольцевидная форма отпечатка окрасочного факела (см. рис. 9.4), при этом его размеры зависят от числа оборотов распылителя, напряженности поля, физических свойств ЛКМ. Фактические размеры факелов наиболее распространенных распылителей приведены на рис. 9.8.

При окрашивании центробежными распылителями устанавливается напряженность электростатического поля от 3 до 5 кВ/см. Расход ЛКМ (производительность) принимается равным 1—3 г/мин на 1 см длины коронирующей кромки распылителя, вращающегося с частотой 1200—1400 мин⁻¹. При скорости вращения 25000 мин⁻¹ расход ЛКМ — до 20 г/мин на 1 см кромки распылителя. Межэлектродное расстояние, как правило, составляет 200—300 мм. При окрашивании центробежными

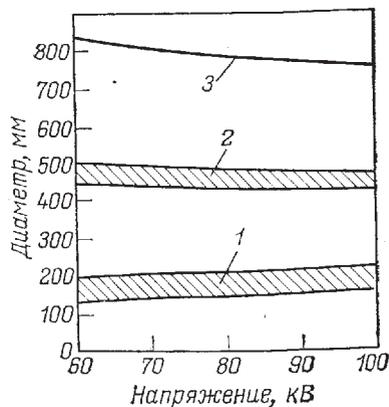
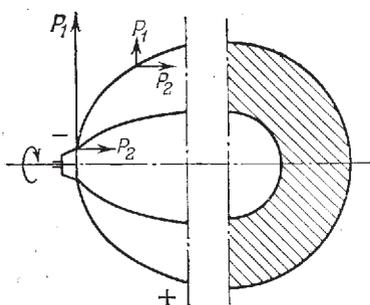


Рис. 9.7. Схема образования окрасочного факела при центробежном распылении в электростатическом поле:

P_1 — центробежные силы; P_2 — кулоновские силы

Рис. 9.8. Размеры отпечатков факела при центробежном распылении в электростатическом поле в зависимости от напряжения:

1 — внутренний диаметр отпечатка при распылении чашей (диаметр 100 мм, частота вращения 1200—1400 об/мин) для различных видов ЛКМ; 2 — наружный диаметр отпечатка при тех же условиях; 3 — диаметр отпечатков факела при распылении чашей (диаметр 65 мм, частота вращения 25 000 об/мин)

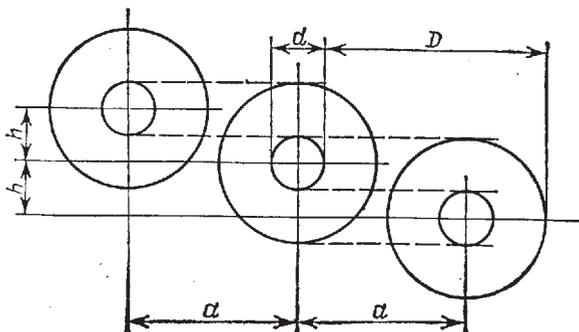


Рис. 9.9. Расположение отпечатков факелов при окрашивании центробежными распылителями в электростатическом поле для получения равномерного покрытия

распылителями их расположение таково, что при перемещении детали средняя часть факела диаметром d совмещается с кольцевым отпечатком факела (рис. 9.9).

При окрашивании центробежными распылителями достигается класс покрытий II.

Применение пневматического и безвоздушного распыления в электрическом поле значительно расширяет область применения электроокрашивания и позволяет применять наиболее экономичные методы автоматического окрашивания.

Ряд преимуществ окрашивания распылением в электрическом поле не достигается из-за возрастания степени взрывопожароопасности при данном методе. Высокая производительность пневмораспыления и особенно безвоздушного распыления приводит к возникновению обширных зон взрывоопасности, а наличие электрического поля обуславливает наличие инициатора воспламенения — электрической искры.

При соблюдении принципов взрывопожаробезопасности, установленных ГОСТ 12.1.004—76 «Пожарная безопасность. Общие требования», и современных технических решений в окрасочном оборудовании достигается взрывопожаробезопасность с вероятностью не выше 10^{-6} для отдельного взрывопожароопасного узла.

9.3. РАСПЫЛИТЕЛИ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОКРАШИВАНИЯ

Для нанесения ЛКМ в автоматическом режиме отечественной промышленностью выпускаются автоматические КР для пневматического, безвоздушного и центробежного распыления моделей КА-2, КА-3, РДУ-1, ЭР-8, ЭРВ-1 и РВЛМ-1.

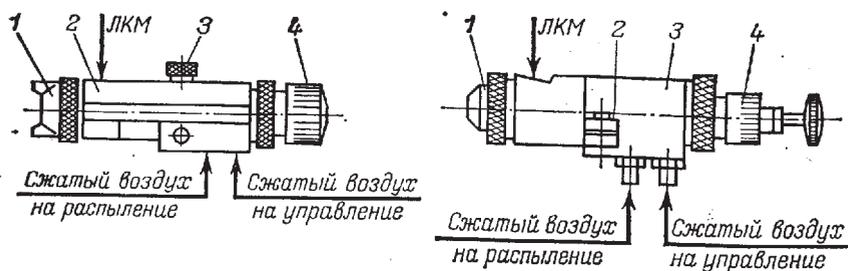


Рис. 9.10. Краскораспылитель автоматический КА-2:

1 — распыляющая головка; 2 — корпус; 3 — дроссель регулирования ширины факела; 4 — колпачок регулирования расхода ЛКМ

Рис. 9.11. Краскораспылитель автоматический КА-3:

1 — распыляющая головка; 2 — узел крепления; 3 — корпус; 4 — регулятор расхода ЛКМ

КРП выпускаются двух разновидностей: КА-2 производительностью до 600 г ЛКМ/мин с изменяющейся шириной факела от 90 до 400 мм и КА-3 производительностью до 500 г ЛКМ/мин с факелом круглой формы.

Техническая характеристика КА-2 (рис. 9.10) (ТУ 6-10-1899—83) приведена ниже:

| | |
|--|-----------------------|
| Производительность по ЛКМ, г/мин, не менее | 600 |
| Рабочее давление ЛКМ, МПа, не более | 0,02 |
| Рабочее давление сжатого воздуха в системе управления, МПа, не более | 0,4 |
| Рабочее давление сжатого воздуха на распыление, МПа, не более | 0,4 |
| Максимальный расход сжатого воздуха, $\text{нм}^3/\text{ч}$, не более | 21 |
| Размеры отпечатка факела на расстоянии 300 мм от распылительной головки, мм: | |
| диаметр круглого факела | 90±10 |
| ширина плоского факела | 400±50 |
| Диаметр отверстия материального сопла, мм | 1,6 ^{+0,025} |
| Габаритные размеры, мм, не более: | |
| длина | 190 |
| ширина | 40 |
| высота | 63 |
| Масса, кг, не более | 0,7 |

Техническая характеристика КА-3 (рис. 9.11) (ТУ 6-10-1040—82) следующая:

| | |
|--|-----|
| Максимальная производительность по ЛКМ, г/мин | 30 |
| Диаметр отверстия материального сопла, мм | 1,0 |
| Рабочее давление воздуха на распыление, МПа, не более | 0,4 |
| Рабочее давление воздуха на управление, МПа, не более | 0,4 |
| Емкость бачка ЛКМ, л | 0,5 |
| Диаметр отпечатка факела на расстоянии 300 мм от сопла, мм, не более | 65 |
| Максимальный расход воздуха, $\text{нм}^3/\text{ч}$ | 6 |

| | |
|--|------|
| Габаритные размеры с бачком, мм, не более: | |
| длина | 210 |
| ширина | 90 |
| высота | 150 |
| Масса, кг, не более | 0,85 |

Краскораспылитель может использоваться без бачка. Техническая характеристика автоматических пневматических краскораспылителей зарубежных фирм приведена в табл. 9.1.

Для нанесения покрытий методом безвоздушного распыления выпускается распылитель с дистанционным управлением РДУ-1 с набором распыляющих устройств производительностью от 0,4 до 2,0 кг ЛКМ/мин.

Техническая характеристика распылителя РДУ-1 (рис. 9.12) (ТУ 6-10-1969—84) следующая:

| | |
|---|----------|
| Производительность по ЛКМ, г/мин | 400—2000 |
| Максимальное давление распыляемого материала, МПа, не более | 20 |
| Температура распыляемого материала, °С | 5—50 |
| Габаритные размеры распылителя, мм: | |
| длина | 187 |
| ширина | 40 |
| высота | 95 |
| Масса распылителя, кг, не более | 0,9 |

КР снабжен устройством для промывки сопла ЛКМ при засорении.

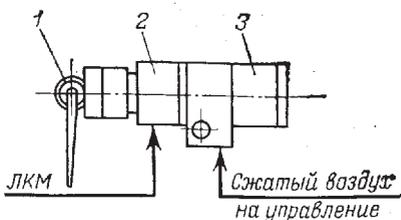
Изменение производительности КР РДУ-1 осуществляется заменой распыляющих устройств (сопл). В небольших пределах (до 25%) производительность возможно регулировать изменением давления ЛКМ от 12 до 20 МПа. Практически про-

Таблица 9.1. Технические характеристики автоматических пневматических краскораспылителей зарубежных фирм

| Параметр | A-7, ф. <i>Krautzberger</i> (Германия) | APL-4, ф. <i>Kovo Finis</i> (ЧССР) | AGB, ф. <i>De Vibbiss</i> (США) | ЕССО-40А, ф. <i>Atlas</i> <i>Copco</i> (Шве- ция) |
|---|--|--|---------------------------------------|--|
| Максимальная произ- водительность по ЛКМ, г/мин, не менее | 600 | 300—1000 | 500—1000 | 500—1000 |
| Диаметр отверстия со- пла, мм | 1,5 | 1,8 | 1,1—1,8 | 1,1—1,8 |
| Давление воздуха на распыление, МПа | 0,4 | 0,3—0,6 | 0,3—0,5 | 0,7 |
| Расход воздуха нм ³ /ч | 22 | 5—40 | 7—39 | 15—42 |
| Габаритные размеры, мм: | | | | |
| длина | 185 | 185 | 178 | 222 |
| ширина | 80 | 85 | 57 | 85 |
| высота | 95 | 70 | 60 | 70 |
| Масса, кг | 0,875 | 0,780 | 1,14 | 0,960 |

Рис. 9.12. Краскораспылитель безвоздушный с дистанционным управлением РДУ-1:

1 — распыляющая головка; 2 — корпус; 3 — пневмоцилиндр управления



изводительность при безвоздушном распылении возможно изменять в пределах от 0,35 до 2,0 кг/мин.

Техническая характеристика распыляющих устройств (ТУ 6—10—1792—80):

| | |
|---|-------|
| Рабочее давление ЛКМ, МПа: | |
| максимальное | 20 |
| минимальное | 12 |
| Температура ЛКМ, °С | 5—50 |
| Вязкость ЛКМ по вискозиметру ВЗ-246-4 при температуре 18—23 °С, с, не более | 50 |
| Масса, кг, не более | 0,003 |

Зависимость расхода ЛКМ от типа распыляющих устройств представлена ниже:

| Типоразмер распыляющих устройств | Расход ЛКМ, кг/мин | Типоразмер распыляющих устройств | Расход ЛКМ, кг/мин |
|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| УР-04 | 0,4 ^{+0,05} | УР-1,4 | 1,4 ^{+0,04} _{-0,06} |
| УР-06 | 0,6 ^{+0,03} _{-0,06} | УР-1,6 | 1,6 ^{+0,03} _{-0,04} |
| УР-08 | 0,8 ^{+0,02} _{-0,08} | УР-1,8 | 1,8 ^{+0,08} _{-0,02} |
| УР-1,0 | 1,0 ^{+0,06} _{-0,08} | УР-2,0 | 2,0 ^{+0,04} _{-0,05} |
| УР-1,2 | 1,2 ^{+0,05} _{-0,04} | | |

9.4. МАНИПУЛЯТОРЫ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ

Манипулятор — управляемое устройство для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве, оснащенное рабочим органом. Промышленный робот — автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней свободы, и устройства программируемого управления. Манипуляторы выполняются с ручным управлением и с дополнительной системой уравнивания рабочего органа — так называемые сбалансированные манипуляторы.

Промышленные роботы выполняются с цикловым и числовым программным управлением и управляемым устройством адаптивного управления с автоматическим изменением управляющей программы в зависимости от контролируемых параметров состояния внешней среды.

В соответствии с ГОСТ 25204—82 манипуляторы и промышленные роботы классифицируются по номинальной грузоподъемности как сверхлегкие, легкие, средние, тяжелые и сверхтяжелые. Классификация роботов по рабочему пространству, рабочей зоне и зоне обслуживания манипулятора, по скорости перемещения, по степени подвижности, числу степеней свободы, погрешности позиционирования и обработки рабочего органа приведена в ГОСТ 25686—85.

Манипуляторы и роботы используются при автоматической окраске для перемещения краскораспылителя (КР).

Как правило, в автоматических линиях окрашивания используются простейшие механизмы перемещения КР, разрабатываемые для каждой конкретной окрасочной линии. Принцип действия механизмов заключается в том, что КР придается возвратно-поступательное движение с параметрами, рассчитанными по принятой схеме. Простейший механизм перемещения КР состоит из привода, бесконечной цепи и платформы (ползуна), соединенной с цепью и перемещаемой в направляющих. К платформе крепятся распылители (иногда через штанги). Механизм устанавливается на полу либо подвешивается к стенам или потолку окрасочной камеры.

Учитывая, что каждая автоматическая окрасочная линия требует определенного вида механизма с конкретными, присущими данной линии техническими параметрами, механизмы перемещения до последнего времени разрабатывались как изделия индивидуального производства. Разработка унифицированного механизма перемещения КР не представлялась возможной из-за технической сложности и экономической нецелесообразности.

Для разработки конкретных механизмов перемещения КР целесообразно использовать технические решения, разработанные рядом отечественных организаций.

Наибольшее распространение нашли механизмы перемещения КР для окраски в электрическом поле, в том числе и порошковыми ЛКМ.

Данные механизмы изготавливаются в исполнении, пригодном для эксплуатации во взрывоопасных и пожароопасных зонах классов В-1б, ВПа, П-1, П-11, П-11а и П-111 согласно ПУЭ-76.

Техническая характеристика типового подвешенного манипулятора модели МП-2, разработанного НИИ ЛКП (рис. 9.13) приведена ниже:

| | |
|---|---------------------------------|
| Ход распылителей, мм: | |
| максимальный | 1720 |
| минимальный | 1480 |
| Скорость перемещения распылителей, м/с | $0,6 \pm 10\%$; $0,8 \pm 10\%$ |
| Количество распылителей, шт. | 2 |
| Базовое расстояние между точками крепления распылителей, мм | 760 |

| | |
|--|------|
| Габаритные размеры без распылителей, мм: | |
| длина | 760 |
| ширина | 420 |
| высота | 2605 |
| Масса, кг | 150 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 1,1 |

Механизм перемещения МП-2 предназначен для использования при окрашивании по схемам, приведенным на рис. 9.1, *a* и *б*, 9.3, *a* и *б* с высотой комплектовки (изделия) от 1500 до 1700 мм. Механизм МП-2 может использоваться как при пневмораспылении, так и при безвоздушном распылении с получением покрытий структуры, изображенной на рис. 9.5, *б*.

Для нанесения покрытий по схемам, изображенным на рис. 9.2, *a* и *б*, разработан манипулятор с устройствами для поворота штанг с распылителями и прямого управления работой распылителей. Поворот штанг с распылителями позволяет осуществлять перемещение факела со скоростью движения конвейера, не перемещая манипулятор. Диапазон скоростей поворота штанг обеспечивает перемещение факела в зоне нанесения покрытия со скоростью от 0,5 до 3 м/мин. Управление работой КР пневматическое.

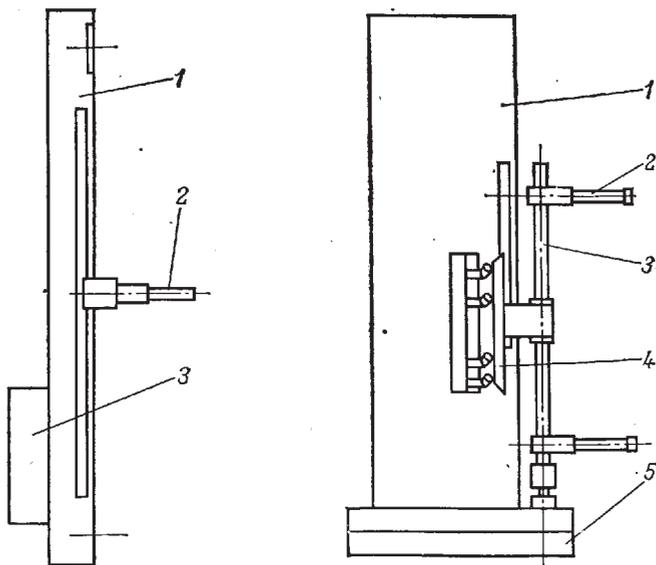


Рис. 9.13. Манипулятор МП-2:
1 — корпус; 2 — КР; 3 — приводной механизм

Рис. 9.14. Манипулятор МПР:
1 — корпус; 2 — КР; 3 — штанга; 4 — механизм управления КР; 5 — основание с механизмом поворота штанг с распылителями

Техническая характеристика манипулятора МПР (рис. 9.14):

| | |
|--|----------|
| Ход распылителей, мм | 500 |
| Вертикальная зона окраски, мм | 1000 |
| Скорость перемещения распылителей, м/с | 0,5 |
| Число распылителей | 4 |
| Базовое расстояние между точками крепления распылителей по горизонтали, мм | 460 |
| Базовое расстояние между точками крепления распылителей по вертикали, мм | 300—1000 |
| Угол поворота штанг, град. | 60 |
| Габаритные размеры без распылителей, мм: | |
| длина | 800 |
| ширина | 560 |
| высота | 2005 |

Для окрашивания изделий сложной конфигурации используются роботы, обучаемые процессу окраски квалифицированными малярами. После окрашивания изделия распылителем манипулятора все траектории движения КР фиксируются запоминающим устройством и воспроизводятся автоматически.

Астраханским заводом окрасочного оборудования выпускаются для окрасочных работ роботы «Колер».

Техническая характеристика робота «Колер» (рис. 9.15):

| | |
|---|---|
| Размеры рабочей зоны манипулятора, мм, не менее: | |
| длина×ширина×высота | 2500×1000×2000 |
| Число рабочих программ, не менее | 5 |
| Общее время воспроизведения программ, с, не менее | 200 |
| Скорость перемещения рабочего органа КР, м/с, не более | 2 |
| Грузоподъемность манипулятора, кг, не менее | 3 |
| Усилие перемещения КР при обучении, Н, не менее | 30 |
| Тип системы управления | Цифровая контурная |
| Операционное время выбора рабочей программы, с, не более | 30 |
| Время смены программносителя, мин, не более | 30 |
| Режим обучения | В процессе ручного окрашивания с записью в оперативную память |
| Максимальная абсолютная погрешность позиционирования, мм | ±3 |
| Максимальная производительность КР по расходу ЛКМ, г/мин, не менее | 600 |
| Рабочее давление ЛКМ, МПа | 0,02—0,2 |
| Рабочее давление воздуха на распыление, МПа | 0,25—0,4 |
| Расход воздуха на распыление, м ³ /ч | 22 |
| Размеры отпечатка факела КР на расстоянии 300 мм от головки при давлении воздуха 0,4 МПа, мм, не более: | |
| диаметр круглого факела | 90 |
| ширина плоского факела | 400 |

| | |
|----------------------|---------------|
| Габариты, мм: | |
| длина×ширина×высота | 1800×830×1800 |
| Габариты, мм: | |
| станции гидропривода | |
| длина×ширина×высота | 800×800×800 |
| системы управления | |
| длина×ширина×высота | 800×650×1800 |
| Масса, кг: | |
| манипулятора | 450 |
| станции гидропривода | 300 |
| системы управления | 250 |

Для окрашивания в электрическом поле высокого напряжения разработан ряд манипуляторов, технические характеристики которых приведены в табл. 9.2. В последние годы с развитием роботизации производственных процессов рядом организаций и предприятий страны разработано и освоено производство типовых и специализированных манипуляторов и роботов для использования в роботизированных технологических линиях, на участках окраски и в гибких производственных модулях нанесения ЛКП. Разработанные и выпускаемые манипуляторы и роботы могут быть использованы в создаваемых гибких производственных системах. В табл. 9.3 приведены технические характеристики окрасочных манипуляторов, а в табл. 9.4 — технические характеристики окрасочных роботов.

Таблица 9.2. Технические характеристики типовых манипуляторов для окрашивания в поле высокого напряжения

| Показатель | Манипулятор | | |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|------|
| | с изменяемым ходом перемещения КР | с изменяемой скоростью перемещения КР | |
| | 2 | 4 | 1 |
| Число распылителей | Чаша | Чаша, | Чаша |
| Тип распылителя | | грибок | |
| Частота вращения распылителя, об/мин | 1400 | 1400 | 1420 |
| Расстояние от распылителя до изделия, мм | 250—300 | 250—300 | 250 |
| Расстояние между распылителями, мм | 600 | 500 | — |
| Рабочий ход КР, мм: | | | |
| минимальный | 400 | — | — |
| максимальный | 1550 | 2000 | 1510 |
| Скорость перемещения распылителей, мм/с: | | | |
| минимальная | — | 3,0 | 12,0 |
| максимальная | 19,0 | 18,0 | 36,0 |

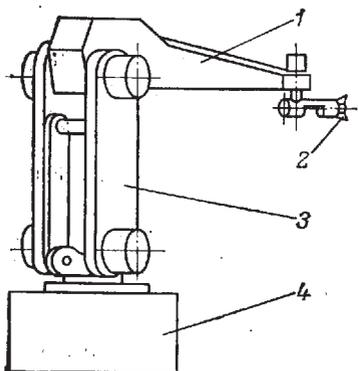


Рис. 9.15. Робот «Колер»:

1 — «рука»; 2 — КР; 3 — механизм поворотов; 4 — основание с приводом

В окрасочных линиях могут использоваться и универсальные роботы, технические характеристики которых приведены в табл. 9.5. При выборе манипулятора или промышленного робота с электрическим питанием для нанесения ЛКМ необходимо учитывать их исполнение по взрывопожаробезопасности согласно ПУЭ-76, разд. VII.

Таблица 9.3. Технические характеристики окрасочных манипуляторов, применяемых на предприятиях Минавтотракторсельхозмаша

| Показатель | Вертикальный 728.1.01.00 | Вертикальный 728.1.02 | Вертикальный В15.01 | Горизонтальный 816.02 | Портальный 940.00 | Горизонтальный самопере- мещающийся 920.М2.01 | Портальный самопере- мещающийся 947.00 | Консольно-го- ризонтальный РО.12.К21 |
|--|-----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--|---|--|
| Максимальный ход рабочего органа, мм: | | | | | | | | |
| длина | — | — | — | — | — | 1200 | 7000 | — |
| ширина | — | — | — | 1750 | 2400 | 2200 | 2200 | 2100 |
| высота | 1400 | 2500 | 1750 | — | 2400 | — | 2200 | — |
| Число программ окрасивания | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Сложность программ окрасивания (по числу их составных элементов) | 1 | 1 | 3 | 3 | 12 | 2 | 10 | 5 |
| Максимально допустимая скорость перемещения, м/мин | 2,5 | 2,5 | 4 | 4 | 5 | — | — | 3 |
| Время перемещения манипулятора, мин: | | | | | | | | |
| на рабочем (прямом) ходу | — | — | — | — | — | 0,8 | 3 | — |
| на холостом (обратном) ходу | — | — | — | — | — | 0,8 | 1,5 | — |
| Число КР, шт. | 1 | 1 | 2 | 2 | 6 | 2 | 3 | 3 |
| Число степеней свободы КР | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Длина хода распылителей, мм | 1000 | 1400 | 1800 | — | — | — | — | — |
| Расход сжатого воздуха, нм ³ /ч | 22 | 45 | 22 | 22 | 125 | 22 | 65 | 65 |
| Установленная мощность, кВт | 0,6 | 0,6 | 0,85 | 0,85 | 2,5 | 1,25 | 3,25 | 2,7 |

Примечание. Давление подводимого ЛКМ у всех перечисленных манипуляторов составляет 0,10—0,25 МПа; давление сжатого воздуха — от 0,4 до 0,6 МПа. Привод манипулятора РО.12.К21 — электрогидравлический, остальных манипуляторов — электрический.

Таблица 9.4. Технические характеристики специализированных промышленных роботов

| Показатель | Робот РП-11-1600 | Робот- малаяя «Импульс» | Окрасочный робот РО-1/18 | Автоматиче- ский мани- пулятор для окра- шивания внутренней поверхности цистерн | Автоматиче- ский мани- пулятор для окрашивания снаружи ку- зовов авто- мобилей | Автоматиче- ский мани- пулятор для окрашивания сушильных барabanов |
|---|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| Число степеней свободы (без захватов) | 3 | 3 | 4,5 | 2 | 3 | 2 |
| Погрешность позиционирования, мм | ±25 | ±2 | ±2 | — | ±10 | — |
| Скорость перемещения руки, м/мин (мм/с): | | | | | | |
| по оси <i>x</i> | 20—60 | 0,05 | (500) | — | 24,8—62,4 | (0,5) |
| по оси <i>y</i> | 1—1,5 | 0—0,5 | (2000—5000) | — | 24,8—62,4 | (0,5) |
| по оси <i>z</i> | — | 0,3 | — | — | 24,8—62,4 | (0,5) |
| Давление воздуха, МПа | 0,63 | 0,63 | 0,2—0,6 | 0,5 | 0,2—0,4 | 0,4—0,5 |
| Давление ЛКМ, МПа | 0,02—0,2 | 0,2—0,4 | 0,2—0,4 | 0,2—0,4 | 0,05—0,02 | 0,2—0,4 |
| Рабочая температура, °С | 15—40 | — | 10—30 | 10—30 | 10—30 | 10—30 |
| Количество распылителей, шт. | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| Производительность КР, кг/мин | 0,2—0,5 | — | 0,2—0,5 | 0,55 | 0,55 | 0,2—0,5 |
| Ход КР, мм | 1600 | — | 1000—1600 | — | 1850—2200 | — |
| Расход воздуха, нм ³ /ч | До 60 | До 20 | До 60 | — | 65 | До 80 |

Таблица 9.5. Технические характеристики универсальных промышленных роботов (с шестью степенями свободы и одним захватом)

| Показатель | «Контур-002» | ПРК-20 | «Универсал-15» |
|--|--------------|-----------|----------------|
| Максимальная угловая скорость звеньев, град/с | 60 | 60 | 70—90 |
| Грузоподъемность, Н | 35 и 150 | 196 | 150 |
| Погрешность позиционирования, мм | ±10 | ±3 | ±2 |
| Номинальное давление, МПа | 10 | 6 | 6 |
| Рабочая температура, °С | 10—35 | 10—35 | 5—45 |
| Наибольший вылет руки по горизонтали, мм | 700 | 1500 | 1000 |
| Максимальный угол поворота манипулятора, град. | 210 | 180 | — |
| Максимальная скорость инструмента, м/с | 2 | 0,5 | 5—7 |
| Перемещение робота, мм | — | До 15 000 | — |
| Скорость перемещения, мм/с | — | 250 | — |

9.5. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КРАСКОРАСПЫЛИТЕЛЯМИ

Обеспечение автоматического нанесения ЛКМ во взрывоопасных средах, образованных распыленной краской, затрудняет, а в отдельных случаях исключает применение традиционных средств автоматизации, основанных на электронике и электрических связях.

Окрашивание, как правило, связано с применением сжатого воздуха, что служит предпосылкой для использования пневматики в системах регулирования и управления технологическими процессами окрашивания, в частности унифицированной системы элементов пневмоавтоматики (УСЭП). Система УСЭП позволяет осуществлять автоматизацию нанесения ЛКМ и других процессов при окрашивании. В этом случае исключается вероятность воспламенения взрывоопасных смесей, образующихся в процессе нанесения ЛКП.

В настоящее время промышленностью выпускается широкий ассортимент механизмов для преобразования энергии сжатого воздуха — изменения давления, дискретного и непрерывного преобразования энергии сжатого воздуха, передачи сигналов типа «да» и «нет», измерения времени (пневматическое реле времени) и др.

Автоматизация процессов окраски осуществляется, как правило, на наиболее распространенных пневматических механизмах, отличающихся надежностью и долговечностью. На рис. 9.16 приведены простейшие принципиальные технические решения схем управления КР в автоматическом режиме: при пневмораспылении (рис. 9.16, а), безвоздушном распылении

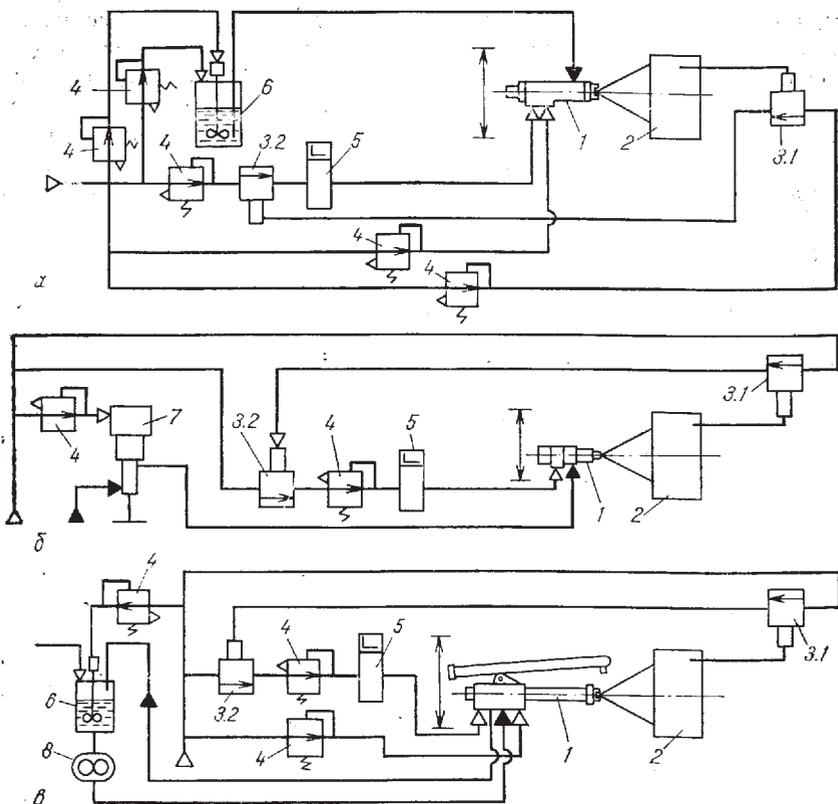


Рис. 9.16. Схемы управления при автоматической окраске пневмораспылением (а), безвоздушным распылением (б) и пневмораспылением в электростатическом поле (в):

1 — КР; 2 — окрашиваемое изделие; 3 — клапан; 4 — регулятор давления; 5 — реле времени (пневматическое); 6 — емкость с ЛКМ; 7 — насос; 8 — насос-дозатор

(рис. 9.16, б) и пневмораспылении в электрическом поле (рис. 9.16, в).

Автоматическое управление режимом распыления в приведенных схемах заключается в том, что изделие, перемещаемое конвейером (подвесным или напольным), в определенной точке своего пути воздействует на датчик (чаще пневмоклапан с рычагом управления) 3.1, который передает сигнал на клапан управления КР 3.2. Клапан 3.2 через реле времени 5 включает КР, совершающий возвратно-поступательные движения на механизме перемещения в плоскости, перпендикулярной движению конвейера, на время, необходимое для окрашивания изделия. Включение КР — это включение подачи ЛКМ и сжатого воздуха на распыление. При небольших промежутках между изделиями

ми на конвейере подача сжатого воздуха на распыление не отключается, чем сохраняется установившийся режим распыления, обеспечивающий высокое качество покрытия. Для отключения подачи воздуха на распыление на линии подачи сжатого воздуха устанавливается отдельный клапан и реле времени или эта линия блокируется с линией сжатого воздуха, идущего на управление КР при опережении подачи сжатого воздуха в начале распыления и задержке ее при завершении распыления для исключения выброса нераспыленного ЛКМ.

Управление безвоздушным распылением (рис. 9.16, б) аналогично управлению пневматическим распылением (рис. 9.16, а).

Автоматическое управление пневмораспылением в электрическом поле (рис. 9.16, в) отличается тем, что в линии подачи ЛКМ включен насос-дозатор 7, работающий непрерывно для сохранения стабильности подачи краски. В данном случае КР снабжен клапаном-переключателем, с помощью которого при отключении распыления ЛКМ возвращается в емкость 7, обеспечивая ее циркуляцию.

Для создания необходимых режимов распыления, управления, регулирования подачи ЛКМ на линиях подачи воздуха устанавливаются регуляторы давления 4.

При автоматизации процессов окрашивания широко используется и электроника — обычно для связи с другими технологическими процессами (подготовкой поверхности, сушкой, транспортированием деталей и т. д.) — которая, как правило, используется вне зон взрывоопасности и в сочетании с пневмоавтоматикой.

При автоматизации процессов окрашивания необходимо учитывать свойства ЛКМ, а именно то, что краска обладает структурной вязкостью, способностью образовывать осадок пигмента в застойных зонах краскопроводов, затвердевать при соприкосновении с атмосферой, а в процессах распыления выделять пары, смесь которых с воздухом образует взрывоопасные смеси. Эти особенности ЛКМ не позволяют использовать широко распространенные элементы гидроаппаратуры без их конструктивной переработки, способность образовывать взрывоопасные смеси обуславливает строгое соблюдение правил и норм взрывопожаробезопасности, определенных действующими ГОСТами, правилами и нормами.

9.6. АВТОМАТИЗАЦИЯ КРАСКОПОДАЧИ

Автоматическое нанесение ЛКП требует автоматизации краскоподдачи к КР, включая и дозирование.

Дозирование ЛКМ осуществляется двумя методами: с помощью дозирующих насосов и дросселированием краскопровода (или изменением давления краски, подаваемой через дроссель постоянного сечения).

Для первого вида дозирования выпускаются дозаторы краски ДКХ-3 и ДКХ-4, для второго — красконагнетательные бачки емкостью 16, 40 и 63 л.

Дозаторы краски типа ДКХ-3 и ДКХ-4, как правило, используются при окрашивании в электрическом поле, красконагнетательные бачки — при окраске пневмораспылением. При безвоздушном распылении используют дроссели в виде сопел для распыления ЛКМ с разным сечением выходного канала (см. табл. 9.1).

В последние годы появились пневматические КР, пригодные для эксплуатации с дозирующими насосами (например, РВЛМ-1).

Преимущество насосов-дозаторов перед красконагнетательными бачками — в более высокой точности дозирования, его стабильности и более широком диапазоне доз.

Дозирование за счет изменения давления ЛКМ в красконагнетательных бачках недостаточно стабильно, так как обычно для подачи ЛКМ в КР требуется давление 0,02—0,05 МПа, в то же время регуляторы давления сжатого воздуха, за счет которого создается заданное давление в красконагнетательном баке, имеют погрешность $\pm 0,02$ МПа. Использование насосов-дозаторов типа ДКХ-3 и ДКХ-4 позволяет автоматизировать процессы окрашивания и получить значительный экономический эффект за счет сокращения потерь ЛКМ на неравномерность покрытия.

Для приготовления ЛКМ (доведения до заданной рабочей вязкости и фильтрации) и подачи в баки дозаторов или красконагнетательные баки выпускаются баки краски БК-63, БК-125 и баки растворителя БР-63. Использование баков краски позволяет механизировать и автоматизировать процессы окрашивания от приема ЛКМ и транспортной тары (бидонов, бочек) до ее нанесения.

Конструкции баков показаны на рис. 9.17 и 9.18.

Техническая характеристика бака БК-125 (ТУ 6—10—1139—88) приведена ниже:

| | |
|--|---------|
| Производительность насосов при 60 ± 2 двойных ходах/мин и вязкости материала 50 с по ВЗ-246-4, л/мин | 10 +1,6 |
| Давление материала на выходе из насоса при давлении воздуха на привод 0,5 МПа, МПа | 12,5 |
| Рабочее давление сжатого воздуха, МПа, не более | 0,5 |
| Максимальный расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$ | 150 |
| Вместимость бака, л, не более | 125 |
| Габаритные размеры, мм, не более: | |
| длина | 900 |
| ширина | 800 |
| высота | 1700 |
| Масса, кг, не более | 130 |
| Длина заборного шланга, м | 2,5 |

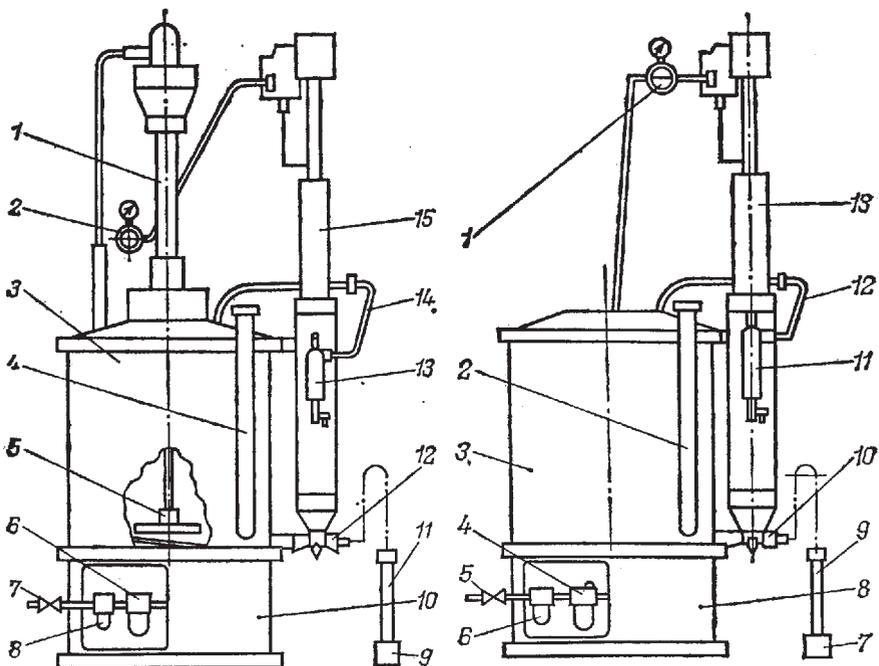


Рис. 9.17. Бак краски БК-63 и БК-125:

1 — пневмопривод; 2 — регулятор давления; 3 — бак; 4 — уровнемер; 5 — мешалка; 6 — маслораспылитель; 7 — фильтр; 8 — кран; 9 — фильтр грубой очистки; 10 — основание; 11 — шланг заборный; 12 — кран трехходовой; 13 — фильтр тонкой очистки; 14 — шланг для заполнения; 15 — насос

Рис. 9.18. Бак растворителя БР-63:

1 — регулятор давления; 2 — уровнемер; 3 — бак; 4 — маслораспылитель; 5 — кран; 6 — фильтр; 7 — фильтр грубой очистки; 8 — основание; 9 — шланг заборный; 10 — кран трехходовой; 11 — фильтр тонкой очистки; 12 — шланг для заполнения; 13 — насос

Техническая характеристика бака БК-63 (ТУ 6—10—1141—88):

| | |
|--|---------------|
| Производительность насоса при 60 ± 2 двойных ходах/мин и вязкости материала не более 50 с по ВЗ-246-4, л/мин | 5+1 |
| Давление материала на выходе из насоса при давлении воздуха на привод 0,5 МПа, МПа | 12,5 |
| Рабочее давление сжатого воздуха, МПа, не более | 0,5 |
| Максимальный расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$ | 150 |
| Вместимость бака, л, не более | 63 |
| Габаритные размеры, мм, не более: | |
| длина | 760 |
| ширина | 650 |
| высота | 1400 |
| Масса, кг | 110 |
| Длина заборного шланга, м | $2,5 \pm 0,5$ |

Для механизации и автоматизации приготовления ЛКМ в краскозаготовительных отделениях промышленностью выпускается бак растворителя марки БР-63 (ТУ 6-10-1142—88), техническая характеристика которого приведена ниже:

| | |
|--|---------------|
| Производительность насоса при 60 ± 2 двойных ходах/мин, л/мин | 5+1 |
| Давление материала на выходе из насоса при давлении сжатого воздуха на привод 0,4 МПа, МПа | 4,0 |
| Рабочее давление сжатого воздуха, МПа, не более | 0,4 |
| Максимальный расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$ | 30 |
| Вместимость бака, л, не более | 63 |
| Габаритные размеры, мм, не более: | |
| длина | 960 |
| ширина | 650 |
| высота | 1400 |
| Масса, кг, не более | 90 |
| Длина заборного шланга, м | $2,5 \pm 0,5$ |

Глава 10

ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ, ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ ДЛЯ ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХОВ И КРАСКОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ

Большинство ЛКМ (ГОСТ 9825—73), моющие, обезжиривающие и полировочные составы, применяемые в процессах получения ЛКП, содержат токсичные летучие компоненты (растворители), пары которых могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси, а также нелетучие компоненты (пленкообразующие, пластификаторы, пигменты, наполнители и др.), которые оказывают вредное воздействие на работающих. В связи с этим необходимо выполнять определенные требования безопасности.

Организацию и выполнение окрасочных работ следует проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002—75, ГОСТ 12.3.005—75, а также согласно типовым правилам пожарной безопасности для промышленных предприятий, утвержденным ГУПО МВД СССР, и санитарным правилам при окрасочных работах с применением ручных распылителей, утвержденным Минздравом СССР.

Окрасочные работы должны быть безопасными на всех стадиях:

подготовки поверхности изделий под окрашивание, включая удаление ржавчины, окалины, старых покрытий, обезжиривание и нанесение преобразователей ржавчины;

Таблица 10.1. Перечень опасных и вредных производственных факторов, возникающих при проведении окрасочных работ

| Фактор | Наиболее вероятные зоны воздействия |
|---|---|
| Движущиеся машины и механизмы | Проезды для транспортных средств, транспортеры, конвейеры |
| Незащищенные подвижные части окрасочного оборудования | Участки расположения механизмов перемещения краскораспылителей |
| Передвигающиеся окрашиваемые изделия | Пересечения трасс конвейеров с проходами для работающих |
| Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны | Участки ручной подготовки поверхности изделий под окраску, участки шлифования и полирования, проемы камер подготовки, окрашивания и сушки |
| Повышенная температура ЛКМ, моющих и обезжиривающих жидкостей, паров и газов, поверхности оборудования и изделий | Участки нанесения подогретых ЛКМ, участки у камер подготовки поверхности и сушильных камер |
| Повышенная или пониженная температура воздуха на окрасочных участках, в окрасочных цехах, помещениях и камерах | Участки ручной подготовки поверхности и камеры ручной окраски изделий |
| Повышенный уровень шума, вибрации и ультразвука при подготовке поверхности изделий к окрашиванию и при работе вентиляторов окрасочных установок | Агрегаты подготовки поверхности, окрасочные камеры, ручной механизированный инструмент для механической обработки поверхности |
| Повышенные уровни УФ-, ИК-, α -, β -, γ - и рентгеновского излучений, возникающие при работе сушильного оборудования | Открытые проемы сушильных установок и передвижные сушильные установки с элементами оптического и терморadiационного излучения |
| Незащищенные токоведущие части установок подготовки поверхности, электроосаждения в электростатическом поле и сушильных камерах | Открытые шинопроводы |
| Повышенная ионизация воздуха на участках окрашивания в электростатическом поле | Участки окрашивания изделий с помощью ручных электростатических распылителей |
| Повышенная напряженность электрического поля и повышенный уровень статического электричества, возникающего при окрашивании изделий в электростатическом поле, а также при перемещении по трубопроводам, перемешивании, переливании (пересыпании) и распылении жидких и сыпучих материалов | Участки окрашивания изделий с помощью ручных электростатических распылителей, автоматические (стационарные) камеры электроокраски при отсутствии надежного заземления изделий |

| Фактор | Наиболее вероятные зоны воздействия |
|--|---|
| <p>Струи ЛКМ, возникающие при нарушении герметичности окрасочной аппаратуры, работающей под давлением</p> <p>Вредные вещества ЛКМ и других рабочих составов, действующие на работающих через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров и слизистые оболочки</p> | <p>Краскопроводы для подачи ЛКМ к распылителям установок безвоздушного распыления (под высоким давлением)</p> <p>Зоны вблизи работающих краскораспылителей, участки для ручной подготовки поверхности, краскоприготовительные отделения</p> |

нанесения ЛКМ, включая приготовление рабочих составов, мойку и чистку тары, рабочих емкостей, производственного оборудования, инструмента и защитных средств;

сушки ЛКП и оплавления покрытий из порошковых полимерных красок;

обработки поверхности ЛКП (шлифования, полирования).

При проведении окрасочных работ должны быть предусмотрены меры, устраняющие условия возникновения взрывов и пожаров в технологических установках (камерах, аппаратах), производственных помещениях, на производственных площадках вне помещений, и меры защиты работающих от возможного действия опасных и вредных факторов, указанных в табл. 10.1.

Уровни опасных и вредных производственных факторов при окрасочных работах не должны превышать предельно допустимых значений, предусмотренных государственными стандартами и санитарно-гигиеническими нормами Минздрава СССР.

Безопасность окрасочных работ обеспечивается выполнением определенных требований к технологическим процессам, помещениям окрасочных цехов и участков, исходным материалам, размещению производственного оборудования и организации рабочих мест, хранению и транспортированию исходных материалов и отходов производства, персоналу, применению средств индивидуальной защиты работающих, выполнению требований техники безопасности.

10.1. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ

Окрасочные работы необходимо проводить в соответствии с нормативно-технической документацией на технологические процессы, утвержденной в установленном порядке. Их следует выполнять в окрасочных цехах, отделениях, участках, на специальных установках, в камерах или на площадках, оборудован-

ных принудительной вентиляцией (местной и общей приточно-вытяжной) и средствами пожарной техники по ГОСТ 12.4.009—75. Устройство вентиляции должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.021—75 и Строительных норм и правил.

В установках и камерах следует поддерживать разрежение, предотвращающее выход вредных выделений наружу и распространение их по помещениям окрасочных цехов (участков). Местные системы вытяжной вентиляции от камер и постов окрашивания (напыления порошковых красок), а также установок сухого шлифования покрытий должны быть оборудованы устройствами, предотвращающими загрязнение воздухопроводов горючими отложениями и блокировками, обеспечивающими подачу рабочих составов к распылителям только при работающих вентиляционных агрегатах.

Необходимо предусматривать средства механизации и автоматизации технологических операций и производственных процессов, обеспечивающие устранение опасных и снижение воздействия вредных производственных факторов на работающих.

Следует обеспечивать меры и способы нейтрализации и уборки пролитых и рассыпанных ЛКМ и химикатов, а также эффективной очистки сточных вод и пылегазовыделений перед сбросом их в водоемы и атмосферу в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.3.02—78.

Подачу рабочих составов (обезжиривающих и моющих растворов, ЛКМ), сжатого воздуха, тепловой и электрической энергии к рабочим органам стационарного окрасочного оборудования следует блокировать с включением необходимых средств защиты работающих. На технологических аппаратах вместимостью более 1 м³ должен быть аварийный слив горючих жидкостей.

Высокая технологическая эффективность окрасочных работ может быть достигнута только при соблюдении параметров, приводимых в ГОСТ 9.105—80, технологических регламентах на окрашивание изделий, паспортах и инструкциях по эксплуатации оборудования.

Окрасочные работы с применением радиоактивных ЛКМ следует проводить в соответствии с санитарными нормами, утвержденными Минздравом СССР.

Подготовку металлических поверхностей к окрашиванию следует проводить по ГОСТ 9.402—80.

Рабочие составы ЛКМ и материалов, применяемых в процессах подготовки поверхности, следует готовить централизованно в специальных краскоприготовительных отделениях, оборудованных принудительными приточно-вытяжными системами вентиляции и средствами пожарной техники.

Тару, рабочие емкости и окрасочную аппаратуру следует очищать и мыть только в специально оборудованных местах, снабженных местными системами принудительной вентиляции и средствами пожарной техники.

Для повышения эффективности процесса нанесения ЛКМ в электростатическом поле и повышения его пожаробезопасности рекомендуется:

не реже двух раз в смену проверять заземление изделий на конвейере (сопротивление заземления не должно превышать 100 Ом);

применять ЛКМ с температурой вспышки, не менее чем на 3°С превышающей температуру среды в зоне окраски;

предусматривать устройства, отключающие подачу ЛКМ на распылители при разрывах в навеске изделий на конвейере.

Для очистки от затвердевших отложений ЛКМ рекомендуется обрабатывать подвески при температуре 80—100°С в щелочном растворе (ГОСТ 9.402—80) следующего состава, % (масс.):

| | |
|----------------------------|------|
| Гидроксид калия или натрия | 20,0 |
| Глюконат натрия | 0,5 |
| Этиленгликоль | 8,0 |
| Вода | 71,5 |

При толщине слоя ЛКМ 60÷70 мкм время обработки — 3 мин, при 120÷150 мкм — 5 мин. При большой толщине слоя отложений ЛКМ эффективнее обработка в термических печах во взрывозащищенном исполнении при температуре 420—430°С в течение 60—90 мин. После такой обработки продукты пиролиза (зола) легко осыпаются от легкого постукивания.

Чтобы облегчить процесс очистки от отложений ЛКМ, рекомендуется защищать пол, стенки окрасочной камеры и оборудование огнестойкой бумагой. Такая бумага изготавливается ПО УКРБУМПРОМ.

При очистке окрасочного оборудования и его вентиляционных систем следует выполнять следующие основные положения: работа производится не менее чем двумя рабочими, при этом один из них должен находиться вне установки;

окрасочные камеры очищаются от осевшей краски по мере ее накопления, но не реже одного раза в неделю;

удаление образовавшихся наростов и ЛКМ в виде пленок, сгустков и т. п. с поверхности окрасочного оборудования, имеющего защитно-антиадгезионные покрытия, производится с помощью заостренного скребка из цветного металла или омедненного;

наросты, образовавшиеся из алкидных ЛКМ, перед снятием должны быть размягчены органическим растворителем в течение 1—2 мин (в качестве размягчителя наростов рекомендуется применять смесь ксилола с уайт-спиритом в соотношении 1:1);

очистку моечных, окрасочных, сушильных агрегатов, ванн и баков производить только при отсутствии деталей на подвесках конвейера, на очищаемом участке и при включенной вентиляции;

очистку внутренних поверхностей камер электростатической окраски производить при отключенном высоком напряжении, но при работающей вентиляции, при этом рабочий должен входить в камеру в респираторе; защита пола камеры от оседания на него ЛКМ допускается бумагой, пропитанной огнезащитным составом;

внутренняя очистка установок струйного облива и окунания должна производиться при работающей вентиляции; сопла в зоне облива следует чистить при отключенном конвейере. В зону облива или окунания работающий должен входить в респираторе (например, РУ 60 М с патроном марки А);

очистку, ремонт аппаратуры и тары из-под ЛКМ производить только после предварительной двухкратной промывки горячей водой или пропаривания острым паром; очистку производить в противогазе с перерывами в работе через каждые 10—15 мин;

очистку сушильных агрегатов производить при отключенной подаче теплоносителя (пара, газа, электроэнергии) и только после полного охлаждения агрегата;

для протирки оборудования разрешается применять только хлопчатобумажные ткани; не допускается применение для этих целей шерсти, шелка, замши, искусственных синтетических тканей;

для удобства и облегчения очистки от краски внутренние поверхности стен окрасочных камер следует покрывать антиадгезионными покрытиями; смазывание тавотом или покрытие бумагой внутренних поверхностей распылительных камер не рекомендуется ввиду опасности пожара, а также из-за значительной трудоемкости очистки стен от тавота; для облегчения очистки гидрофильтров рекомендуется применять агломерирующие добавки (осадители), которые укрупняют частицы краски и делают их легко удаляемыми;

отходы красок и лаков необходимо немедленно удалить в места их сбора для утилизации или сжигания;

после окончания работ следует тщательно вымыть руки, лицо или принять душ и прополоскать рот;

необходимо занести в журнал результаты очистки и утвердить их у ответственных лиц.

Запрещается:

самостоятельно производить ремонт электрической части оборудования (замену сгоревшего предохранителя, электроламп, подключение к электрической сети и т.д.), эти работы должны выполняться электромонтерами;

применять открытый огонь для выжигания отложений красок в окрасочных камерах и воздуховодах;

применять стальной инструмент при очистке металлических поверхностей от ЛКМ;

одновременно выполнять очистку камеры и окрасочные работы;

применять бензол, метанол и пиробензол в качестве растворителей;

мыть руки и стирать спецодежду растворителями;

хранить продукты питания и принимать пищу на рабочем месте;

выносить спецодежду за пределы предприятия;

производить все работы без спецодежды и предохранительных приспособлений, предусмотренных нормами.

10.2. ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЯМ ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ

Окрасочные цехи, участки и вспомогательные помещения по объемно-планировочным и конструктивным решениям должны соответствовать требованиям строительных и санитарных норм и правил проектирования промышленных предприятий, утвержденных Госстроем СССР, а также требованиям норм и правил, утвержденных органами Государственного надзора.

Температура, влажность и подвижность воздуха рабочей зоны производственных помещений окрасочных цехов и участков должны соответствовать нормам, а содержание вредных веществ не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций (ПДК), указанных в ГОСТ 12.1.005—76. ПДК ряда вредных веществ, которые могут загрязнять окружающую среду при выполнении окрасочных работ, приведены в табл. 10.2. Из таблицы видно, что среди вредных веществ имеются и чрезвычайно опасные (1-й класс опасности по ГОСТ 12.1.007—76), как, например, гексаметилендиизоцианат, при работе с которыми требуются специальные меры предосторожности (они указываются в сопроводительных документах на вещества). При этом также необходимо обеспечивать нейтрализацию выбросов в окружающую среду.

При применении жидких ЛКМ (рабочих составов) допускается окрасочные участки и площадки располагать в общих производственных помещениях или вне помещений пожаро- и взрывобезопасных производств, если они размещены по технологическому потоку. В этом случае окрасочные участки и площадки должны быть оборудованы эффективной местной вентиляцией, обозначены сигнальными цветами и знаками безопасности по ГОСТ 12.4.026—76 и иметь ограждения пожаро- и взрывоопасной зоны.

Таблица 10.2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны и водоемах

| Наименование вещества | В воздухе рабочей зоны мг/м ³ | В воздухе населенных пунктов, мг/м ³ | В санитарно-бытовых водоемах, мг/л | Агрегатное состояние (н. у.) |
|--|---|--|---------------------------------------|---------------------------------|
| Азота оксиды (в пересчете на NO ₂) | 5 | 0,085 | — | п |
| Ацетон | 200 | 0,35 | — | п |
| Аммиак | 20 | 0,2 | 2 | п |
| Бензин (в пересчете на С) | 300 | 5 | — | п |
| Бутилацетат | 200 | 0,1 | 0,1 | п |
| Гексаметилендиамин | 1 | 0,001 | 0,01 | п |
| Гексаметилендиизоцианат* | 0,05 | — | — | п |
| Диэтиламин | 30 | 0,05 | 2 | п |
| 1,2-Дихлорэтан | 10 | — | — | п |
| Ксилол | 50 | 0,2 | 0,05 | п |
| Кислота муравьиная* | 1 | — | — | п |
| Кислота серная | 1 | 0,3 | — | п |
| Кислота уксусная | 5 | — | — | а |
| Полиэфирный лак ПЭ-246 | 6 | — | — | п |
| Поливинилхлорид | 6 | — | — | а |
| Полиэтилен низкого давления | 10 | — | — | а |
| Сольвент-нафта (в пересчете на С) | 100 | — | — | п |
| Спирт бугиловый | 10 | 0,1 | 1 | п |
| Спирт этиловый | 1000 | 5 | — | п |
| Спирт диацетоновый | 240 | — | — | п |
| Спирт пропиловый | 10 | 0,3 | — | п |
| Спирты непредельные жирного ряда (аллиловый, кротониловый и др.) | 2 | — | — | п |
| Скипидар (в пересчете на С) | 300 | — | 0,2 | п |
| Стирол | 5 | 0,003 | 0,1 | п |
| Толуол | 50 | 0,6 | 0,5 | п |
| Толуилендиизоцианат | 0,05 | 0,05 | — | п |
| Трихлорэтилен | 10 | 4 | 0,5 | п |
| Триэтиламин | 10 | 0,14 | 2 | п |
| Уайт-спирит (в пересчете на С) | 300 | — | — | п |
| Углерода оксид | 20 | 3 | — | п |
| Фенол* | 0,3 | 0,01 | 0,001 | п |
| Фенопласты | 6 | — | — | а |
| Формальдегид | 0,5 | 0,035 | 0,5 | п |
| Хлор | 1 | 0,1 | — | п |
| Хлорбензол* | 50 | 0,1 | 0,02 | п |
| Хрома оксид | 1 | — | — | а |
| Циклогексанон | 10 | 0,04 | 0,2 | п |
| Этилацетат | 200 | 0,1 | — | п |
| Этилендиамин | 2 | — | — | п |
| Этилцеллозольв | 200 | — | — | п |

* Вещества опасны при поступлении через кожу. Обозначение агрегатного состояния: п — пар или газ; а — аэрозоль.

При применении для окрашивания материалов, которые могут образовать взрывоопасные смеси, когда окрасочные и сушильные камеры располагаются в общем технологическом потоке производства, по требованиям ГОСТ 12.3.005—75 зона относится к взрывоопасной в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от открытых проемов камер, если общая площадь этих камер не превышает 200 м² при общей площади помещения до 2000 м² или 10% при общей площади помещения более 2000 м².

При бескамерной окраске изделий в общем технологическом потоке на открытых площадках с вентиляцией через решетки в полу согласно ГОСТ 12.3.005—75 зона относится к взрывоопасной в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от края решетки и от окрашиваемых изделий, если площадь решеток не превышает 200 м² при общей площади помещения до 2000 м² или 10% при общей площади помещения более 2000 м².

Если общая площадь окрасочных и сушильных камер или решеток превышает 200 м² при общей площади помещения до 2000 м² или 10% при общей площади помещения более 2000 м², размер взрывоопасной зоны определяется в зависимости от объема взрывоопасной смеси согласно пункту 7.3.39 ПУЭ-86 (Правил устройства электроустановок). Класс взрывоопасности зон определяется по пунктам 7.3.40—7.3.42 ПУЭ-86.

Помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность.

Зоны внутри окрасочных и сушильных камер следует приравнивать к зонам, расположенным внутри технологических аппаратов. Требования, приведенные выше, на эти зоны не распространяются.

При наличии в производственном помещении цеха оборудования, при работе которого выделяется пыль (участки нанесения порошковых красок, сухого шлифования и полирования покрытий) с нижним пределом воспламенения 65 г/м³ и ниже, весь цех следует относить к пожаро- и взрывоопасным производствам или изолировать участки с выделением пыли от общего помещения цеха несгораемыми пыленепроницаемыми ограждениями с пределом огнестойкости 0,75 ч. При этом изолированные участки считают пожаро- и взрывоопасными, а пожаро- и взрывоопасность остального помещения определяется свойствами присутствующих в нем веществ.

10.3. ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Каждая партия исходных материалов (ЛКМ, растворителей, разбавителей, отвердителей, полуфабрикатов для приготовления моющих, обезжиривающих и полировочных составов) должна быть снабжена сопроводительными документами с данными

Таблица 16.3. Параметры взрыво- и пожароопасности растворителей

| Вещество | Температура, °С | | Область воспламенения | | | | Температурные пределы воспламенения, °С | |
|---------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|----------|---------------|----------|---|----------|
| | вспышки | само-воспла-менения | % (об.) | | (кг/м³) · 10³ | | ниж-ний | верх-ний |
| | | | ниж-ний | верх-ний | ниж-ний | верх-ний | | |
| Амилацетат | 25 | 360 | 1 | 7,5 | 58,3 | — | 20 | 58 |
| Ацетон | —18 | 465 | 2,2 | 13 | 52 | 310 | —20 | 6 |
| Бензол | —11 | 534 | 1,4 | 7,1 | 45 | 230 | —14 | 13 |
| Бензин «галоша» | —17 | 350 | 1,1 | 5,4 | — | — | —17 | 10 |
| Бутилацетат | 29 | 450 | 2,2 | 14,7 | 107 | 696 | 13 | 48 |
| Бутловый спирт | 34 | 345 | 1,7 | 12 | 46 | 230 | 31 | 60 |
| Изобутиловый спирт | 28 | 390 | 1,84 | 7,3 | — | — | 26 | 50 |
| Бутилакрилат | 38 | 280 | 1,0 | 7,4 | — | — | 30 | 70 |
| Ксилол | 29 | 590 | 0,93 | 4,5 | 39 | 195 | 24 | 50 |
| Метиловый спирт | 8 | 464 | 6 | 34,7 | 92 | 470 | 7 | 39 |
| Метилацетат | —15 | 470 | 3,6 | 12,8 | 109,2 | 388 | —15 | 10 |
| Метилакрилат | —15 | 465 | 1,2 | 15 | — | — | —15 | 27 |
| Метилметакрилат | 8 | 460 | 1,5 | 11,6 | — | — | 2 | 43 |
| Метилэтилкетон | —6 | 514 | 1,9 | 10 | 59 | 300 | —11 | 20 |
| Нитропропан | 31 | 410 | — | — | — | — | 1 | 68 |
| Скипидар | 34 | 300 | 0,8 | — | 45 | — | 32 | 53 |
| Сольвент каменно-угольный | 36 | 540 | — | — | — | — | 29 | 61 |
| Сольвент-нафта | 34 | 520 | 1,3 | 8,0 | — | — | 27 | 56 |
| Стирол | 30 | 530 | 1,08 | 5,2 | — | — | 26 | 59 |
| Пропиловый спирт | 29 | 371 | 2,1 | 13,5 | 49 | 332 | 20 | 53 |
| Изопропиловый спирт | 14 | 400 | 2 | 12 | 50 | 280 | 8 | 37 |
| Растворители: | | | | | | | | |
| № 646 | —7 | 403 | 1,87 | — | 60,2 | — | —9 | 16 |
| № 647 | 5 | 424 | 1,61 | — | 52,6 | — | 4 | 33 |
| № 648 | 13 | 388 | 1,65 | — | 57,6 | — | 10 | 40 |
| № 649 | 25 | 383 | 1,76 | — | 57,5 | — | 22 | 50 |
| № 651 | 29 | 247 | — | — | 46,2 | — | 27 | 50 |
| P-5 | —1 | 497 | 1,83 | — | 59,6 | — | —3 | 24 |
| P-4 | —7 | 550 | 1,65 | — | 48,0 | — | —9 | 19 |
| P-40 | —7 | 415 | 1,54 | — | 43,7 | — | 7 | 17 |
| РДВ | 2 | 424 | 1,83 | — | 55,7 | — | —2 | 27 |
| РКБ-1 | 25 | 376 | 1,54 | — | 46 | — | 22 | 48 |
| РКБ-2 | 34 | 346 | 1,79 | — | 45,7 | — | 30 | 55 |
| РС-1 | 9 | 490 | 1,38 | — | 50,2 | — | 5 | 36 |
| РС-2 | 30 | 382 | — | — | 46,7 | — | 28 | 53 |
| РЭ-1 | 14 | 455 | 2,04 | — | 57,2 | — | 9 | 39 |
| Толуол | 4 | 536 | 1,3 | 6,7 | 49 | 250 | 0 | 30 |
| Уайт-спирит | 43 | 260 | 1,4 | 74 | — | — | 33 | 68 |
| Циклогексанон | 40 | 495 | 0,92 | 3,5 | 36 | 138 | 31 | 57 |
| Этилацетат | 2 | 400 | 3,5 | 16,8 | 127 | 605 | 1 | 31 |
| Этиловый спирт | 13 | 404 | 3,6 | 19 | 68 | 340 | 11 | 41 |
| Этилцеллозольв | 43 | 250 | 2,6 | 15,7 | — | — | 36 | 63 |
| Этилакрилат | 4 | 385 | 1,2 | 5,1 | — | — | —2 | 25 |
| Отвердители: | | | | | | | | |
| гексаметиленди-амин | 73 | 280 | — | — | — | — | 60 | 94 |
| гексаметилен-диизоцианат | 140 | 402 | — | — | — | — | 106 | 132 |
| аммиак | — | 650 | 15 | 28 | 110 | 200 | — | — |

о содержании чрезвычайно опасных веществ по отдельным составляющим.

Для окрасочных работ следует применять материалы с известными параметрами взрыво- и пожароопасности (температура вспышки, температурные пределы воспламенения, температура самовоспламенения, склонность к самовозгоранию, массовая или объемная область воспламенения) и иметь сведения об их токсичности. Эти параметры, а также меры предосторожности при работе должны быть указаны в нормативно-технической документации. Ориентировочные значения параметров взрыво- и пожароопасности ряда растворителей приведены в табл. 10.3. Необходимые для практического использования параметры приведены в ГОСТ 12.1.004—78 и ТУ. Мойку и обезжиривание деталей и изделий необходимо проводить негорючими и малоопасными составами. Применение горючих составов допускается как исключение при технологической необходимости по согласованию с соответствующими органами Государственного надзора.

Необходимо ограничивать применение ЛКМ, содержащих соединения свинца и другие вредные вещества 1-го и 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007—76.

10.4. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ, РАЗМЕЩЕНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

Оборудование должно соответствовать ГОСТ 12.2.003—74. При его размещении следует обеспечить удобство обслуживания и безопасность эвакуации работающих при аварийных ситуациях.

Между оборудованием следует выдерживать интервалы, исключающие взаимодействие опасных и вредных производственных факторов и их комбинированное воздействие на работающих.

Ширина проездов должна соответствовать габаритам изменяющихся транспортных средств и транспортируемых изделий и обеспечивать свободные проходы по обеим сторонам шириной не менее 0,7 м.

Ширина проходов для ремонта и осмотра оборудования должна быть не менее 0,8 м.

Электрооборудование окрасочных производств должно соответствовать классам пожаро- и взрывоопасности зон, определенным по правилам устройства электроустановок (ПУЭ-86). Электрооборудование следует устанавливать и эксплуатировать в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Госэнергонадзором. Оборудование и окрашиваемые изделия должны быть заземлены.

Рабочие места должны быть организованы с учетом эргономических требований и удобства выполнения работающими движений и действий по ГОСТ 12.2.032—78, ГОСТ 12.2.033—78 и ГОСТ 21889—76. Эргономические показатели технологической оснастки и ручного инструмента должны соответствовать ГОСТ 16035—81.

Все рабочие места, связанные с выделением вредных веществ, должны быть оборудованы местной принудительной вентиляцией.

В окрасочных камерах с боковым отсосом воздуха, когда рабочий находится у открытого проема, воздухозаборные отверстия следует располагать возможно ближе к местам окраски (позади изделия, напротив рабочего проема). Непосредственно в камеру приточный воздух, как правило, не подается. Объем удаляемого из камер воздуха следует определять по средним скоростям всасывания в открытые проемы с учетом метода нанесения и состава применяемого ЛКМ (табл. 10.4).

В камерах с нижним отсосом воздуха при перемещении маляра по всей площади камеры между ее стенками и изделием необходимо предусматривать проходы шириной не менее 1,2 м.

Таблица 10.4. Расчетные скорости всасывания воздуха в проемах окрасочных камер с боковым отсосом

| Метод нанесения | ЛКМ | Расчетная средняя скорость, м/с |
|--|---|---------------------------------|
| Ручные методы | | |
| Кисть, окунание | Содержащие ароматические углеводороды | 1,0 |
| Кисть, окунание, облив | Не содержащие ароматических углеводородов | 0,5 |
| Пневматическое распыление | Содержащие диизоцианаты, эпоксидные, полиуретановые и акрилатные соединения | 1,7 |
| То же | Содержащие соединения свинца или ароматические углеводороды | 1,3 |
| » | Не содержащие ароматических углеводородов и соединений свинца | 1,0 |
| Безвоздушное распыление | Содержащие соединения свинца или ароматические углеводороды | 0,7 |
| То же | Не содержащие ароматических углеводородов и соединений свинца | 0,6 |
| Электростатическое распыление | Любые | 0,4—0,5 |
| Автоматизированные методы | | |
| Окунание, обливание, электростатическое распыление | Любые | 0,4—0,5 |

Загрязненный воздух следует удалять через напольную решетку, которую рекомендуется располагать в центре камеры под изделием. Размеры решетки зависят от конфигурации изделия. Скорость удаляемого воздуха в живом сечении решетки принимают равной 2—6 м/с. Изделие устанавливают на такой высоте от решетки, чтобы скорость подтекания воздуха была не больше скорости воздуха на решетке. Приточный воздух подается сверху равномерно по всей площади потолка камеры. Следует использовать подшивной потолок, оборудованный фильтрующими кассетами. Объем подаваемого воздуха принимают с учетом метода окраски и состава ЛКМ в соответствии с данными табл. 10.5.

Окрашивание изделий в электрическом поле высокого напряжения должно производиться в специальных камерах, оборудованных принудительной вытяжной вентиляцией. Размеры

Таблица 10.5. Расчетные скорости всасывания воздуха в проемах окрасочных камер с нижним отсосом и через решетки в полу при бескамерной окраске (I — для камер с нижним отсосом на 1 м² суммарной площади горизонтальной проекции изделия и площади проходов вокруг него; II — для бескамерного окрашивания на решетках на 1 м² габаритной площади решетки)

| Способ окрашивания | Расчетные объемы воздуха, м ³ /ч | | ЛКМ |
|--------------------------|---|------|--|
| | I | II | |
| Пневматический | 1800 | 2200 | Не содержащие соединений свинца и ароматических углеводородов Содержащие соединения свинца и ароматические углеводороды |
| | 2200 | 2500 | |
| Безвоздушный | 1200 | 1350 | Не содержащие соединений свинца и ароматических углеводородов Содержащие соединения свинца и ароматические углеводороды |
| | 1500 | 1700 | |
| Гидроэлектростатический | — | 900 | Не содержащие соединений свинца и ароматических углеводородов Содержащие соединения свинца и ароматические углеводороды |
| | — | 1100 | |
| Пневмоэлектростатический | — | 900 | |

Примечания. 1. При использовании для распыления краскораспылителя ЗИЛ объемы вентиляционного воздуха увеличиваются приблизительно в 1,5 раза. 2. Для автотранспортных предприятий с парком 1000 автомобилей и менее допускается принимать уменьшенные объемы вентиляционного воздуха с коэффициентом не ниже 0,65.

камер определяются габаритами изделий и количеством распылителей. Допустимое расстояние от токоведущих частей под напряжением свыше 35 кВ до заземленных частей должно быть не менее 1 м. При открывании дверей в камеру должны отключаться высокое напряжение и сниматься остаточный электростатический заряд. Кроме того, система краскоподачи должна быть заблокирована с подачей высокого напряжения и вентиляцией камеры. При отсутствии вентиляции система краскоподачи автоматически отключается.

Сушильные камеры должны быть оборудованы вентиляцией, исключающей возможность образования взрывоопасных концентраций паров растворителей в воздухе. Одновременно вентиляция должна препятствовать выходу воздуха из сушильных камер в помещение. Допускается рециркуляция воздуха, при этом содержание паров растворителей в рабочем пространстве камер не должно превышать 50% нижнего предела взрываемости. Дополнительно необходимо вводить коэффициент запаса, учитывающий неравномерность концентраций паров растворителей в сушильной камере, неравномерность испарения растворителей и температуру в сушильной камере.

10.5. ТРЕБОВАНИЯ К ХРАНЕНИЮ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

ЛКМ, растворители, разбавители, отвердители, полуфабрикаты для приготовления моющих, обезжиривающих и полировочных составов следует хранить в складах, размещенных в отдельных зданиях (блоках складских зданий) или в подземных хранилищах (для растворителей), оборудованных принудительной вентиляцией и средствами пожарной техники в соответствии с ГОСТ 12.4.009—75. Взаимно реагирующие вещества следует хранить раздельно.

Для хранения суточных запасов материалов при краскоприготовительных отделениях должны быть устроены кладовые, оборудованные принудительной вентиляцией и средствами пожарной техники по ГОСТ 12.4.009—75.

Каждая партия поступающих на склады и в краскоприготовительные отделения материалов должна иметь сертификат или аналитический паспорт.

Тара, в которой находятся материалы, должна иметь наклейки или бирки с точным наименованием и обозначением содержащихся в ней материалов, а для материалов, имеющих в своем составе соединения свинца и другие чрезвычайно опасные и высокоопасные вещества, — указание об их наличии. Тара должна быть исправной и иметь плотно закрывающиеся крышки.

К рабочему месту готовые к применению ЛКМ должны доставляться по трубопроводам. При применении в смену не бо-

лее 200 кг ЛКМ одного наименования допускается доставлять его в плотно закрытой небьющейся таре. Для транспортирования материалов и изделий должны быть предусмотрены подъемно-транспортные механизмы в соответствии с ГОСТ 12.3.020—80.

Тару, рабочие емкости и окрасочный инструмент следует очищать и мыть только на специально оборудованных участках, снабженных местной вытяжкой и принудительной вентиляцией.

Тару из-под ЛКМ, растворителей, разбавителей и других горючих отходов производства следует хранить плотно закрытой в специальных кладовых оборудованных вытяжной принудительной вентиляцией, или на специально выделенных площадках вне помещений на безопасных, определяемых нормативными документами расстояниях от них.

Промасленные и загрязненные обтирочные материалы следует складывать в металлические ящики с крышками и по окончании каждой смены выносить из производственных помещений в специально отведенные места.

10.6. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ

Принимаемые на работу и работающие должны проходить предварительные и периодические осмотры в соответствии с положениями, утвержденными Минздравом СССР. К работам с ЛКМ, содержащими чрезвычайно опасные и высокоопасные вещества, не должны допускаться лица моложе 18 лет, беременные женщины и кормящие матери.

К самостоятельной работе следует допускать лиц, прошедших обучение и инструктаж согласно ГОСТ 12.0.004—79.

Работающие должны знать:

опасные и вредные производственные факторы, связанные с выполняемыми работами, вредные вещества в составе применяемых материалов и в воздухе рабочей зоны, характер их действия на организм человека;

инструкции по порядку выполнения работы и содержанию рабочего места;

инструкции по технике безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии;

способы оказания первой помощи пострадавшим при несчастных случаях;

правила личной гигиены;

правила пользования индивидуальными средствами защиты.

Работающие должны регулярно проходить повторный инструктаж и проверку знаний.

При изменении технологического процесса, применяемого оборудования, условий труда, а также в случае нарушения требований безопасности труда необходимо проводить внепланово-

вый инструктаж и проверку знаний по безопасности труда и правилам пожарной безопасности.

Производственный персонал не должен допускаться к выполнению окрасочных работ без средств индивидуальной защиты, соответствующих требованиям ГОСТ 12.4.011—75. Виды используемых средств индивидуальной защиты определяются нормативными документами на технологический процесс, применяемые материалы и оборудование.

Хранение, использование, периодический ремонт, чистка и другие виды профилактической обработки средств индивидуальной защиты работающих следует проводить в соответствии с действующими стандартами и ТУ.

10.7. КОНТРОЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Необходимо систематически контролировать соответствие уровней и концентраций опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах санитарным нормам и стандартам ССБТ. Порядок и сроки контроля устанавливаются в зависимости от особенностей и характера конкретного производства согласно нормативным документам.

Контроль состояния воздушной среды производственных помещений (температура, влажность, скорость движения воздуха, содержание вредных веществ и пыли) должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005—76 и ГОСТ 12.1.007—76.

Температуру поверхности оборудования и изделий следует измерять контактной термпарой с измерительным прибором по ГОСТ 9736—80.

Проверку уровней ультразвука, шума и вибрации на рабочих местах необходимо проводить по ГОСТ 12.1.001—75, ГОСТ 12.1.003—76, ГОСТ 12.1.012—78 и ГОСТ 12.1.034—81.

Проверку уровня УФ-излучения следует проводить по указаниям к проектированию и эксплуатации установок искусственного УФ-облучения на промышленных предприятиях, утвержденным Минздравом СССР, радиационный контроль — по основным санитарным правилам работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений, утвержденным Минздравом СССР.

Контроль выполнения требований электробезопасности необходимо осуществлять по ГОСТ 12.1.019—79. Проверку уровня ионизации на рабочих местах следует проводить в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений, утвержденными Минздравом СССР.

Контроль электростатической искробезопасности проводится по ГОСТ 12.1.018—79.

Контроль уровня напряженности электростатического поля на рабочих местах (в различных точках вблизи тела маляра при работе с ручными электростатическими распылителями) необходимо осуществлять по ГОСТ 12.1.045—84.

Контроль выполнения требований пожаро- и взрывобезопасности проводят по ГОСТ 12.1.004—76 и ГОСТ 12.1.010—76. Контроль состава воздушной среды производственных помещений на взрывобезопасность следует проводить в зонах возможных максимальных концентраций легковоспламеняющихся и горючих веществ.

Контроль состояния воздушной среды, уровней опасных и вредных производственных факторов необходимо осуществлять также при изменении технологии или режимов работы, реконструкции вентиляции и по требованию органов, осуществляющих надзор за состоянием безопасности труда на предприятии.

Глава 11

ОСНОВЫ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

При нанесении ЛКМ и подготовке поверхности под окрашивание расчеты экономического эффекта от внедрения новой техники и технологии выполняются в соответствии с отраслевой «Методикой определения годового экономического эффекта от создания и внедрения новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в химической промышленности», согласованной с Государственным комитетом СССР по науке и технике, Государственным комитетом СССР по делам изобретений и открытий и утвержденной первым заместителем министра химической промышленности 23.10.1978 г. Названная методика разработана в соответствии и в развитие «Методики определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений», утвержденной Постановлением Государственного комитета СССР по науке и технике, Госплана СССР, Академии наук СССР, Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий № 48/16/13/3 от 14.02.1977 г.

Кроме того, НИИЛКП совместно с НИИТЭХИМ Минхимпрома СССР разработано «Дополнение к «Методике определения годового экономического эффекта от создания и внедрения

новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в химической промышленности», которое утверждено на отраслевом уровне.

В «Дополнении» учтены особенности определения экономического эффекта от производства и применения новой техники в лакокрасочной промышленности.

11.1. РАСЧЕТ ГОДОВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Опыт внедрения нового окрасочного оборудования, прогрессивных технологических процессов окрашивания, составов для подготовки поверхности показал, что экономический эффект может быть получен за счет следующих групп факторов:

1) снижения себестоимости окрашивания в результате уменьшения расхода лакокрасочных и других материалов, повышения производительности оборудования;

2) улучшения качества покрытий, в частности увеличения срока службы покрытий;

3) улучшения социальных результатов — условий труда, окружающей природной и производственной среды и т. д.

Годовой экономический эффект от применения новых или более совершенных технологических процессов, приводящих к снижению себестоимости выпускаемой продукции, определяется по формуле

$$\mathcal{E} = Z_1 - Z_2 \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2),$$

где Z_1, Z_2 — приведенные затраты на годовой выпуск продукции, руб.; C_1, C_2 — себестоимость (изменяющаяся часть) годового объема производства продукции соответственно по базовому и новому вариантам, руб.; E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности, равный 0,15; K_1 — капитальные вложения по базовому варианту, руб.; K_2 — капитальные вложения по новому варианту, приведенные к началу расчетного года, руб.

Расчет снижения себестоимости продукции должен учитывать только те затраты, которые изменяются в связи с производством и использованием новой техники. При этом цеховые и общезаводские расходы должны быть скорректированы прямым счетом по изменяющимся статьям затрат.

Пересчет их пропорционально снижению заработной платы не допускается.

Капитальные вложения по новому варианту определяются по формуле

$$K_2 = K_2^0 + K_{\text{н}},$$

где K_2^0 — капитальные вложения в основные фонды, руб.; $K_{\text{н}}$ — затраты на разработку новой техники, руб.

В случаях, когда для разработки и внедрения новой техники требуется период более двух лет, при расчетах экономического эффекта учитывается фактор времени.

Учет фактора времени осуществляется путем приведения единовременных затрат к началу расчетного года по формуле

$$K_2 = \sum_{t=1}^t K'_t \alpha_t,$$

где K'_t — капитальные затраты на разработку и внедрение новой техники, расходуемые в t -м году, руб.; α_t — коэффициент приведения по фактору времени, определяемый по формуле $\alpha_t = (1+E)^{-t}$ [E — норматив приведения, равный 0,1; t — число лет, отделяющее затраты данного года от начала года приведения (первого года расчетного периода)].

Экономический эффект от внедрения ЛКМ, применяемых для получения покрытий с увеличенным сроком службы, рассчитывается по формуле:

$$\begin{aligned} \Theta = & \left\{ (C_{1M} + E_H K_{1M}) \frac{Y_1}{Y_2} \frac{1/T_{1M} + E_H}{1/T_{2M} + E_H} + \right. \\ & \left. + \left[(I'_{1M} + E_H K'_{1M}) \frac{1/T_{1M} + E_H}{1/T_{2M} + E_H} - (I'_{2M} + E_H K'_{2M}) \right] / Y_2 - \right. \\ & \left. - (C_{2M} + E_H K_{2M}) \right\} A_{2M}, \end{aligned}$$

где C_{1M} , C_{2M} — себестоимость производства ЛКМ соответственно по базовому и новому вариантам, руб/натур. ед.; K_{1M} — удельные капитальные затраты на производство ЛКМ по базовому варианту, руб/натур. ед.; K_{2M} — удельные капитальные затраты на производство ЛКМ по новому варианту, включая затраты на разработку новой техники, приведенные по фактору времени к расчетному году, руб/натур. ед.; T_{1M} , T_{2M} — сроки службы базового и нового ЛКП у потребителя, годы; I'_{1M} , I'_{2M} — годовые затраты на нанесение ЛКМ соответственно по базовому и новому вариантам (зарплата маляров, энергозатраты), руб.; K'_{1M} , K'_{2M} — сопутствующие капитальные вложения потребителя, необходимые при использовании соответственно базового и нового ЛКМ, руб.; Y_1 , Y_2 — удельные расходы соответственно базового и нового материала, натур. ед.; A_{2M} — годовой объем производства нового ЛКП, натур. ед.

Экономический эффект от внедрения окрасочного оборудования долговременного применения рассчитывается по формуле:

$$\begin{aligned} \Theta = & \left[(C_{1T} + E_H K_{1T}) \frac{B_2}{B_1} \frac{1/T_{1T} + E_H}{1/T_{2T} + E_H} + \right. \\ & \left. + \frac{(I'_{1T} - I'_{2T}) - E_H (K'_{2T} - K'_{1T})}{1/T_{2T} + E_H} - (C_{2T} + E_H K_{2T}) \right] A_{2T}, \end{aligned}$$

где C_{1T} , C_{2T} — себестоимость производства единицы оборудования соответственно по базовому и новому вариантам, руб/натур. ед.; K_{1T} — удельные капитальные затраты на производство оборудования по базовому варианту, руб/натур. ед.; K_{2T} — удельные капитальные затраты на производство оборудования по новому варианту, включая затраты на разработку новой техники, приведенные по фактору времени к расчетному году, руб/натур. ед.; T_{1T} , T_{2T} — сроки службы соответственно базового и нового оборудования у потребителя, годы, $(1/T_{1T} + E_H)/(1/T_{2T} + E_H)$ — коэффициент учета срока службы нового оборудования по сравнению с базовым у потребителя; I'_{1T} , I'_{2T} — го-

довые эксплуатационные издержки потребителя при использовании им базовой и новой техники в расчете на годовой объем продукции, производимой с помощью новой техники, руб.; V_1, V_2 — годовые объемы продукции, производимые при использовании единицы соответственно базового и нового средства труда, натур. ед.; V_2/V_1 — коэффициент учета роста производительности нового средства труда по сравнению с базовым; A_{2T} — годовой объем производства новой техники, натур. ед.

Если изделие не имеет самостоятельного применения, а является комплектующим для средств труда, экономический эффект рассчитывается по формуле

$$\Delta = \left\{ \Pi_1 \left(\frac{N_1}{N_2} \frac{1/T_{1K} + E_H}{1/T_{2K} + E_H} - 1 \right) + \frac{[(I'_1 - I'_2) - E_H(K'_2 - K'_1)] 1/(N_2\beta)}{1/T_{2K} + E_H} - \Pi_2 \right\} A_{2T},$$

где Π_1, Π_2 — цена соответственно базового и нового комплектующего изделия, руб.; N_1, N_2 — число одновременно используемых соответственно базовых и новых комплектующих изделий в комплектуемом средстве труда, натур. ед.; T_{1K}, T_{2K} — сроки службы соответственно базового и нового комплектующего изделия, годы; $[(I'_1 - I'_2) - E_H(K'_2 - K'_1)] 1/(N_2\beta) / (1/T_{2K} + E_H)$ — годовая экономия по текущим издержкам эксплуатации и сопутствующим капитальным вложениям за срок службы комплектуемого средства труда, руб.; β — число замен нового комплектующего изделия за срок службы основного изделия.

Экономический эффект от внедрения прогрессивных нормативов расхода ЛКМ в отраслях народного хозяйства рассчитывается по формуле:

$$\Delta = A \Pi g \left(\sum_{j=1}^m \frac{\sum_{i=1}^n N'_i q_i - \sum_{i=1}^n N''_i q_i}{\sum_{i=1}^n N'_i q_i} q_j \right),$$

где A — годовой объем потребления данного ЛКМ или группы материалов, т; Π — цена 1 т данного материала или средняя цена группы материалов, руб.; g — доля метода окрашивания в объеме окрасочных работ (пневматического, безвоздушного и т. п.); N'_i, N''_i — норматив расхода i -й марки материала до и после внедрения прогрессивных нормативов расхода, г/(м²·мкм); q_i — доля i -й марки материала в общем объеме потребления; q_j — доля j -й группы сложности окрашиваемой поверхности в объеме окрасочных работ.

В приведенных выше формулах отражены особенности расчета экономического эффекта от производства и использования новой техники в окрасочных производствах.

В связи с тем что окрасочные работы на предприятиях самостоятельно не калькулируются и накладные расходы в машиностроительных цехах лишь в незначительной степени связаны с окрасочными работами, полная себестоимость окрасочных работ не рассчитывается.

Как правило, учитываются основные элементы затрат, подающиеся прямому исчислению: материалы, транспортно-загото-

вительные расходы, заработная плата с начислениями, энергозатраты, амортизация оборудования по всем операциям.

При этом следует руководствоваться «Основными положениями по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции на промышленных предприятиях», утвержденными Госпланом СССР, Минфином СССР, Госкомцен СССР и ЦСУ СССР 20.07.1970 г.;

«Отраслевой инструкцией по планированию, учету производства и калькулированию себестоимости продукции на предприятиях химической промышленности», утвержденной Минхимпромом;

«Изменениями и дополнениями к отраслевой инструкции по планированию, учету производства и калькулированию себестоимости на предприятиях химической промышленности», утвержденной Минхимпромом 27.10.1983 г.

Удельные показатели экономической эффективности принято рассчитывать на 100 м² окрашиваемой поверхности.

11.2. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРОВЕДЕНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Для определения экономической эффективности затрат на мероприятия по охране окружающей среды необходимо руководствоваться «Временной типовой методикой определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды», одобренной постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и Президиума АН СССР 21 октября 1983 г. Показатель общей (абсолютной) экономической эффективности природоохранных затрат исчисляется как отношение полного годового экономического эффекта от природоохранных мероприятий к вызвавшим их затратам по формуле

$$\Theta = (\Sigma \Theta - C) / K,$$

где $\Sigma \Theta$ — сумма полного экономического эффекта, руб.; C — годовые эксплуатационные расходы на обслуживание и содержание основных фондов средозащитного назначения, руб.; K — капиталовложения в строительство этих фондов, руб.

Полный экономический эффект выражается в сфере материального производства в виде прироста объемов чистой продукции, прибыли или снижения себестоимости;

в непроизводственной сфере — в виде экономии затрат на производство работ и оказания услуг;

в сфере личного потребления — в сокращении расходов из личных средств населения.

K капитальным затратам средозащитного назначения незави-

симо от источников их финансирования относятся единовременные затраты на:

создание новых и реконструкцию существующих основных фондов, предотвращающих отрицательное воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду;

модификацию технологии производства, осуществляемую исключительно с целью снижения его неблагоприятного воздействия на окружающую среду;

модификацию технологии производства в части, обеспечивающей достижение средозащитных целей.

К эксплуатационным расходам средозащитного назначения относятся:

текущие затраты на содержание и обслуживание основных фондов средозащитного назначения;

текущие затраты, связанные с осуществлением мероприятий, способствующих улучшению качественных характеристик элементов окружающей среды;

затраты на оплату услуг, связанных с охраной окружающей среды.

При расчете чистого экономического эффекта природоохранных мероприятий экономическим результатом именуется сумма следующих величин:

предотвращенного экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, т.е. не произведенных благодаря уменьшению загрязнений окружающей среды затрат в материальном производстве;

прироста экономической (денежной) оценки природных ресурсов, сберегаемых в результате реализации мероприятия;

прироста денежной оценки реализуемой продукции благодаря более полной утилизации ресурсов в результате природоохранного мероприятия.

Показатели затрат и результатов средозащитных мероприятий приводятся к первому году после окончания нормативного срока их освоения.

Экономический результат средозащитных мероприятий (P) выражается в величине предотвращенного ими годового экономического ущерба от загрязнения среды (Π) и годового прироста дохода от улучшения производственных результатов деятельности предприятия (ΔD):

$$P = \Pi + \Delta D.$$

Величина предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды (Π) равна разности между расчетными величинами ущерба, который имел место до осуществления рассматриваемого мероприятия (Y_1), и остаточного ущерба после проведения этого мероприятия (Y_2):

$$\Pi = Y_1 - Y_2.$$

Ущерб, вызываемый воздействием загрязненной среды в результате производства и применения ЛКМ, имеет место главным образом при загрязнении атмосферы и водных источников.

В соответствии с вышеуказанной Методикой ущерб от загрязнения атмосферы и водных источников определяется по укрупненной оценке в соответствии с формулой

$$Y = \gamma \sigma f M,$$

где Y — оценка ущерба, руб/год; γ — множитель, числовое значение которого приведено в Методике и равно для атмосферы 2,4 руб/усл. т, для водоемов — 400,00 руб/усл. т; σ — константа, характеризующая опасность загрязнения (значения константы σ относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями некоторых типов приведены в табл. 11.1, а для различных водохозяйственных участков — в табл. 11.2); f — коэффициент, учитывающий характер рассеивания примеси в атмосфере (для водоемов не определяется, для удобства расчетов принимаем f равным 10 как для частиц, оседающих со скоростью выше 20 см/с, или одновременно с парами воды и других веществ); M — приведенная масса годового сброса загрязнений данным источником, усл. т/год.

Величина M определяется по формуле

$$M = \sum_{i=1}^n A_i m_i,$$

где n — общее число примесей, сбрасываемых источником; A_i — показатель относительной опасности (агрессивности) i -го вида примеси (значения A_i для некоторых веществ, выбрасываемых в атмосферу и загрязняющих водоемы, приведены в табл. 11.3 и 11.4); m_i — масса годового сброса i -й примеси оцениваемым источником, т/год.

Таблица 11.1. Константы σ относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями

| Тип загрязняемой территории | σ |
|--|------------------|
| Курорты, санатории, заповедники, заказники | 10 |
| Пригородные зоны отдыха, садовые и дачные кооперативы и товарищества | 8 |
| Населенные места с плотностью населения n чел/га | (0,1 га/чел) n |
| Территории промышленных предприятий (включая защитные зоны) и промышленных узлов | 4 |
| Леса: | |
| 1-й группы | 0,2 |
| 2-й группы | 0,1 |
| 3-й группы | 0,025 |
| Пашни: | |
| южнее 50° с. ш. | 0,25 |
| ЦЧЗ, Южная Сибирь | 0,15 |
| прочие районы | 0,1 |
| Сады, виноградники* | 0,5 |
| Пастбища, сенокосы* | 0,05 |

* Для орошаемых земель, садов, виноградников, сенокосов указанные значения σ следует умножить на 2.

Таблица 11.2. Константы σ для различных водохозяйственных участков

| Наименование бассейнов рек и створов | σ | Наименование бассейнов рек и створов | σ |
|--------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|
| р. Печора, устье | 0,18 | р. Урал, устье | 0,75 |
| р. Северная Двина, устье | 0,22 | р. Сырдарья, устье | 0,37 |
| р. Нева, устье | 0,47 | р. Амударья, устье | 0,35 |
| р. Даугава, устье | 0,50 | р. Обь, г. Новосибирск | 0,34 |
| р. Днестр, устье | 1,84 | р. Енисей, г. Красноярск | 0,19 |
| р. Днепр, г. Киев | 1,75 | р. Енисей, г. Енисейск | 0,19 |
| р. Дон, устье р. Воронеж | 1,63 | р. Лена, г. Якутск | 0,15 |
| р. Волга, устье р. Оки | 2,60 | р. Амур, устье | 0,19 |
| р. Волга, ниже г. Нижний Новгород | 0,91 | р. Южный Буг, устье | 2,6 |
| р. Волга, г. Самара | 0,7 | Реки Крымского п-ва | 1,64 |
| р. Волга, устье | 0,8 | Реки Кольского п-ва | 0,95 |
| р. Кубань, устье | 2,60 | Онежское озеро | 0,20 |

Особенности расчета показателя A_i . Для примесей, выбираемых в атмосферу, A_i определяется по формуле

$$A_i = a_i \alpha_i \delta_i,$$

где a_i — показатель относительной опасности присутствия примеси в воздухе, вдыхаемом человеком; α_i — поправка, учитывающая вероятность накопления исходной примеси или вторичных загрязнителей в компонентах окружающей среды и в цепях питания, а также поступления примеси в организм человека неингаляционным путем; δ_i — поправка, учитывающая действие на других реципиентов помимо человека.

Значение a_i определяется по формуле

$$a_i = \left(\frac{\text{ПДК}_{\text{сутCO}} \text{ПДК}_{\text{рзCO}}}{\text{ПДК}_{\text{сут}_i} \text{ПДК}_{\text{рз}_i}} \right)^{1/2} = \left(\frac{60 \text{ мг}^2/\text{м}^6}{\text{ПДК}_{\text{сут}_i} \text{ПДК}_{\text{рз}_i}} \right)^{1/2},$$

где $\text{ПДК}_{\text{сут}_i}$, $\text{ПДК}_{\text{сутCO}}$ — среднесуточная предельно допустимая концентрация i -й примеси и оксида углерода в атмосферном воздухе ($\text{ПДК}_{\text{сутCO}} = 3 \text{ мг}/\text{м}^3$); $\text{ПДК}_{\text{рз}_i}$, $\text{ПДК}_{\text{рзCO}}$ — предельно допустимая концентрация i -й примеси и оксида углерода в воздухе рабочей зоны ($\text{ПДК}_{\text{рзCO}} = 20 \text{ мг}/\text{м}^3$).

Поправка α_i принимается равной:

5 — для токсичных металлов и их оксидов (ванадий, марганец, кобальт, никель, хром, цинк, мышьяк, серебро, кадмий, сурьма, олово, платина, ртуть, свинец, уран);

2 — для прочих металлов, твердых аэрозолей полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), для 3,4-бензпирена;

1 — для прочих загрязнений атмосферы.

Поправка δ_i принимается равной:

2 — для легкодиссоциирующих кислот и щелочей (фторид водорода, хлороводородная и серная кислоты, щелочи молекулярные, фтор, хлор, диоксид серы, сероводород);

Таблица 11.3. Значения показателя A_i для некоторых веществ, выбрасываемых в атмосферу ($\lambda_i=1$)

| Вещество | ПДК _{сут.} мг/м ³ | ПДК _{рз.} мг/м ³ | a_i | α_i | β_i | δ_i | A_i , усл. л/т |
|--|--|---|-------|------------|---------------|------------|---------------------|
| Оксид углерода | 3 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Аммиак | 0,04 | 20 | 8,7 | 1 | 1 | 1,2 | 10,4 |
| Летучие низкомолекулярные углеводороды (по углероду) | 1,5 | 100 | 0,63 | 1 | $\frac{2}{5}$ | 1 | $\frac{1,26}{3,16}$ |
| Ацетон | 0,35 | 200 | 0,93 | 1 | $\frac{2}{5}$ | 1,2 | $\frac{2,22}{5,55}$ |
| Фенол | 0,003 | 0,3 | 258 | 1 | 1 | 1,2 | 310 |
| Пары плавиковой кислоты и другие газообразные соединения фтора | 0,005 | 0,05 | 490 | 1 | 1 | 2 | 980 |
| Хлор молекулярный | 0,03 | 1 | 44,7 | 1 | 1 | 2 | 89,4 |
| Оксиды алюминия | (0,15) | 6 | 14,1 | 2 | 1 | 1,2 | 33,8 |
| Диоксид кремния | 0,05 | 1 | 34,6 | 2 | 1 | 1,2 | 83,2 |
| Оксиды натрия, магния, калия, кальция, железа, стронция, молибдена, вольфрама, висмута | (0,15) | 10 | 6,3 | 2 | 1 | 1,2 | 15,1 |
| Неорганические соединения хрома (по CrO ₃) | 0,0015 | 0,01 | 2000 | 5 | 1 | 1 | 104 |
| Марганец и его оксиды | 0,001 | 0,03 | 1414 | 5 | 1 | 1 | 7070 |
| Оксид цинка | 0,05 | 0,5 | 49 | 5 | 1 | 1 | 245 |
| Неорганические соединения свинца (по Pb) | 0,0003 | 0,01 | 4472 | 5 | 1 | 1 | 22 400 |

Примечания. 1. Указанные в таблице значения A_i соответствуют случаю выброса примесей в зонах с количеством осадков свыше 400 мм/год. В более засушливых зонах эти значения следует увеличить в 1,2 раза для всех твердых аэрозолей. 2. В скобках указаны величины, используемые для расчета A_i вместо ПДК_{сут.}. 3. Значения β_i и A_i , соответствующие выбросам в широтном поясе южнее 45° с. ш., указаны в числителе, а севернее 45° с. ш. — в знаменателе.

1,5 — для оксидов азота сероуглерода, озона, хорошо растворимых органических соединений фтора;

1,2 — для органических пылей, не содержащих ПАУ, древесной пыли, нетоксичных металлов и их оксидов (натрия, магния, калия, кальция, железа, стронция, молибдена, бария, вольфрама, висмута), реактивной органики (альдегидов и т. п.), аммиака, неорганических соединений кремния, плохо растворимых соединений фтора;

1 — для прочих соединений.

Таблица 11.4. Значения показателя A_i для некоторых распространенных веществ, загрязняющих водоемы

| Вещество | ПДК _{р/х} , г/м ³ | ПДК _{сан.быт.} , г/м ³ | A_i , усл. т/т |
|-----------------------|--|---|---------------------|
| Взвешенные вещества | 20 | — | 0,05 |
| Сульфаты | — | 500 | 0,002 |
| Хлориды | — | 350 | 0,003 |
| Азот общий | — | 10 | 0,1 |
| Синтетические ПАВ | 0,5 | — | 2 |
| Нефть и нефтепродукты | 0,05 | — | 20 |
| Медь | 0,01 | — | 100 |
| Цинк | 0,01 | — | 100 |
| Аммиак | 0,05 | — | 20 |
| Мышьяк | 0,05 | — | 20 |
| Цианиды | 0,05 | — | 20 |
| Стирол | 0,1 | — | 10 |
| Формальдегиды | 0,1 | — | 10 |

В ряде случаев в формулу для определения значения A_i вводятся два дополнительных коэффициента:

λ_i — вероятность вторичного выброса примесей в атмосферу после их оседания на поверхностях;

β_i — вероятность образования примесей более опасных, чем исходные загрязнители.

Значение λ_i принимается равным:

1,2 — для твердых аэрозолей, выбрасываемых на территориях со среднегодовым количеством осадков менее 400 мм в год;

1,0 — для твердых аэрозолей, выбрасываемых на прочих территориях, прочих примесей независимо от места выброса.

Значение β_i принимается равным:

5 — для содержащихся в парах бензинов и других топлив не-токсичных летучих углеводородов при их поступлении в атмосферу южнее 45° с. ш.;

2 — при их поступлении в атмосферу севернее 45° с. ш.;

1 — для прочих веществ.

Особенности расчета m_i для сточных вод. Если источник сбрасывает сточные воды нескольких типов, различающиеся степенью очистки, то

$$m_i = \sum_{j=1}^k m_{ij},$$

где m_{ij} — масса годового поступления i -го вещества в водоем от данного источника со сточными водами j -го типа, т/год.

Если сточные воды j -го типа сбрасываются одним источником и концентрация i -й примеси C_{ij} (г/м³) в сточных водах j -го типа в течение года постоянна, то

$$m_{ij} = C_{ij}V_j,$$

где V_j — объем годового сброса сточных вод j -го типа, млн. м³/год.

Если очистные сооружения удерживают P_i % от общей массы i -го вещества за год, а $(100 - P_i)$ % сбрасывается в водоем, то

$$m_i = (100 - P_i) m_i^0 / 100,$$

где m_i^0 — масса годового сброса i -го загрязняющего вещества, поступающего на очистные сооружения от одного источника, т/год.

Для загрязнителей, сбрасываемых в водоемы, A_i (усл. т/т) определяется по формуле

$$A_i = \frac{1 \text{ (г/м}^3\text{)}}{\text{ПДК}_{\text{р/х}_i} \text{ (г/м}^3\text{)}},$$

где $\text{ПДК}_{\text{р/х}_i}$ — предельно допустимая концентрация i -го вещества в воде водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей.

11.3. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Пример 1. Определение экономического эффекта от производства и использования ЛКМ с увеличенным сроком службы.

Мероприятие: разработана эмаль ЭП-1223. Ее внедрение взамен эмали МС-17 для окраски узлов и деталей шасси грузо-

Таблица 11.5. Исходные данные для расчета экономического эффекта

| Показатель | Обозначение | Ед. изм. | Вариант | |
|--|--------------------|----------|---------------|--------|
| | | | базовый | новый |
| Завод-изготовитель | | | | |
| Годовой объем производства эмали | $A_{2м}$ | т | — | 1200 |
| Себестоимость производства эмали | $C_{1м}, C_{2м}$ | руб/т | 800 | 1250 |
| Удельные капитальные вложения | $K_{1м}, K_{2м}$ | руб/т | 290 | 360 |
| Затраты на разработку новой техники: | | | | |
| 1987 г. | $K_{п}$ | руб./т | — | 2100 |
| 1988 г. | $K_{п}$ | руб./т | — | 12 500 |
| 1989 г. | $K_{п}$ | руб./т | — | 10 780 |
| 1990 г. | $K_{п}$ | руб./т | — | 17 780 |
| Первый год периода расчета | | | | 1991 |
| Отрасли-потребители | | | | |
| Расход ЛКМ на 100 м ² окрашиваемой поверхности | $У_1, У_2$ | кг | 16,493 | 15,047 |
| Затраты на нанесение ЛКМ на 100 м ² поверхности | $И'_{1м}, И'_{2м}$ | руб. | 3,34 | 3,34 |
| Сопутствующие капитальные вложения | $К'_{1м}, К'_{2м}$ | руб. | Без изменения | |
| Срок службы покрытия | $T_{1м}, T_{2м}$ | годы | 0,5 | 3 |

вых автомобилей позволяет увеличить срок службы покрытия и снизить норму расхода.

Исходные данные для примера расчета экономической эффективности приведены в табл. 11.5.

Исходные данные для расчета экономического эффекта условны. Экономический эффект рассчитывается по формуле

$$\Delta = \left\{ (C_{1M} + E_H K_{1M}) \frac{Y_1}{Y_2} \frac{1/T_{1M} + E_H}{1/T_{2M} + E_H} + \left[(I'_{1M} + E_H K'_{1M}) \frac{1/T_{1M} + E_H}{1/T_{2M} + E_H} - (I'_{2M} + E_H K'_{2M}) \right] / Y_2 - (C_{2M} + E_H K_{2M}) \right\} A_{2M}$$

Затраты на разработку новой техники, приведенные к началу 1991 г., определяются по формуле

$$K_{\Pi} = \sum_{t=1}^t K'_t \alpha_t = 2100 (1 + 0,1)^3 + 12\,500 (1 + 0,1)^2 + 10\,780 (1 + 0,1)^1 + 17\,780 (1 + 0,1)^0 = 47558,1 \text{ руб.}$$

Затраты на разработку новой техники в расчете на 1 т эмали составят: $47558,1 : 1200 = 39,63$ руб.

Таблица 11.6. Данные для расчета экономического эффекта при очистке сточных вод методом коагуляции

| Показатель | Обозначение | Ед. изм. | Вариант | |
|--|----------------------------------|---------------------|---------|--------|
| | | | Базовый | новый |
| Годовой объем производства | A_1, A_2 | тыс. м ² | 8710 | 8710 |
| Себестоимость окрашивания годового объема производства | C_1, C_2 | тыс. руб. | 1460,91 | 1343,5 |
| Капитальные вложения с учетом затрат на разработку новой техники, приведенные к началу расчетного года | K_1, K_2 | тыс. руб. | 200 | 233 |
| Годовой расход хлорида кальция | — | кг | 14 000 | — |
| Цена хлорида кальция | — | руб/кг | 10 | — |
| Годовой объем потребления воды | — | м ³ | 5600 | — |
| Цена 1 м ³ воды | — | руб. | 0,04 | — |
| Затраты электроэнергии на очистку сточных вод | — | тыс. кВт·ч | 4681,15 | — |
| Цена 1 кВт·ч электроэнергии | — | руб. | 0,01 | — |
| Заработная плата с начислениями | — | руб. | 10367,1 | — |
| Стоимость очистных сооружений | $K_{1\text{оч}}, K_{2\text{оч}}$ | тыс. руб. | 500 | — |
| Амортизационные отчисления | — | % | 15 | — |
| Себестоимость очистки сточных вод | $C_{1\text{оч}}, C_{2\text{оч}}$ | тыс. руб. | 279,2 | — |

Экономический эффект равен:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = & \left\{ (800 + 0,15 \cdot 290) \frac{16,493}{15,047} \frac{1/0,5 + 0,15}{1/3 + 0,15} + \right. \\ & \left. + \frac{\left(3,34 \frac{1/0,5 + 0,15}{1/3 + 0,15} - 3,34 \right) 1000}{15,047} - \right. \\ & \left. - [1250 + 0,15 (1250 + 39,63)] \right\} 1200 = 4165 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

Пример 2. Определение годового экономического эффекта от внедрения новой окрасочной техники, позволяющей снизить загрязнение окружающей среды.

Мероприятие: внедрена установка ультрафильтрации на линии электроосаждения машиностроительного предприятия, позволяющая снизить потери ЛКМ и исключить очистку сточных вод.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 11.6.

Расчет экономического эффекта производится по формуле

$$\mathcal{E} = (Z_1 + Z'_1) - (Z_2 + Z'_2).$$

Себестоимость очистки сточных вод:

$$\begin{aligned} C_{1\text{оч}} = & 14\,000 \cdot 10 + 5600 \cdot 0,04 + 4681150 \cdot 0,01 + \\ & + 10367,7 + 0,15 \cdot 500\,000 = 279,2 \text{ тыс. руб.} \\ \mathcal{E} = & [1460,91 + 0,15 \cdot 200 + (279,2 + 0,15 \cdot 500)] - \\ & - (1343,5 + 0,15 \cdot 233) = 466,7 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

Глава 12

НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

12.1. ОБЩИЙ ПОДХОД ПРИ НОРМИРОВАНИИ ЛКМ

Нормирование расхода материальных ресурсов — это установление плановой меры их производственного потребления.

Главной задачей нормирования является разработка и внедрение научно обоснованных норм расхода материальных ресурсов в целях эффективного их использования.

Разработка и внедрение в производство технически обоснованных норм расхода материалов имеет большое значение для увеличения выпуска продукции при имеющихся ресурсах.

Нормирование расхода материалов позволяет:

- планово организовать материально-техническое обеспечение предприятия или отрасли в целом;
- планировать снижение себестоимости изделия;
- организовать хозрасчет в цехах, бригадах и на участках;
- организовать контроль за использованием материалов в производстве;
- планировать объем переработки отходов и т. д.

Норма расхода ЛКМ для получения покрытий устанавливается на единицу продукции (изделие, комплект, деталь и др.), принятую предприятием для планирования и учета производства, по нормативу расхода материалов и объема обработки и отражает максимально допустимое количество материала, необходимое для окраски единицы продукции установленного качества при заданных производственных условиях.

Под производственными условиями следует понимать совокупность технологических (метод и технология окраски) и организационных особенностей производства (серийное, мелкосерийное, единичное и др.), влияющих на норму расхода материала. Нормы расхода материала должны быть прогрессивными и направлены на максимальное использование и экономию материалов.

Основными мероприятиями по экономии ЛКМ являются:

- внедрение прогрессивных методов нанесения ЛКМ (безвоздушное распыление, распыление в электрополе и др.);
- внедрение более совершенного оборудования и инструмента для нанесения ЛКМ;
- усовершенствование организации окрасочных работ — снижение потерь при хранении, транспортировании и приготовлении рабочих составов;
- максимальное использование отходов ЛКМ для окрашивания менее ответственной продукции;
- применение ЛКМ с большим содержанием нелетучих веществ и хорошей укрывистостью;
- замена дефицитных ЛКМ менее дефицитными (без снижения качества покрытий) и др.

12.2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА

Установление норм расхода материалов осуществляется поэтапно. Для этого определяются:

- расчетная площадь обработки изделия;
- производственно-операционные нормы расхода материалов;
- специфицированные нормы расхода материалов;
- сводные нормы расхода материалов.

Расчетную площадь обработки определяют для изделия в целом на каждую операцию, для которой применяется один и тот же типовой состав, исходя из действительной площади об-

работки, поправочных коэффициентов и числа деталей (сборочных единиц) в изделии, по формуле

$$S_{kb} = \sum_{a=1}^m S_{a,b} K_{1b}^{a_1} K_{2b}^{a_2} K_{3b}^{a_3} K_{4b}^{a_4} n_b^{a_5},$$

где S_{kb} — расчетная площадь обработки k -го изделия на операции, для которой применяется b -й типовой состав, м²; S_{b^a} — действительная площадь обработки a -й детали (сборочной единицы) на операции, для которой применяется b -й типовой состав, м²; $K_{1b}^{a_1}$ — коэффициент группы сложности покрываемой поверхности a -й детали (сборочной единицы) на операции, для которой применяется b -й типовой состав; $K_{2b}^{a_2}$ — коэффициент использования ЛКМ, учитывающий метод нанесения покрытия и группу сложности поверхности a -й детали (сборочной единицы) на операции, для которой применяется b -й типовой состав; $K_{3b}^{a_3}$ — коэффициент приспособления для a -й детали (сборочной единицы) на операции, для которой применяется b -й типовой состав; $K_{4b}^{a_4}$ — коэффициент повторения операции, равный числу повторяющихся операций, имеющих одинаковые характеристики, толщину покрытия и коэффициенты K_2 и K_3 , или равный единице при расхождении хотя бы одной из указанных характеристик; $n_b^{a_5}$ — количество a -х деталей (сборочных единиц) в изделии, подвергаемых обработке на операции, для которой применяется b -й типовой состав; m — общее число наименований деталей (сборочных единиц), подвергаемых обработке на операции, для которой применяется b -й типовой состав.

Коэффициент группы сложности устанавливает взаимосвязь окрашиваемой поверхности с методами нанесения покрытий. Для каждого метода окрашивания в зависимости от конструктивно-технологических особенностей окрашиваемых изделий, их формы и размеров принята классификация по следующему количеству групп сложности:

| | |
|---|---|
| Пневматическое распыление | 3 |
| Безвоздушное распыление | 2 |
| Окунание | 2 |
| Струйный облив с выдержкой в парах растворителя | 2 |

Для остальных методов окрашивания (распыление в электрополе, электроосаждение, кисть, шпатель, налив, вальцевание) поверхности деталей (сборочных единиц, изделий) группы сложности не устанавливаются.

При определении групп сложности руководствуются чертежами деталей (сборочных единиц), изделий и картами технологического процесса нанесения ЛКМ. При окраске методами распыления в основу классификации поверхностей по группам сложности положены габаритные размеры и конфигурация (форма) изделий с учетом их конструктивно-технологических особенностей (наличия отверстий, выступающих элементов — отбортовок, приливов, кронштейнов и др.).

В зависимости от формы деталей (сборочных единиц) и изделий устанавливаются следующие основные параметры:

Форма деталей, изделий

Плоскостная

Коробчатая

Цилиндрическая, коническая, сферическая

Фигурная

Профильная

Ширина

Длина, ширина, высота

Диаметр или высота

Высота выступающих элементов

Высота профиля

Классификация окрашиваемых поверхностей по группам сложности по мере возрастания сложности для пневматического и безвоздушного распыления в зависимости от конструктивно-технологических особенностей и размеров приведена в табл. 12.1.

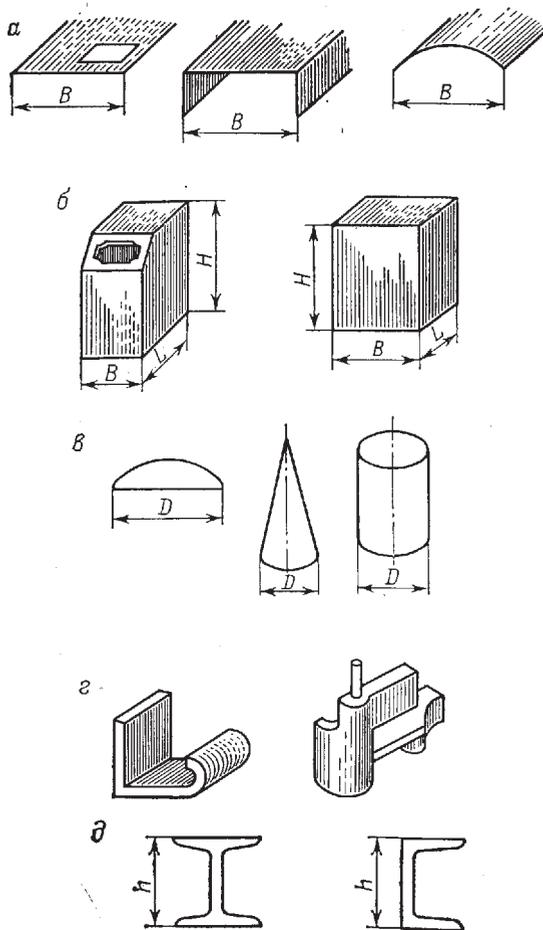


Рис. 12.1. К табл. 12.1

Таблица 12.1. Классификация окрашиваемых поверхностей по группам сложности для пневматического и безвоздушного распыления

| Конфигурация окрашиваемой поверхности | Геометрическая форма окрашиваемой поверхности | Эскиз | Основной определяющий параметр | Группа сложности | | |
|---------------------------------------|--|--------------|---|---|---|--|
| | | | | I | II | III |
| Плоскостная | Листовая, прямолинейного или криволинейного контура, плавно выпуклой или вогнутой формы с отверстиями и небольшими отбортовками (окрашиваемая индивидуально) | Рис. 12.1, а | Ширина, мм Доля поверхности, занятая отверстиями, % | ≥ 300 < 20 | 150—300 < 20 | < 150 — |
| Коробчатая | Объемная с прямолинейными или криволинейными поверхностями, изготовленная из листов, штампованная или литая и т. д. | Рис. 12.1, б | Длина, высота, ширина, мм Доля поверхности, занятая отверстиями, % | Свыше $300 \times 300 \times 300$ < 20 | Свыше $150 \times 150 \times 150$ До $300 \times 300 \times 300$ < 20 | Менее $150 \times 150 \times 150$ — |

| Конфигурация окрашиваемой поверхности | Геометрическая форма окрашиваемой поверхности | Эскиз | Основной определяющий параметр | Группа сложности | | |
|---|---|--------------|---|----------------------|-------------------|--------------|
| | | | | I | II | III |
| Цилиндрическая, коническая, сферическая | Объемная с цилиндрической, сферической или конической поверхностью | Рис. 12.1, в | Средний диаметр, мм Доля поверхности, занятая отверстиями, % | ≥ 300 < 20 | 150—300 < 20 | < 150 — |
| Фигурная | Поверхность, образуемая сопряженными в различных плоскостях телами вращения | Рис. 12.1, г | Сложность конструкции, высота выступающих элементов, мм | — | ≤ 150 | > 150 |
| Профильная | Фасонный прокат типа уголков, швеллеров, двутавровых балок и др. окрашиваемых индивидуально | Рис. 12.1, д | Высота профиля, мм | > 300 | 150—300 | < 150 |

Примечания. 1. При окраске групповым методом принимается рядом стоящая менее сложная группа. 2. Для деталей плоскостных, цилиндрических, конических, сферических, коробчатых и др. с площадью отверстий, превышающей указанную в таблице, принимается рядом стоящая более сложная группа. Если деталь имеет площадь отверстий более 40%, ее относят к третьей группе сложности. 3. Для деталей, имеющих выступающие элементы высотой свыше 25 мм, равномерно распределенные по окрашиваемой поверхности на расстоянии до 100 мм друг от друга, принимается рядом стоящая более сложная группа. 4. Для деталей коробчатой формы изменение одного из габаритов на группу сложности не влияет. Если габаритные параметры имеют числовые значения, относящиеся каждый из них к групповым признакам всех групп сложности (например, коробка с габаритами 500×250×100 мм), принимается средняя, т. е. группа сложности II. 5. Для пневматического распыления приняты группы сложности I, II, III, для безвоздушного распыления — только группы сложности I и II.

Таблица 12.2. Классификация деталей, сборочных единиц и изделий — типичных представителей окрашиваемой поверхности по группам сложности

| Форма детали | Примерный перечень деталей | Эскиз | Метод окрашивания | Группа сложности |
|---|---|--------------|--|------------------|
| Плоскостная | Листы, обшивки, панели, двери, борта, крышки, капоты, оперение, панели приборов, щитки, лопасти вентиляторов, пластины, планки, рейки и т. д. | Рис. 12.2, а | Пневматическое и безвоздушное распыление | I |
| | | Рис. 12.2, б | То же | II |
| | | Рис. 12.2, в | Пневматическое распыление | III |
| Коробчатая | Контейнеры, коробки, желоба, корпуса домашних холодильников, различные шкафы, топливные баки, кожухи, кузова товарных и пассажирских вагонов, кузова легковых автомобилей, тракторов, автобусов, кормушки, поилки, станины станков и прессов, корпуса редукторов и дозаторов, тарные ящики, тележки и т. д. | Рис. 12.2, г | Пневматическое и безвоздушное распыление | I |
| | | Рис. 12.2, д | То же | II |
| | | Рис. 12.2, е | Пневматическое распыление | III |
| Цилиндрическая, коническая, сферическая | Технологические колонны, цистерны, бочки, циклоны, трубопроводы, гидроцилиндры, обтекатели, корпуса фар, сферические крышки, кожуха, колесные пары и т. д. | Рис. 12.2, ж | Пневматическое и безвоздушное распыление | I |
| | | Рис. 12.2, з | То же | II |
| | | Рис. 12.2, и | Пневматическое распыление | III |
| Фигурная | Кронштейны, полки, шарниры карданных передач, корпуса весов, клапанов, пантографы, рабочие колеса вентиляторов, рамы и т. д. | Рис. 12.2, к | То же » | II |
| | | Рис. 12.2, л | | III |
| Профильная | Различные сварные металлоконструкции из двутавровых и тавровых балок, стальных уголков, швеллеров и т. д. (лестничные марши, рабочие площадки, стрелы башенных кранов и экскаваторов, рамы автомобильных и товарных вагонов, каркасные конструкции, не обшитые листами, и т. д.) | Рис. 12.2, м | » » | II |
| | | Рис. 12.2, н | | III |

Классификация деталей, сборочных единиц, изделий — типичных представителей покрываемой поверхности по группам сложности приведена в табл. 12.2.

При классификации поверхностей, деталей, сборочных единиц, изделий (независимо от их габаритов) при окрашивании методами окунания и струйного облива руководствуются следующим:

к группе сложности I относят детали (сборочные единицы), изделия плоской и объемной обтекаемой формы с гладкими поверхностями, без углублений и неровностей, задерживающих стекание ЛКМ;

к группе сложности II относят детали (сборочные единицы), изделия с элементами, задерживающими стекание ЛКМ.

Значения коэффициентов групп сложности K_1 приведены в табл. 12.3.

Значения коэффициентов полезного использования ЛКМ K_2 приведены в табл. 12.4.

Приведенные в табл. 12.4 коэффициенты использования ЛКМ являются минимально допустимыми.

Таблица 12.3. Значения коэффициента группы сложности

| Метод нанесения ЛКП | Группа сложности | | |
|--|------------------|------|------|
| | I | II | III |
| Пневматическое распыление | 1,00 | 1,15 | 1,69 |
| Безвоздушное распыление без подогрева | 1,00 | 1,23 | — |
| Распыление в электрополе | 1,00 | — | — |
| Струйный облив с выдержкой в парах растворителя или окунание | 1,00 | 1,07 | — |
| Кисть | 1,00 | — | — |
| Шпатель | 1,00 | — | — |

Таблица 12.4. Значения коэффициента использования ЛКМ K_2 при окрашивании различными методами

| Метод окрашивания | Группа сложности | | |
|--|------------------|------|------|
| | I | II | III |
| Пневматическое распыление | 0,76 | 0,66 | 0,45 |
| Безвоздушное распыление без подогрева | 0,80 | 0,65 | — |
| Распыление в электрополе | 0,90 | — | — |
| Струйный облив с выдержкой в парах растворителя или окунание | 0,80 | 0,75 | — |
| Электроосаждение | 0,92 | — | — |
| Кисть | 0,90 | — | — |
| Вальцевание | 0,90 | — | — |
| Налив | 0,95 | — | — |
| Шпатель | 0,95 | — | — |

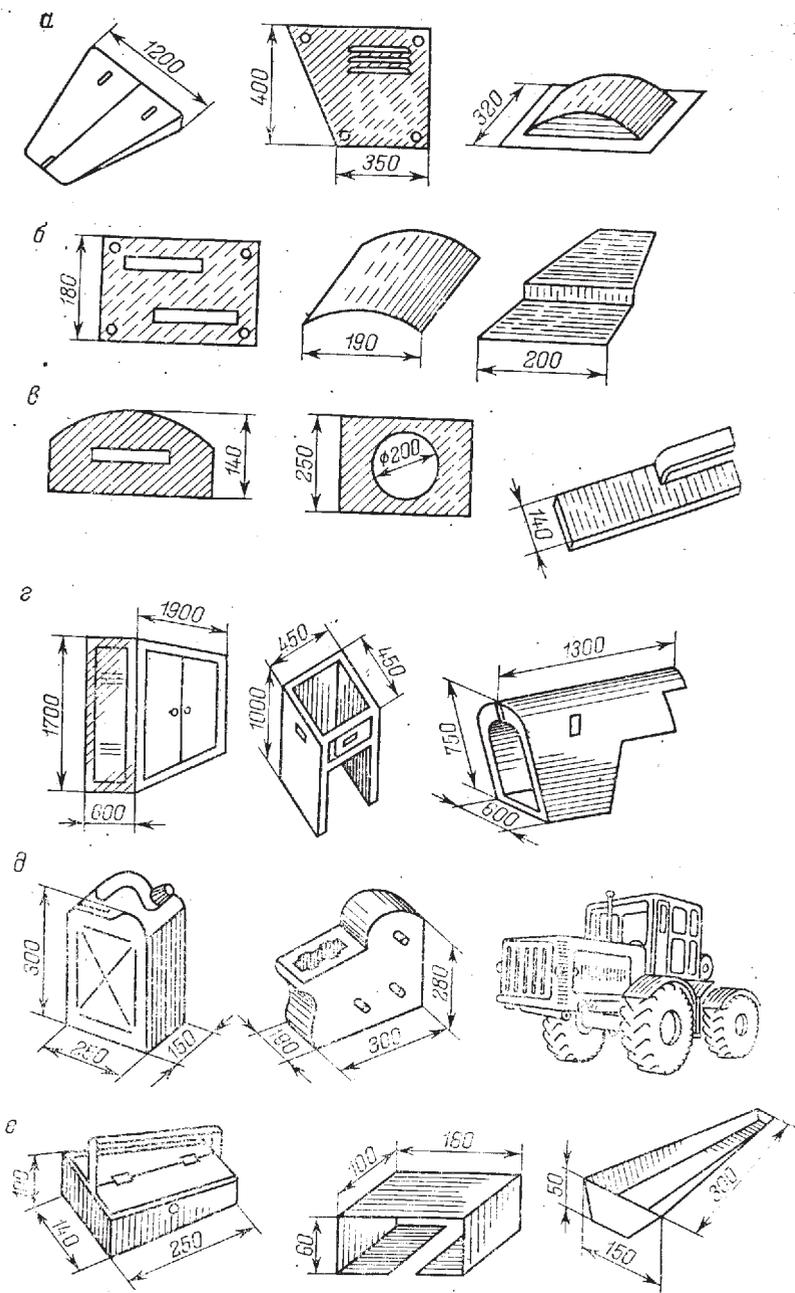
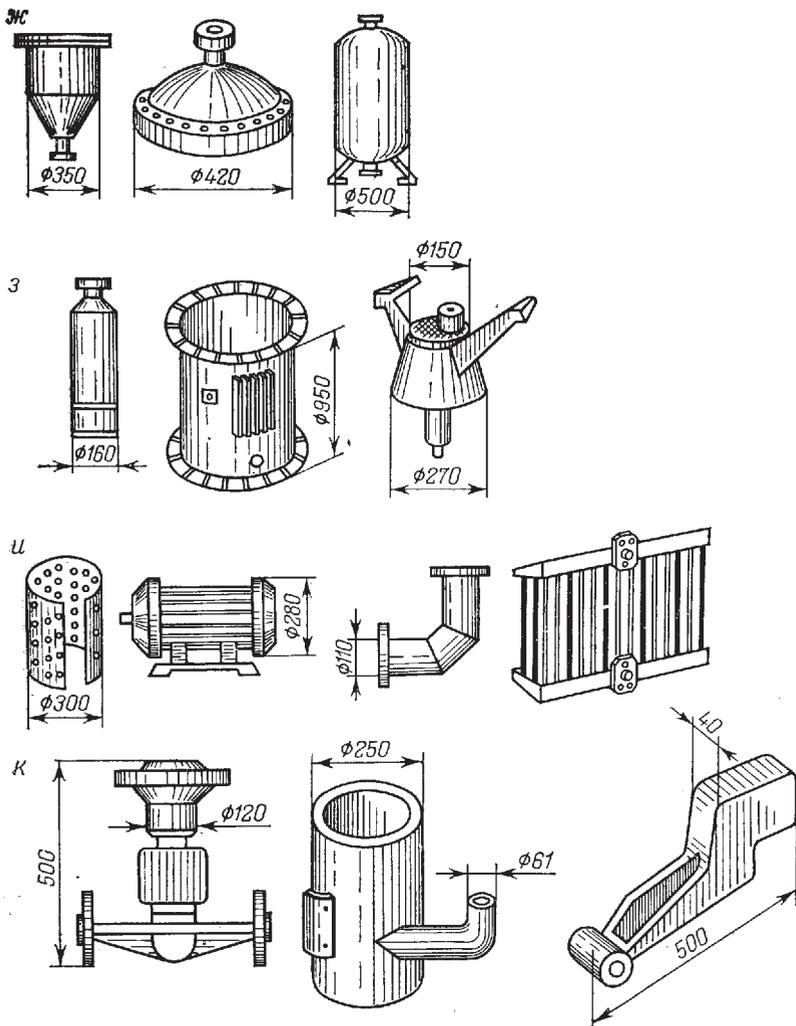
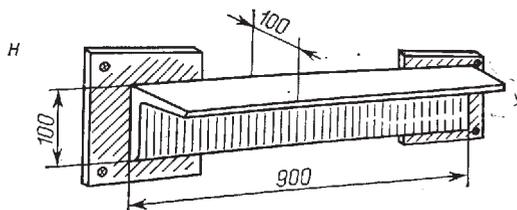
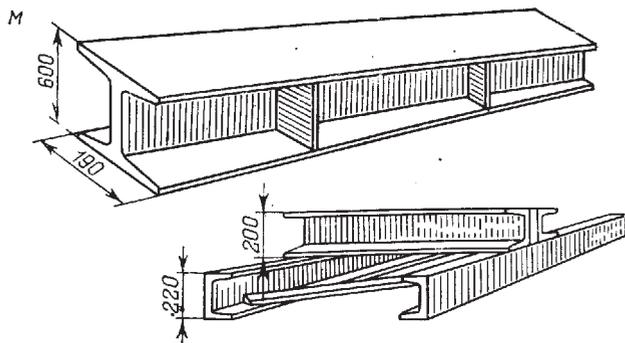
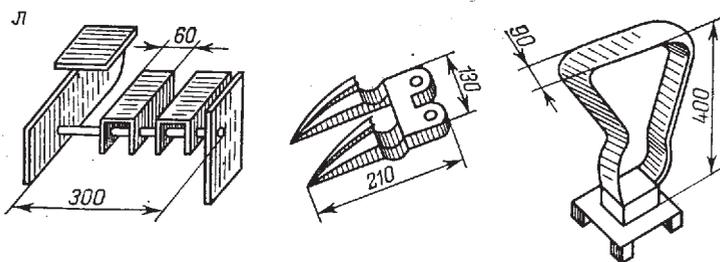


Рис. 12.2. К табл. 12.2



Прочерк означает, что для данного метода окрашивания поверхности на группы сложности не подразделяются.

При окрашивании пневматическим распылением мелких деталей особо сложной конфигурации, к качеству отделки поверхности которых предъявляются повышенные требования, т. е. с покрытиями класса I и II по ГОСТ 9.032—74 (например, детали кинофотоаппаратов и других приборов), допускается применять коэффициент использования ЛКМ до 0,30.



При бескамерном окрашивании безвоздушным распылением крупногабаритных строительных металлоконструкций особо сложной конфигурации допускается применять коэффициент использования ЛКМ до 0,45 (решетчатые и рамные конструкции сваренные из профильного проката с шириной полки до 150 мм — фермы связи, распорки, ограждения и т. д.).

Коэффициент использования ЛКМ для электроосаждения приведен для условий работы с применением установок ультра-фильтрации.

Коэффициент приспособления учитывает площадь поверхности приспособления, покрываемую одновременно с поверх-

ностью детали (сборочной единицы). Его определяют по формуле

$$K^{a_{3b}} = (S^a n_a + S) / (S^a n_a),$$

где $K^{a_{3b}}$ — коэффициент приспособления при обработке a -й детали (сборочной единицы) на операции, для которой применяется b -й типовой состав; S^a — действительная площадь обработки a -й детали (сборочной единицы), m^2 ; n_a — количество a -х деталей (сборочных единиц) на приспособлении, шт.; S — площадь обработки приспособления, m^2 .

Коэффициент приспособления устанавливается для конкретных условий технологического процесса нанесения ЛКП и не должен превышать 1,10. При окрашивании мелких и средних деталей методом окунания в корзинах коэффициент не должен превышать 1,25.

Производственно-операционные нормы расхода лакокрасочных и других материалов для получения ЛКП определяют по формуле

$$N^{i_{kb}} = 10^{-3} A_b^i \delta_b^a S_{kb},$$

где $N^{i_{kb}}$ — производственно-операционная норма расхода i -го материала для изготовления k -го изделия на выполнение операции, для которой применяется b -й типовой состав, в единицах измерения нормируемого материала (кг, m^2 , м); A_b^i — норматив расхода i -го материала, входящего в b -й типовой состав, в единицах измерения нормируемого материала на единицу величины расчетного объема обработки [$г/(m^2 \cdot мкм)$, $г/m^2$, m^2/m^2 , $м/m^2$]; δ_b^a — толщина ЛКП для a -й детали (сборочной единицы) на операции, для которой применяется b -й типовой состав, $мкм$; S_{kb} — расчетная площадь k -го изделия на операции, для которой применяется b -й типовой состав, m^2 .

Толщина ЛКП данным материалом определяется по средней величине, указанной в карте технологического процесса получения покрытия. Ориентировочные толщины одного слоя ЛКП приведены в табл. 12.5.

Специфицированные нормы расхода материалов определяют по формуле

$$N_k^i = \sum_{b=1}^m N^{i_{kb}} K_T,$$

где N_k^i — специфицированная норма расхода i -го материала для изготовления k -го изделия в единицах измерения количества нормируемого материала (кг, m^2 , м); $N^{i_{kb}}$ — производственно-операционная норма расхода i -го материала для изготовления k -го изделия на выполнение операции, для которой применяется b -й типовой состав в единицах измерения количества нормируемого материала (кг, m^2 , м); K_T — коэффициент технологических потерь, возникающих на последующих операциях технологического процесса изготовления изделия; m — общее количество типовых составов, в которых применяется i -й материал.

или

Сводные нормы расхода материалов определяют как сумму специфицированных норм по формуле

$$N_k^s = \sum_{i=1}^n N_k^i,$$

Таблица 12.5. Ориентировочные значения толщины одного слоя ЛКП, мкм

| ЛКМ | Пневматическое распыление | Безвоздушное распыление без нагрева материала | Распыление в электрополе | Окунание и облив | Нанесение кистью | Струйный облив с выдержкой в парах растворителя |
|---|---------------------------|---|--------------------------|------------------|------------------|---|
| <i>Лаки, грунтовки, эмали на природных и конденсационных смолах</i> | | | | | | |
| Канифольные | | | | | | |
| Лаки | 10—25 | — | — | — | — | — |
| Грунтовки | 10—15 | — | — | 10—20 | 15—25 | 10—12 |
| Эмали | 15—25 | — | — | 15—25 | 15—30 | — |
| Битумные | | | | | | |
| Лаки | 10—20 | — | 10—20 | 10—20 | 10—30 | 10—25 |
| Эмали | 15—25 | — | — | 15—30 | 15—30 | — |
| Глифталевые | | | | | | |
| Лаки | 10—20 | — | 10—20 | 10—25 | 10—25 | — |
| Грунтовки | 12—20 | 15—25 | 12—20 | 13—20 | 13—25 | 13—20 |
| Эмали | 15—25 | 15—30 | 15—20 | 15—25 | 15—30 | — |
| Пентафталевые | | | | | | |
| Лаки | 10—20 | 12—25 | 12—20 | 12—25 | 10—25 | — |
| Грунтовки | 10—20 | 15—25 | 10—15 | 12—15 | 10—25 | 10—20 |
| Эмали | 15—25 | 20—25 | 15—23 | 15—30 | 15—30 | 15—35 |
| Алкидностирольные | | | | | | |
| Грунтовки | 10—20 | — | 10—15 | — | 15—25 | — |
| Эмали | 15—25 | 15—25 | 15—20 | — | 15—30 | — |
| Фенольные | | | | | | |
| Лаки | 10—15 | — | — | — | — | — |
| Грунтовки | 10—20 | 10—25 | 10—22 | 10—20 | 10—25 | 10—18 |
| Эмали | 15—25 | — | — | — | — | — |
| Меламинные | | | | | | |
| Лаки | 10—20 | — | 10—15 | 10—20 | — | — |
| Грунтовки | 12—20 | — | 12—15 | 15—25 | — | — |
| Эмали | 15—30 | — | 15—25 | 15—20 | — | 15—30 |
| Карбамидные | | | | | | |
| Лаки | 10—20 | — | — | — | — | — |
| Грунтовки | 12—20 | — | 12—15 | 12—20 | — | — |
| Эмали | 15—25 | — | 15—25 | 15—25 | — | 15—30 |
| Эпоксидные | | | | | | |
| Лаки | 10—25 | — | — | 10—20 | — | — |
| Грунтовки | 10—20 | — | — | — | — | — |
| Эмали | 15—25 | 15—25 | 15—25 | 15—25 | — | — |
| Эпоксифирные | | | | | | |
| Грунтовки | 12—20 | — | 12—20 | — | 15—25 | — |
| Полиуретановые | | | | | | |
| Грунтовки | 10—20 | — | — | — | — | — |
| Эмали | 15—25 | — | — | — | 15—30 | — |

| ЛКМ | Пневматическое распыление | Безвоздушное распыление без нагрева материала | Распыление в электрополе | Окунание и облив | Нанесение кистью* | Струйный облив с поддержкой в парах растворителя |
|--|---------------------------|---|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| Кремнийорганические | | | | | | |
| Эмали | 10—25 | — | — | 10—25 | 15—30 | — |
| <i>Лаки, грунтовки и эмали на полимеризационных смолах</i> | | | | | | |
| Перхлорвиниловые | | | | | | |
| Лаки | 8—15 | — | — | — | — | — |
| Грунтовки | 10—20 | — | 10—15 | — | — | — |
| Эмали | 10—20 | 15—25 | 10—15 | — | — | — |
| Сополимеро-винилхлоридные | | | | | | |
| Лаки | 8—20 | 10—25 | — | — | — | — |
| Грунтовки | 10—20 | 10—25 | — | — | — | — |
| Эмали | 10—20 | 10—25 | — | — | — | — |
| Алкидно-акриловые | | | | | | |
| Лаки | 5—15 | — | — | — | — | — |
| Грунтовки | 8—15 | — | — | — | — | — |
| Эмали | 15—25 | — | 15—25 | — | — | — |
| Поливинилацетальные | | | | | | |
| Лаки | 5—15 | — | — | — | — | — |
| Грунтовки | 6—15 | 8—12 | — | — | — | — |
| Эмали | 10—20 | — | — | — | — | — |
| Полиакриловые | | | | | | |
| Лаки | 6—15 | 10—15 | — | — | — | — |
| Грунтовки | 8—15 | — | 10—15 | — | — | — |
| Эмали | 10—25 | — | 10—23 | — | — | — |
| <i>Лаки, грунтовки, эмали на эфирах целлюлозы</i> | | | | | | |
| Нитроцеллюлозные | | | | | | |
| Лаки | 5—15 | — | — | — | — | — |

где N_k^s — сводная норма расхода s -й позиции материала для изготовления k -го изделия в единицах измерения количества нормируемого материала (кг, м², м); N_k^i — специфицированная норма расхода i -го материала (относящегося к s -й позиции сводной номенклатуры материалов) для изготовления k -го изделия в единицах измерения количества нормируемого материала (кг, м², м); n — общее количество наименований материалов специфицированной номенклатуры, относящихся к s -й позиции сводной номенклатуры материалов.

ЛКМ, расходуемые на ремонт оборудования, зданий, технологическую оснастку и прочие цели, не связанные с окрашиванием выпускаемой продукции, в норме не учитываются, а потребность в ЛКМ для этих целей определяется отдельно.

12.3. НОРМАТИВЫ РАСХОДА

Норматив расхода является составляющей нормы расхода и соответствует максимально допустимому количеству ЛКМ исходной вязкости, необходимому для получения покрытия толщиной 1 мкм на поверхности площадью 1 м².

Норматив характеризует удельный расход материалов на единицу площади, объема, длины, массы изделия, количество отходов и потерь материалов в зависимости от вида технологического процесса. Нормативы измеряются в натуральных единицах и процентах.

Структура норматива расхода ЛКМ характеризуется выражением

$$A = Q + \sum_{i=1}^m q_i,$$

где A — норматив расхода, г/(м²·мкм); Q — чистый (полезный) расход, г/(м²·мкм); $\sum_{i=1}^m q_i$ — сумма потерь, г/(м²·мкм); m — общее число видов потерь.

Чистый полезный расход — масса лакокрасочного материала, нанесенного на окрашиваемую поверхность площадью 1 м² толщиной 1 мкм.

Сумма потерь — максимально допустимые потери лакокрасочного материала, связанные с технологией и организацией получения ЛКП.

Потери зависят от метода и режимов нанесения ЛКМ, конструктивно-технологических особенностей (группы сложности и характеристики) окрашиваемой поверхности, уровня организации производства и включают потери на туманообразование (в зависимости от конструкции распыляющих устройств), потери за счет выхода части распыленной струи за контуры покрываемой поверхности, потери от уноса части ЛКМ транспортирующими устройствами, а также потери при хранении, транспортировании, приготовлении рабочих составов и др.

В нормативах расхода не учитывают потери от брака, неисправности оборудования и отступления от утвержденного технологического процесса окрашивания.

Количество растворителя, необходимое для разведения ЛКМ от исходной до рабочей вязкости, называется степенью разбавления. Оно исчисляется в процентах от количества материала исходной вязкости.

Нормативы расхода ЛКМ устанавливаются расчетным или опытным методом. Расчетный метод основан на определении норматива расхода ЛКМ исходной вязкости, исходя из физико-химических показателей ЛКМ и коэффициента его использования.

Таблица 12.6. Нормативы расхода ЛКМ, г/(м²·мкм)

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окунание, струйный облив | Кисть, шпатель |
|------------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|
| | | пневма- тическое | бесвоз- душное | в элек- трополе | | |
| Канифольные ЛКМ | | | | | | |
| <i>Лак</i> | | | | | | |
| КФ-965 | Коричневый оттенок | 2,43 | 2,31 | — | — | — |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| КФ-030 | Серо-зеленый | 3,75 | 3,56 | — | 3,56 | 3,17 |
| | Желтый | 3,56 | 3,38 | — | 3,38 | 3,00 |
| <i>Эмаль</i> | | | | | | |
| КФ-248 | Белый | 4,32 | 4,11 | 3,66 | — | 3,65 |
| <i>Шпатлевка</i> | | | | | | |
| КФ-00-3 | Красный | 4,55 | — | — | — | 3,64 |
| Битумные ЛКМ | | | | | | |
| <i>Лаки</i> | | | | | | |
| БТ-99 | Черный | 3,08 | 2,93 | — | 2,93 | 2,60 |
| БТ-123 | Черный с коричневым оттенком | 4,51 | 4,29 | — | 4,29 | 3,81 |
| БТ-577 | Черный | 4,27 | 4,05 | 3,60 | 4,05 | 3,60 |
| БТ-982 | Черный | 3,78 | 3,59 | — | 3,59 | 3,19 |
| <i>Эмаль</i> | | | | | | |
| БТ-180 | Черный | 3,33 | 3,16 | — | — | 2,81 |
| Глифталевые ЛКМ | | | | | | |
| <i>Лаки</i> | | | | | | |
| ГФ-95 | Не нормируется | 3,15 | 2,99 | 2,66 | 2,99 | 2,66 |
| ГФ-166 | Не нормируется | 3,00 | 2,85 | — | 2,85 | 2,53 |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| ГФ-017 | Темно-коричневый | 5,10 | 4,85 | 4,31 | 4,85 | 4,31 |
| ГФ-018 | Желтый | 5,21 | 4,95 | 4,40 | — | 4,40 |
| ГФ-021 | Красно-коричневый | 4,57 | 4,34 | 3,86 | 4,34 | 3,86 |
| ГФ-031 | Желтый | 3,41 | 3,24 | 2,88 | 3,24 | 2,88 |
| ГФ-032 | Коричневый | 4,82 | 4,59 | 4,07 | 4,59 | 4,07 |
| | Желтый | 3,70 | 3,51 | 3,12 | 3,51 | 3,12 |
| ГФ-0119 | Красно-коричневый | 4,20 | 3,99 | 3,54 | 3,99 | 3,54 |
| ГФ-0163 | Коричневый | 4,31 | 4,09 | 3,64 | 4,09 | 3,64 |
| <i>Эмали</i> | | | | | | |
| ГФ-92ХС | Серый | 3,41 | 3,24 | — | 3,24 | 2,88 |
| ГФ-92ГС | Серый | 3,53 | 3,35 | — | 3,35 | 2,98 |
| ГФ-230 | Белый | 4,18 | 3,98 | — | 3,98 | 3,53 |
| ГФ-245 | Серый | 3,67 | 3,48 | 3,10 | 3,48 | 3,10 |
| | Светло-серый | 3,67 | 3,48 | 3,10 | 3,48 | 3,10 |
| ГФ-571 | Серый | 3,99 | 3,80 | — | — | 3,37 |
| ГФ-820 | Алюминиевый | 3,42 | 3,25 | — | — | 2,89 |

Продолжение табл. 12.6

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окунание, струйный облив | Кисть, шпатель |
|--------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|
| | | пневма- тическое | безвоз- душное | в элек- трополе | | |
| ГФ-916 | Голубой | 3,60 | 3,08 | — | — | — |
| | Желтый | 3,95 | 3,75 | — | — | — |
| | Оранжевый | | | | | |
| | Зеленый | 3,60 | 3,08 | — | — | — |
| | Красный | 3,42 | 3,25 | — | — | — |
| | Серый | 3,84 | 3,65 | — | — | — |
| Синий | 3,75 | 3,56 | — | — | — | |
| ГФ-1147 | Зеленый | 4,33 | 4,11 | — | 4,11 | 3,65 |
| ГФ-1151 | Серый | 4,68 | 4,44 | — | — | 3,95 |
| ГФ-1426 | Защитный | 4,31 | 4,09 | 3,64 | 4,09 | 3,64 |
| Пентафталевые ЛКМ | | | | | | |
| <i>Лаки</i> | | | | | | |
| ПФ-170 | Не нормируется | 3,03 | 2,88 | 2,56 | 2,88 | 2,56 |
| ПФ-171 | Не нормируется | 3,22 | 3,06 | 2,72 | 3,06 | 2,72 |
| ПФ-283 | Не нормируется | 3,07 | 2,91 | 2,59 | 2,91 | 2,59 |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| ПФ-020 | Красно-коричневый | 3,00 | 2,85 | 2,53 | — | 2,53 |
| | Слоновой кости | 3,46 | 3,29 | 2,92 | — | 2,92 |
| ПФ-033 | Черный | 4,29 | 4,07 | — | 4,07 | 3,62 |
| ПФ-0142 | Красно-коричневый | 3,52 | 3,35 | — | — | 2,98 |
| <i>Эмали</i> | | | | | | |
| ПФ-19М | Светло-голубой | 4,45 | 4,23 | — | — | 3,76 |
| | Светло-серо-голубой | | | | | |
| | Темно-серый | | | | | |
| | Зеленый | | | | | |
| | Светло-коричневый | | | | | |
| ПФ-115 | Светло-голубой | 4,19 | 3,98 | — | — | 3,54 |
| | Светло-серо-голубой | 5,15 | 4,89 | — | — | 4,35 |
| | Светло-коричневый | 4,93 | 4,69 | — | — | 4,17 |
| | Серо-зеленый | 3,68 | 3,49 | — | — | 3,10 |
| | Черный | 3,06 | 2,91 | 2,59 | 2,91 | 2,59 |
| | Синий | 3,29 | 3,12 | 2,78 | 3,12 | 2,78 |
| | Серый | 3,25 | 3,10 | 2,76 | 3,10 | 2,76 |
| | Желтый | 3,72 | 3,54 | 3,14 | 3,54 | 3,14 |
| | Бежевый | 3,88 | 3,69 | 3,28 | 3,69 | 3,28 |
| | Светло-зеленый | 3,47 | 3,30 | 2,93 | 3,30 | 2,93 |
| | Темно-зеленый | 3,49 | 3,32 | 2,96 | 3,32 | 2,96 |
| | Темно-серый | 3,41 | 3,24 | 2,88 | 3,24 | 2,88 |
| | Белый | 3,75 | 3,56 | 3,17 | 3,56 | 3,17 |
| | Бледно-желтый | 3,52 | 3,35 | 2,98 | 3,35 | 2,98 |
| | Песочный | 3,77 | 3,58 | 3,18 | 3,58 | 3,18 |
| Серо-голубой | 3,40 | 3,23 | 2,87 | 3,23 | 2,87 | |
| Вишневый | 3,11 | 2,95 | 2,62 | 2,95 | 2,62 | |
| Дымчатый | 3,27 | 3,10 | 2,76 | 3,10 | 2,76 | |
| Коричневый | 3,49 | 3,32 | 2,95 | 3,32 | 2,95 | |
| Красный | 3,42 | 3,25 | 2,89 | 3,25 | 2,89 | |
| Черный | 3,14 | 2,98 | 2,65 | 2,98 | 2,65 | |

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окунание, струйный образ | Кисть, шпатель |
|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|
| | | пневма- тическое | безвоз- душное | в элек- трополе | | |
| ПФ-133 | Желтый | 4,31 | 4,09 | 3,64 | 4,09 | 3,64 |
| | Черный | 3,30 | 3,14 | 2,79 | 3,14 | 2,79 |
| | Кремовый | 3,50 | 3,33 | 2,96 | 3,33 | 2,96 |
| | Оранжевый | 4,49 | 4,27 | 3,80 | 4,27 | 3,80 |
| | Светло-серый | 3,30 | 3,14 | 2,79 | 3,14 | 2,79 |
| | Фисташковый | 3,38 | 3,21 | 2,86 | 3,21 | 2,86 |
| | Голубой | 3,18 | 3,02 | 2,69 | 3,02 | 2,69 |
| | Зеленый | 3,64 | 3,46 | 3,08 | 3,46 | 3,08 |
| | Темно-красный | 3,37 | 3,20 | 2,84 | 3,20 | 2,84 |
| | Серый | 3,19 | 3,02 | 2,69 | 3,02 | 2,69 |
| | ПФ-137 | Красный | 3,00 | 2,85 | 2,54 | 2,85 |
| ПФ-163 | Черный | 3,43 | 3,26 | 2,90 | 3,26 | 2,90 |
| ПФ-167 | Светло-серый | 3,40 | 3,23 | 2,87 | 3,23 | 2,87 |
| | Светло-шаровый | 3,44 | 3,28 | 2,91 | 3,28 | 2,91 |
| ПФ-188 | Белый | 3,29 | 3,13 | 2,78 | 3,13 | 2,78 |
| | Слоновой кости | 3,40 | 3,23 | 2,87 | 3,23 | 2,87 |
| | Голубой | 3,59 | 3,41 | 3,03 | 3,41 | 3,03 |
| | Морской волны | 3,61 | 3,43 | 3,05 | 3,43 | 3,05 |
| | Ярко-зеленый | 3,61 | 3,43 | 3,05 | 3,43 | 3,05 |
| | Желтый | 4,13 | 3,92 | 3,49 | 3,92 | 3,49 |
| | Красный | 4,64 | 4,41 | 3,92 | 4,41 | 3,92 |
| | Темно-красный | 4,77 | 4,53 | 4,03 | 4,53 | 4,03 |
| | Белый | 3,62 | 3,44 | 3,06 | 3,44 | 3,06 |
| | ПФ-218ХС | Слоновой кости | 4,00 | 3,80 | 3,38 | 3,80 |
| ПФ-218ГС | Светло-серый | 4,06 | 3,85 | 3,43 | 3,85 | 3,43 |
| ПФ-223 | Коричневый | 3,45 | 3,28 | 2,91 | 3,28 | 2,91 |
| | Темно-зеленый | 3,45 | 3,28 | 2,91 | 3,28 | 2,91 |
| | Желтый | 3,73 | 3,55 | 3,16 | 3,55 | 3,16 |
| | Голубой | 4,10 | 3,89 | 3,46 | 3,89 | 3,46 |
| | Белый | 4,51 | 4,29 | 3,81 | 4,29 | 3,81 |
| | Серо-зеленый | 4,10 | 3,89 | 3,46 | 3,89 | 3,46 |
| | Темно-серый | 3,88 | 3,69 | 3,28 | 3,69 | 3,28 |
| | Черный | 4,54 | 4,31 | 3,83 | 4,31 | 3,83 |
| | Синий | 3,65 | 3,47 | 3,09 | 3,47 | 3,09 |
| | Красный | 3,24 | 3,08 | 2,74 | 3,08 | 2,74 |
| | Зеленый | 3,73 | 3,54 | 3,15 | 3,54 | 3,15 |
| ПФ-245 | Светло-серый | 4,11 | 3,91 | 3,47 | 3,91 | 3,47 |
| | Серый | | | | | |
| ПФ-837 | Алюминиевый | 3,39 | 3,22 | — | — | 2,86 |
| ПФ-1105 | Красный | 3,24 | 3,08 | 2,74 | 3,08 | 2,74 |
| | Защитный | 3,39 | 3,22 | 2,86 | 3,22 | 2,86 |
| | Белый | 3,91 | 3,71 | 3,30 | 3,71 | 3,30 |
| | Темно-красный | 4,43 | 4,20 | 3,74 | 4,20 | 3,74 |
| ПФ-1126 | Слоновой кости | 3,73 | 3,55 | 3,15 | 3,55 | 3,15 |
| | Защитный | 4,61 | 4,38 | 3,89 | 4,38 | 3,89 |
| ПФ-1147 | Защитный | 4,61 | 4,38 | 3,89 | 4,38 | 3,89 |
| ПФ-1189 | Серый | 4,05 | 3,84 | — | — | — |
| <i>Шпатлевка</i> | | | | | | |
| ПФ-00-2 | Красно-коричневый | 3,18 | — | — | — | 2,54 |

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окувание, струнный облив | Кисть, шпатель |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|
| | | пылема- тичное | безвоз- душное | в элек- трополе | | |
| Алкидностирольные ЛКМ | | | | | | |
| МС-25 | 220 мг по ИМШ | 3,75 | 3,56 | 3,17 | — | 3,17 |
| <i>Грунтовка</i> | | | | | | |
| МС-067 | Красно-коричневый | 4,58 | 4,35 | — | — | 3,87 |
| <i>Эмали</i> | | | | | | |
| МС-17 | Черный | 3,95 | 3,75 | 3,33 | — | — |
| | Светло-серый | 4,07 | 3,86 | 3,43 | — | — |
| | Песочный | 4,00 | 3,80 | 3,37 | — | — |
| МС-160 | Серебристый | 5,45 | 5,17 | — | — | 4,60 |
| <i>Шпатлевка</i> | | | | | | |
| МС-00-6 | Розовый | 4,00 | — | — | — | 3,20 |
| Фенольные ЛКМ | | | | | | |
| ФЛ-582 | Коричневый | 4,89 | 4,64 | — | — | — |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| ФЛ-03К | Коричневый | 3,97 | 3,77 | 3,35 | 3,77 | 3,35 |
| ФЛ-03Ж | Желто-зеленый | 3,47 | 3,30 | 2,93 | 3,30 | 2,93 |
| ФЛ-086 | Желтый | 3,85 | 3,66 | 3,25 | 3,66 | 3,25 |
| ФЛ-087 | Красно-коричневый | 4,72 | 4,48 | 3,98 | 4,48 | 3,98 |
| Фенольно-алкидные ЛКМ | | | | | | |
| <i>Эмаль</i> | | | | | | |
| ФА-5104 | Черный | 3,47 | 3,30 | — | — | — |
| Меламиновые и карбамидные ЛКМ | | | | | | |
| <i>Лаки</i> | | | | | | |
| МЛ-21 | Не нормируется | 4,59 | 4,36 | — | — | — |
| МЛ-92 | Коричневый | 3,16 | 3,00 | — | 3,00 | — |
| МЛ-133 | Не нормируется | 4,24 | 4,03 | 3,58 | — | — |
| МЧ-52 | 40—80 мг по ИМШ | 4,15 | 3,94 | 3,50 | 3,94 | — |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| МЛ-029 | Красно-коричневый | 4,04 | 3,83 | — | — | — |
| МЛ-064 | Алюминиевый | 5,10 | 4,84 | — | — | — |
| МЧ-042 | Белый | 3,88 | 3,69 | 3,28 | 3,69 | — |
| В-МЛ-0143 | Черный | 3,87 | 3,68 | — | 3,68 | — |
| <i>Эмали</i> | | | | | | |
| МЛ-12 | Белая ночь | 3,38 | 3,21 | 2,85 | — | — |
| | Кремевый | 3,55 | 3,37 | 3,00 | — | — |
| | Светло-салатовый | 3,50 | 3,33 | 2,96 | — | — |

Продолжение табл. 12.6

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окулирование, струйный облив | Кисть, шпатель |
|----------------|------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------|
| | | пневма- тическое | безвоз- душное | в элек- тропипе | | |
| МЛ-152 | Синий | | | | | |
| | Фиштакшковый | | | | | |
| | Красный | | | | | |
| | Кофейный | | | | | |
| | Электрик | 3,45 | 3,28 | 2,91 | — | — |
| | Сине-зеленый | | | | | |
| | Морской волны | | | | | |
| | Бирюзовый | | | | | |
| | Серый | 3,50 | 3,33 | 2,96 | — | — |
| | Светло-бирюзовый | 3,45 | 3,28 | 2,91 | — | — |
| | Светло-серо-голубой | 3,53 | 3,35 | 2,98 | — | — |
| | Светло-голубой | 3,42 | 3,25 | 2,89 | — | — |
| | Голубовато-серый | 3,50 | 3,33 | 3,00 | — | — |
| | Светло-дымчатый | 3,49 | 3,31 | 2,94 | — | — |
| | Ярко-зеленый | 3,45 | 3,28 | 2,91 | — | — |
| | Майский | 3,48 | 3,31 | 2,94 | — | — |
| | Рица | 3,32 | 3,15 | 2,80 | — | — |
| | Песочный | 3,41 | 3,24 | 2,88 | — | — |
| | Под слошовую кость | 3,42 | 3,25 | 2,88 | — | — |
| | Светло-серый | 3,49 | 3,32 | 2,95 | — | — |
| | Голубой | 3,35 | 3,19 | 2,83 | — | — |
| | Белый | 3,79 | 3,60 | 3,20 | — | — |
| | Защитный | 3,64 | 3,46 | 3,07 | — | — |
| | Оранжевый | 3,79 | 3,60 | 3,20 | — | — |
| | Светло-бежевый | 3,45 | 3,28 | 2,91 | — | — |
| | Черный | 3,56 | 3,38 | 3,00 | — | — |
| | Белая ночь | } 4,76 | 4,53 | 4,02 | — | — |
| | Красный | | | | | |
| | Морской волны | 4,20 | 3,99 | 3,55 | — | — |
| | Голубой | 4,44 | 4,22 | 3,75 | — | — |
| | Песочный | 4,31 | 4,12 | 3,66 | — | — |
| | Оранжевый | 4,76 | 4,56 | 4,05 | — | — |
| | Защитный | } 4,62 | 4,39 | 3,90 | — | — |
| | Светло-серый | | | | | |
| | Темно-голубовато-серый | } 4,61 | 4,38 | 3,89 | — | — |
| | Слошовой кости | | | | | |
| | Светло-дымчатый | } 4,30 | 4,08 | 3,63 | — | — |
| | Светло-серо-голубой | | | | | |
| | Светло-бирюзовый | | | | | |
| | Серо-голубой | | | | | |
| Светло-бежевый | } 4,19 | 3,98 | 3,54 | — | — | |
| Синий | | | | | | |
| Черный | 4,51 | 4,29 | — | — | — | |
| Серо-зеленый | 4,58 | 4,35 | — | — | — | |
| Темно-бежевый | 4,42 | 4,20 | — | — | — | |
| Серо-бежевый | 4,44 | 4,23 | — | — | — | |
| Серо-голубой | } 4,51 | 4,29 | — | — | — | |
| Светло-бежевый | | | | | | |
| Голубой | | | | | | |
| Зелено-голубой | | | | | | |

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окувание, струйный облив | Кисть, шпатель | |
|--------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|---|
| | | пневма- тическое | безвоз- душное | в элек- трополе | | | |
| МЛ-165 | Серый | 4,58 | 4,35 | — | — | — | |
| | Черный | 3,88 | 3,69 | — | — | — | |
| | Белый | 4,51 | 4,29 | — | — | — | |
| | Серебристый | 3,97 | 3,78 | — | — | — | |
| | Слоновой кости | 4,58 | 4,35 | — | — | — | |
| | Серебристый | } | 4,11 | 3,90 | 3,47 | — | — |
| | Серый | | | | | | |
| | Красно-коричневый | | | | | | |
| | Зелено-голубой | | | | | | |
| | Голубой | | | | | | |
| Сине-серый | 4,24 | 4,03 | 3,58 | — | — | | |
| Серо-бежевый | } | 4,38 | 4,16 | 3,70 | — | — | |
| Защитный | | | | | | | |
| МЛ-169 | Зеленовато-желтый | } | 4,56 | 4,34 | 3,85 | — | — |
| | Зеленый | | | | | | |
| | Голубой | | | | | | |
| | Зеленый | | | | | | |
| МЛ-197 | Желтый | } | 4,81 | 4,57 | 4,06 | — | — |
| | Оранжевый | | | | | | |
| | Вишневый | | | | | | |
| | Оливковый | | | | | | |
| | Лиловый | | | | | | |
| | Светло-песочный | } | 3,71 | 3,53 | 3,13 | — | — |
| | Синий | | | | | | |
| | Зеленый | } | 3,38 | 3,21 | 2,86 | — | — |
| | Васильковый | | | | | | |
| | Палевый | | | | | | |
| МЛ-242 | Желтый | 3,71 | 3,53 | 3,13 | — | — | |
| | Светло-дымчатый | } | 3,43 | 3,26 | 2,96 | — | — |
| | Светло-голубой | | | | | | |
| | Белый | 3,76 | 3,56 | 3,16 | — | — | |
| | МЛ-279 | Светло-серый | 4,58 | 4,35 | 3,87 | — | — |
| | МЛ-283 | Белый | 3,52 | 3,34 | 2,97 | — | — |
| МЛ-629 | Красно-коричневый | 3,05 | 2,90 | — | — | — | |
| МЛ-1100 | Белый | 3,22 | 3,06 | 2,72 | — | — | |
| | Светло-фисташковый | 3,47 | 3,29 | 2,92 | — | — | |
| | Светло-серый | 3,53 | 3,36 | 2,99 | — | — | |
| | Вишневый | 3,39 | 3,23 | 2,87 | — | — | |
| | Черный | 3,21 | 3,05 | 2,71 | — | — | |
| | Темно-зеленый | 3,47 | 3,29 | 2,92 | — | — | |
| | МЛ-1156 | Защитный | 3,11 | 2,95 | — | 2,95 | — |
| | | Серый | 3,80 | 3,61 | — | 3,61 | — |
| | | Темно-серый | 3,57 | 3,39 | — | 3,39 | — |
| | | Черный | 3,50 | 3,33 | — | 3,33 | — |
| МЧ-123 | Черный | 3,76 | 3,57 | 3,17 | 3,57 | — | |
| МЧ-145 | Песочный | 4,42 | 4,20 | 3,73 | 4,20 | — | |
| | Бирюзовый | } | 4,58 | 4,35 | 3,87 | 4,35 | — |
| | Голубой | | | | | | |
| | Серый | | | | | | |

Продолжение табл. 12.6

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окунание, струйный облив | Кисть, шпатель | |
|----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|---|
| | | пневма- тическое | безвоз- душное | в элект- ропистоле | | | |
| МЧ-240 | Хаки | 4,75 | 4,51 | 4,01 | 4,51 | — | |
| | Белый | 4,24 | 4,03 | 3,58 | 4,03 | — | |
| | Черный | 3,80 | 3,61 | 3,21 | 3,61 | — | |
| Эпоксидные ЛКМ | | | | | | | |
| <i>Лаки</i> | | | | | | | |
| ЭП-155 | Не нормируется | 2,28 | 2,17 | 1,93 | 2,17 | — | |
| ЭП-730 | 5 мг по ИМШ | 4,82 | 4,58 | — | — | — | |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | | |
| ЭП-09Т | Желтый | 3,88 | 3,69 | — | — | — | |
| | Красный | 3,52 | 3,35 | — | — | — | |
| ЭП-057 | Серый | 7,26 | 6,90 | — | — | — | |
| ЭП-076 | Желтый | 5,37 | 5,10 | — | — | — | |
| <i>Эмали</i> | | | | | | | |
| ЭП-91 | Зеленый | 5,69 | 5,40 | — | — | — | |
| ЭП-140 | Черный | 3,67 | 3,48 | 3,10 | 3,48 | — | |
| | Белый | 4,80 | 4,56 | 4,05 | 4,56 | — | |
| | Серый | 4,50 | 4,28 | 3,80 | 4,28 | — | |
| | Серо-голубой | 4,68 | 4,45 | 3,95 | 4,45 | — | |
| | Светло-серый | 4,68 | 4,45 | 3,95 | 4,45 | — | |
| | Желтый | 5,26 | 5,00 | 4,44 | 5,00 | — | |
| | Алюминиевый | 4,54 | 4,31 | 3,83 | 4,31 | — | |
| | Красный | 4,61 | 4,38 | 3,89 | 4,38 | — | |
| | Зеленый | 3,95 | 3,75 | 3,33 | 3,75 | — | |
| | ЭП-148 | Белый | 3,42 | 3,25 | 2,89 | — | — |
| | ЭП-255 | Белый | 3,12 | 2,96 | 2,63 | — | — |
| | | Зеленый | 2,95 | 2,80 | 2,49 | — | — |
| | ЭП-274 | Черный | 3,89 | 3,70 | — | — | — |
| | | Серый | 4,16 | 3,95 | — | — | — |
| ЭП-525 | Зеленый | 3,43 | 3,26 | 2,96 | — | — | |
| | Темно-шаровый | | | | | | |
| ЭП-525П | Зеленый | 3,44 | 3,27 | 2,90 | — | — | |
| ЭП-755 | Красно-коричневый | 2,78 | 2,64 | — | — | — | |
| ЭП-773 | Зеленый | 3,34 | 3,17 | — | — | — | |
| | Кремовый | 3,61 | 3,43 | 3,05 | 3,43 | — | |
| | Зеленый | 3,57 | 3,39 | 3,01 | 3,39 | — | |
| <i>Шпатлевки</i> | | | | | | | |
| ЭП-00-10 | Красно-коричневый | 2,09 | — | 1,77 | — | 1,68 | |
| ЭП-00-20 | Красно-коричневый | 2,10 | 2,00 | — | — | 1,68 | |
| Нитроэпоксидные ЛКМ | | | | | | | |
| <i>Эмали</i> | | | | | | | |
| ЭП-51 | Белый | 7,67 | 7,28 | — | — | — | |
| | Синий | 7,99 | 7,59 | — | — | — | |
| | Желтый | 10,53 | 10,00 | — | — | — | |
| | Зеленый | 9,36 | 8,89 | — | — | — | |
| | Защитный | 8,10 | 7,70 | — | — | — | |
| | Серый | 8,66 | 8,23 | — | — | — | |

Продолжение табл. 12.6

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окунание, струйный обрызг | Кисть, шпатель |
|-------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------|
| | | пылема- тическое | брызго- душное | в элект- трополе | | |
| ЭП-91 | Черный | 8,85 | 8,40 | — | — | — |
| | Красный | 9,87 | 9,38 | — | — | — |
| | Салатовый | 5,23 | 4,96 | — | — | — |
| | Желтый | 3,55 | 3,37 | — | — | — |
| | Песочный | 5,23 | 4,96 | — | — | — |
| Эпоксифирные ЛКМ | | | | | | |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| ЭФ-083 | Серый | 4,49 | 4,27 | 3,80 | 4,27 | 3,80 |
| ЭФ-0137 | Светло-серый | 4,39 | 4,17 | 3,70 | 4,17 | 3,70 |
| | Черный | 5,12 | 4,86 | 4,32 | 4,86 | 4,32 |
| Полиуретановые ЛКМ | | | | | | |
| <i>Лак</i> | | | | | | |
| УР-231 | Не нормируется | 5,22 | 4,96 | 4,41 | 4,96 | 4,41 |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| УРФ-0106 | Красно-коричневый | 3,55 | 3,37 | — | — | — |
| УРФ-010 | Красно-коричневый | 4,57 | 4,34 | — | — | — |
| <i>Эмаль</i> | | | | | | |
| УРФ-1128 | Красный | 3,04 | 2,89 | — | — | 2,57 |
| | Черный | 3,04 | 2,89 | — | — | 2,57 |
| | Кремовый | 3,18 | 3,02 | — | — | 2,68 |
| | Морской волны | 3,41 | 3,24 | — | — | 2,88 |
| | Светло-дымчатый | 3,18 | 3,02 | — | — | 2,68 |
| | Голубой | 3,29 | 3,12 | — | — | 2,78 |
| | Дымчатый | 3,18 | 3,02 | — | — | 2,68 |
| Кремнийорганические ЛКМ | | | | | | |
| <i>Эмали</i> | | | | | | |
| КО-81 | Зеленый | 3,29 | 3,13 | — | — | 2,78 |
| КО-83 | Алюминиевый | 8,31 | 7,90 | — | — | 7,02 |
| КО-84 | Белый | 7,64 | 7,26 | — | — | 6,44 |
| | Синий | 7,22 | 6,85 | — | — | 6,09 |
| | Черный | 6,32 | 6,01 | — | — | 5,34 |
| | Красный | } 6,66 | 6,33 | — | — | 5,63 |
| | Голубой | | | | | |
| КО-88 | Серебристый | 5,70 | 5,42 | — | — | 4,81 |
| КО-811 | Красный | 6,29 | 5,98 | — | — | 5,31 |
| | Зеленый | 6,65 | 6,32 | — | — | 5,61 |
| | Черный | 5,47 | 5,19 | — | — | 4,62 |
| КО-813 | Серебристый | 5,04 | 4,79 | — | — | 4,26 |
| КО-882 | Желтый | } 6,39 | 6,07 | — | — | 5,40 |
| | Зеленый | | | | | |
| | Черный | 6,18 | 5,87 | — | — | 5,22 |
| КО-828 | Алюминиевый | 4,05 | 3,85 | — | — | 3,42 |
| КО-935 | Красно-коричневый | 2,78 | 2,64 | — | — | 2,35 |

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окунание, струйный облик | Кисть, шпатель | |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|---|
| | | пневма- тическое | безвоз- душное | в элек- трополе | | | |
| Перхлорвиниловые ЛКМ | | | | | | | |
| <i>Лаки</i> | | | | | | | |
| XB-782 | 0,5 мг по ИМШ | 10,60 | 10,07 | — | — | — | |
| XB-784 | 7,0 мг по ИМШ | 11,10 | 10,55 | — | — | — | |
| <i>Грунтовка</i> | | | | | | | |
| XB-050 | Красно-коричневый | 7,10 | 6,75 | — | — | — | |
| <i>Эмали</i> | | | | | | | |
| XB-16 | Светло-кремовый | 8,53 | 8,10 | — | — | — | |
| | Зеленый | 8,94 | 8,49 | — | — | — | |
| | Темно-серый | 9,32 | 8,85 | — | — | — | |
| | Желтый | 9,65 | 9,17 | — | — | — | |
| | Оранжевый | 9,65 | 9,17 | — | — | — | |
| | Серо-голубой | 9,72 | 9,24 | — | — | — | |
| | Синий | 9,98 | 9,48 | — | — | — | |
| | Красный | 8,66 | 8,22 | — | — | — | |
| | Черный | 11,35 | 10,78 | — | — | — | |
| | Алюминисвый | 9,01 | 8,56 | — | — | — | |
| | Белый | 8,67 | 8,24 | — | — | — | |
| | Черно-матовый | 9,72 | 9,24 | — | — | — | |
| | XB-110 | Серый | 5,47 | 5,20 | — | — | — |
| Желтый | | 5,74 | 5,45 | — | — | — | |
| Зеленый | | | | | | | |
| Красный | | 5,43 | 5,16 | — | — | — | |
| Защитный | | | | | | | |
| Салатный | | | | | | | |
| | Светло-голубой | | | | | | |
| XB-113 | Серый | 5,71 | 5,43 | — | — | — | |
| | Желтый | 5,96 | 5,66 | — | — | — | |
| | Красный | 5,57 | 5,30 | — | — | — | |
| | Салатный | | | | | | |
| | Голубой | | | | | | |
| | Зеленый | 5,89 | 5,59 | — | — | — | |
| | Защитный | | | | | | |
| XB-124 | Голубовато-зеленый | 6,62 | 6,29 | — | — | — | |
| | Голубой | 6,84 | 6,50 | — | — | — | |
| | Серый | | | | | | |
| | Зеленый | | | | | | |
| | | Светло-голубой | 7,26 | 6,90 | — | — | — |
| | | Лимонный | 6,92 | 6,57 | — | — | — |
| | | Защитный | 7,26 | 6,90 | — | — | — |
| | Серебристый | 8,24 | 7,83 | — | — | — | |
| XB-125 | Защитный | 6,91 | 6,56 | — | — | — | |
| XB-179 | Защитный | 8,08 | 7,67 | — | — | — | |
| XB-518 | Красно-коричневый | 7,70 | 7,31 | — | — | — | |
| XB-785 | Белый | 7,63 | 7,25 | — | — | — | |
| | Желтый | 8,15 | 7,71 | — | — | — | |

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окулирование, струйный облив | Кисть, шпатель |
|-----------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|
| | | пневма- тическое | безвоз- душное | в элект- рополе | | |
| XB-1100 | Серый | 7,40 | 7,03 | — | — | — |
| | Кремовый | 7,46 | 7,08 | — | — | — |
| | Черный | 8,44 | 8,02 | — | — | — |
| | Белый | 6,98 | 6,63 | — | — | — |
| | Темно-бежевый | 6,67 | 6,33 | — | — | — |
| | Кремовый | 7,02 | 6,67 | — | — | — |
| | Защитный | 6,80 | 6,46 | — | — | — |
| | Красный | 6,58 | 6,25 | — | — | — |
| | Бежевый | 6,81 | 6,47 | — | — | — |
| | Красно-коричневый | 7,56 | 7,18 | — | — | — |
| | Голубой | 7,24 | 6,88 | — | — | — |
| | Зеленый | 6,89 | 6,54 | — | — | — |
| | Серый | 7,15 | 6,79 | — | — | — |
| | Темно-серый | 7,06 | 6,71 | — | — | — |
| Шаровый | 7,46 | 7,08 | — | — | — | |
| Желтый | 6,71 | 6,33 | — | — | — | |
| XB-1120 | Зеленый | 9,26 | 8,80 | — | — | — |
| XB-1149 | Алюминиевый | 6,95 | 6,60 | — | — | — |
| <i>Шпатлевки</i> | | | | | | |
| XB-00-4 | Зеленый | 4,86 | — | — | — | 3,89 |
| XB-00-5 | Серый | 4,91 | — | — | — | 3,93 |
| Винилхлоридные ЛКМ | | | | | | |
| <i>Лак</i> | | | | | | |
| XC-724 | 0,5 мг по ИМШ | 7,18 | 6,82 | — | — | — |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| XC-010 | Красно-коричневый | 6,80 | 6,46 | — | — | — |
| XC-059 | Красно-коричневый | 8,04 | 7,64 | — | — | — |
| XC-068 | Красно-коричневый | 7,64 | 7,25 | — | — | — |
| <i>Эмали</i> | | | | | | |
| XC-119 | Белый | 5,56 | 5,28 | 4,69 | — | — |
| | Серый | 6,13 | 5,82 | 5,17 | — | — |
| | Красно-коричневый | 5,86 | 5,57 | 4,95 | — | — |
| XC-710 | Черный | 5,94 | 5,65 | 5,02 | — | — |
| | Серый | 8,96 | 8,51 | 7,56 | — | — |
| XC-720 | Красно-коричневый | 6,94 | 6,60 | — | — | — |
| XC-759 | Белый | 6,98 | 6,63 | — | — | — |
| | Светло-серый | 6,62 | 6,29 | — | — | — |
| Серый | — | | | — | — | |
| XC-1107M | Черный | 11,44 | 10,87 | — | — | — |
| Алкидно-акриловые ЛКМ | | | | | | |
| <i>Эмали</i> | | | | | | |
| AC-131 | Белый | 6,45 | 6,13 | — | — | — |
| AC-182 | Красный | 3,72 | 3,54 | 3,14 | 3,54 | — |
| | Красно-оранжевый | 3,38 | 3,21 | 2,85 | 3,21 | — |

Продолжение табл. 12.6

| Марка | Цвет | Распыление | | | Окунание, струйный облив | Кисть, шпатель |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|
| | | пневма- тическое | безвоз- душное | в элек- трополе | | |
| АС-554 АС-599 | Морской волны | 3,34 | 3,18 | 2,82 | 3,18 | — |
| | Светло-дымчатый | 3,74 | 3,56 | 3,16 | 3,56 | — |
| | Слоновой кости | 3,95 | 3,75 | 3,33 | 3,75 | — |
| | Желтый | 3,68 | 3,50 | 3,11 | 3,50 | — |
| | Темно-желтый | | | | | |
| | Оранжево-красный | 7,31 | 6,94 | 6,17 | 6,94 | — |
| Белый | 4,45 | 4,22 | 3,75 | 4,22 | — | |
| Поливинилацетальные ЛКМ | | | | | | |
| <i>Лаки</i> | | | | | | |
| ВЛ-51 | Не нормируется | 7,21 | 6,85 | — | — | — |
| ВЛ-725 | Не нормируется | 26,32 | 25,00 | — | — | — |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| ВЛ-02 | Зеленовато-желтый | 9,59 | 9,11 | — | — | — |
| ВЛ-023 | Защитно-зеленый | 7,79 | 7,40 | — | — | — |
| <i>Эмаль</i> | | | | | | |
| ВЛ-515 | Красно-коричневый | 8,22 | 7,81 | 6,94 | 7,81 | — |
| Полиакриловые ЛКМ | | | | | | |
| <i>Лаки</i> | | | | | | |
| АК-113 | Не нормируется | 19,92 | 18,93 | — | — | — |
| АК-113Ф | Не нормируется | 16,08 | 15,28 | — | — | — |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| АК-069 | Желтый | 9,15 | 8,70 | 7,73 | — | — |
| АК-070 | Желтый | 13,44 | 12,77 | 11,35 | — | — |
| <i>Эмали</i> | | | | | | |
| АК-194 | Белый | 7,75 | 7,37 | — | — | — |
| АК-1102 | Белый | 10,65 | 10,12 | — | — | — |
| | Кремовый | 12,13 | 11,53 | — | — | — |
| Нитроцеллюлозные ЛКМ | | | | | | |
| <i>Лаки</i> | | | | | | |
| НЦ-62 | Бесцветный | 19,01 | 18,06 | — | — | — |
| | Черный | 17,98 | 17,08 | — | — | — |
| | Красный | | | | | |
| | Зеленый | | | | | |
| Синий | | | | | | |
| НЦ-134 | 30 мг по ИМШ | 12,12 | 11,51 | — | — | — |
| НЦ-218 | Не нормируется | 5,22 | 4,96 | — | — | — |
| НЦ-223 | Не нормируется | 4,99 | 4,74 | — | — | — |
| <i>Грунтовки</i> | | | | | | |
| НЦ-097 | Серый | 8,83 | 8,39 | — | — | — |
| НЦ-081 | Коричневый | 4,87 | 4,63 | — | — | — |

| Марка | Цвет | Распыление | | | Ожугание, стружбинный ослив | Кисть, шпатель |
|----------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | | пневма- тическое | безвоз- душное | в элек- трополе | | |
| <i>Эмали</i> | | | | | | |
| НЦ-11 | Бирюзовый | } | 5,53 | 5,26 | — | — |
| | Слоновой кости | | | | | |
| | Молочный | | | | | |
| | Темно-бежевый | | | | | |
| | Серо-бежевый | | | | | |
| НЦ-132П | Кофейный | | | | | |
| | Серый | | | | | |
| | Защитный | 6,08 | 5,77 | — | — | — |
| | Серо-зеленый | 6,54 | 6,21 | — | — | — |
| | Кремовый | 6,25 | 5,94 | — | — | — |
| | Желтый | 5,96 | 5,66 | — | — | — |
| | Фисташковый | 5,98 | 5,68 | — | — | — |
| | Светло-серый | 5,73 | 5,44 | — | — | — |
| | Синий | 6,19 | 5,89 | — | — | — |
| | Светло-табачный | 6,34 | 6,02 | — | — | — |
| | Песочный | 6,54 | 6,21 | — | — | — |
| | Темно-сине-зеленый | 5,96 | 5,66 | — | — | — |
| | Светло-серо-зеленый | 5,78 | 5,49 | — | — | — |
| | Серый | 5,96 | 5,66 | — | — | — |
| | Серо-голубой | 5,54 | 5,27 | — | — | — |
| | Светло-зеленый | 6,37 | 6,05 | — | — | — |
| | Голубой | 6,14 | 5,83 | — | — | — |
| | Красный | 5,83 | 5,54 | — | — | — |
| | Черный | 7,44 | 7,06 | — | — | — |
| | НЦ-132К | Белый | 6,25 | 5,94 | — | — |
| Серо-зеленый | | 6,34 | 6,02 | — | — | — |
| Песочный | | 6,33 | 6,01 | — | — | — |
| Темно-серый | | 5,98 | 5,68 | — | — | — |
| Синий | | 6,04 | 5,74 | — | — | — |
| Серый | | 5,72 | 5,43 | — | — | — |
| Кремовый | | 6,00 | 5,70 | — | — | — |
| Фисташковый | | 6,04 | 5,74 | — | — | — |
| Белый | | 6,04 | 5,74 | — | — | — |
| Голубой | | 5,78 | 5,49 | — | — | — |
| Светло-серый | | 5,70 | 5,42 | — | — | — |
| Желтый | | 5,98 | 5,68 | — | — | — |
| Светло-зеленый | | 6,17 | 5,86 | — | — | — |
| Красный | | 6,10 | 5,79 | — | — | — |
| Черный | | 7,36 | 6,99 | — | — | — |
| НЦ-170 | Серо-зеленый | 4,72 | 4,49 | — | — | — |
| НЦ-273 | Алюминиевый | 6,07 | 5,77 | — | — | — |
| НЦ-583 | Белый | 9,61 | 9,13 | — | — | — |
| | Желтый | 9,34 | 8,88 | — | — | — |
| | Светло-синий | 8,66 | 8,22 | — | — | — |
| | Коричневый | 8,65 | 8,21 | — | — | — |
| | Черный | 8,52 | 8,10 | — | — | — |
| НЦ-1200 | Защитный | 8,16 | 7,75 | — | — | — |
| НЦ-11 | Зеленый | 5,42 | 5,15 | — | — | — |

Продолжение табл. 12.6

| Марка | Цвет | Распыление | | | Скувание, струйный облак | Кисть, шпатель | |
|---------------------|-------------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|---|
| | | пневма- тическое | безоз- душное | в элек- трополе | | | |
| НЦ-25 | Кремовый | 5,73 | 5,44 | — | — | — | |
| | Желто-оранжевый | | | | | | |
| | Песочный | | | | | | |
| | Серо-голубой | 5,42 | 5,15 | — | — | — | |
| | Голубой | | | | | | |
| | Желтый | | | | | | |
| | Лимонный | 6,15 | 5,85 | — | — | — | |
| | Фисташковый | | | | | | |
| | Светло-синий | | | | | | |
| | Красный | 5,50 | 5,23 | — | — | — | — |
| | Черный | 5,18 | 4,92 | — | — | — | — |
| | Белый | 10,53 | 10,00 | — | — | — | — |
| | Слоновой кости | 5,80 | 5,50 | — | — | — | — |
| | Бежевый | | | | | | |
| | Голубой | | | | | | |
| Зеленый | 5,64 | 5,36 | — | — | — | — | |
| Серый | | | | | | | |
| Коричневый | | | | | | | |
| НЦ-26 | Красный | 5,53 | 5,25 | — | — | — | |
| | Черный | 6,53 | 6,21 | — | — | — | |
| | Белый | 6,07 | 5,77 | — | — | — | |
| НЦ-216 | Красный | 12,84 | 12,20 | — | — | — | |
| | Светло-серый | 9,96 | 9,46 | — | — | — | |
| НЦ-216 | Серо-голубой | 10,59 | 10,06 | — | — | — | |
| | Черный | | | | | | |
| НЦ-221 | Серебристый | 9,59 | 9,11 | — | — | — | |
| | Зеленый | 4,97 | 4,73 | — | — | — | |
| НЦ-246 | Салатный | 5,07 | 4,82 | — | — | — | |
| | Серый | | | | | | |
| | Серый | | | | | | |
| НЦ-246 | Фисташковый | 5,74 | 5,45 | — | — | — | |
| | Зелено-голубой | 5,56 | 5,29 | — | — | — | |
| НЦ-184 | Черный | 9,91 | 9,41 | — | — | — | |
| НЦ-929 | Защитный | 3,97 | 3,77 | — | — | — | |
| НЦ-1125 | Зеленовато-черный | 5,74 | 5,45 | — | — | — | |
| | Коричневый | 6,18 | 5,87 | — | — | — | |
| | Защитно-зеленый | 5,34 | 5,07 | — | — | — | |
| <i>Шпатлевки</i> | | | | | | | |
| НЦ-00-8 | Защитный | 4,14 | — | — | — | 3,31 | |
| НЦ-00-7 | Красно-коричневый | 5,35 | — | — | — | 4,28 | |
| НЦ-5123 | Красно-коричневый | 5,09 | 4,83 | — | — | — | |
| | Серый | 5,30 | 5,03 | — | — | — | |
| НЦ-5134 | Зеленый | 5,50 | 5,22 | — | — | — | |
| | Алюминевый | 8,42 | 8,00 | — | — | — | |
| | Красный | 8,08 | 7,68 | — | — | — | |
| <i>Масляные ЛКМ</i> | | | | | | | |
| <i>Лак</i> | | | | | | | |
| МА-592 | Не нормируется | 3,01 | 2,86 | — | — | — | |
| <i>Эмаль</i> | | | | | | | |
| МА-224 | Черный | 3,48 | 3,31 | — | — | — | |

Таблица 12.7. Нормативы расхода ЛКМ при нанесении методом электроосаждения (ТУ 6-21-020-4564-28—89)

| Марка (стандарт или ТУ) | Цвет | Норматив расхода, г/(м ² ·мкм) |
|----------------------------------|-------------------|---|
| Грунтовка | | |
| ВКФ-093 (ОСТ 6-10-427—79) | Красно-коричневый | 2,66 |
| | Серый | 2,63 |
| | Черный | 2,60 |
| ВАУ-0150 (ТУ 6-10-1599—77) | Серый | 2,07 |
| | Красно-коричневый | 2,01 |
| Эмаль | | |
| В-ФЛ-149 «Э» (ТУ 6-10-969—75) | Черный | 2,84 |

Примечание. Нормативы расхода приведены для работы с применением установок ультрафильтрации.

Норматив расхода ЛКМ исходной вязкости определяют по формуле

$$A = 100\rho / (PK_2),$$

где A — норматив расхода ЛКМ исходной вязкости, г/(м²·мкм); ρ — плотность сухой пленки ЛКМ, г/см³; P — содержание нелетучих веществ в ЛКМ исходной вязкости, %; K_2 — коэффициент использования ЛКМ по табл. 12.4.

Опытный метод основан на определении норматива расхода по результатам замеров фактического расхода ЛКМ рабочей вязкости непосредственно при окраске на рабочих местах.

Нормативы расхода ЛКМ для пневматического распыления, безвоздушного распыления без нагрева, распыления в электрическом поле, окунания, струйного облива с выдержкой в парах растворителя, нанесения кистью и шпателем приведены в табл. 12.6, для электроосаждения — в табл. 12.7.

Нормативы определены расчетным методом для ЛКМ исходной вязкости для металлических поверхностей группы сложности I с толщиной ЛКП, равной 1 мкм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вольберг В. В. Устройство и эксплуатация окрасочно-сушильных агрегатов в машиностроении. М.: Высшая школа, 1982. 272 с.
2. Гоц В. Л. Оборудование цехов полимерных покрытий. М.: Машиностроение, 1989. 312 с.
3. Гоц В. Л., Ратников В. Н., Гисин П. Г. Методы окраски промышленных изделий. М.: Химия, 1975. 264 с.
4. Денкер И. И., Вольберг В. В. Справочник молодого оператора окрасочно-сушильных агрегатов. М.: Высшая школа, 1987. 256 с.

5. Дубинин М. К., Елисаветский А. М., Маркелов В. И. Достижения в области электростатических методов нанесения лакокрасочных покрытий// ЛКМ и их применение. 1985. № 6. С. 9—11.
6. Елисаветский А. М., Ратников В. Н., Павловский Л. Л. Совершенствование методов получения и отверждения покрытий//ЖВХО им. Д. И. Менделеева. 1988. Т. 33. № 1. С. 99—107.
7. Карякина М. И. Лабораторный практикум по испытанию лакокрасочных материалов и покрытий. М.: Химия, 1977. 239 с.
8. Карякина М. И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий. М.: Химия, 1988. 271 с.
9. Козырев Ю. Г. Промышленные роботы: Справочник. М.: Машиностроение, 1988. 392 с.
10. Крылова И. А., Коган Н. Д., Ратников В. Н. Окраска электроосаждением. М.: Химия, 1982. 248 с.
11. Бобков Л. С., Васюкова А. Н., Владычина Е. Н и др. Лакокрасочные покрытия в машиностроении: Справочник/Под ред. М. М. Гольберга. М.: Машиностроение, 1974. 576 с.
12. Лебедев В. П., Калдма Р. Э., Авраменко В. Л. Справочник по противокоррозионным лакокрасочным покрытиям. Харьков: Прапор, 1988. 231 с.
13. Лившиц М. Л., Пишляковский Б. И. Лакокрасочные материалы: Справочное пособие. М.: Химия, 1982. 360 с.
14. Методические рекомендации по выбору поверхностно-активных модификаторов для лакокрасочных материалов, наносимых методом электростатического распыления. Черкассы: ОНИИТЭХИМ, 1987. 11 с.
15. Методические указания по использованию лакокрасочных материалов стран — членов СЭВ (по результатам испытаний на коррозионных станциях). Черкассы: ОНИИТЭХИМ, 1985. 23 с.
16. Методические рекомендации по определению коррозионной стойкости лакокрасочных покрытий. Черкассы: ОНИИТЭХИМ, 1989. 24 с.
17. Методические рекомендации по подготовке поверхности металлов перед окраской и холодной деформацией. Черкассы: НИИТЭХИМ. 1986. 41 с.
18. Методические рекомендации по технике безопасности, пожарной безопасности и промышленной санитарии при нанесении порошковых полимерных красок в электростатическом поле. Черкассы: ОНИИТЭХИМ, 1988. 15 с.
19. Модификаторы ржавчины для применения в химической промышленности/ Погребная Р. И., Емельянова Л. К., Елисаветский А. М. и др.//Лакокрасочные покрытия и способы их нанесения: Тр. НИИ с опытным машиностроительным заводом НПО «Спектр»/Под ред. А. М. Елисаветского. М.: НИИТЭХИМ, 1988. С. 81—85.
20. Мячин В. А., Шабельский В. А. Конструирование оборудования окрасочных цехов. М.: Машиностроение, 1989. 183 с.
21. Оборудование и приборы для нанесения и контроля качества лакокрасочных материалов: Каталог. Черкассы: ОНИИТЭХИМ, 1989. 28 с.
22. Общесоюзные нормативы расхода лакокрасочных материалов. М.: Машиностроение, 1984. 102 с.
23. Окраска металлических поверхностей. ОМТМ 7312-010—78. М.: Химия, 1978. 352 с.
24. Окрасочные работы в машиностроении: Справочник/Искра Е. В., Луковский А. М., Петров Ю. С. и др. Под общей ред. Е. В. Искры. Л.: Машиностроение, 1984. 256 с.
25. Продукты атмосферной коррозии железа и окраска по ржавчине/Куркур О., Упите А., Хонзак И. и др. Рига: Зинатне, 1980. 163 с.
26. Котова А. И., Дорошенко В. Г., Козлов В. П. и др. Разработка автофорезных материалов и технологии нанесения покрытий методом автоосаждения//Лакокрасочные материалы и их нанесение. 1985. № 6. С. 13—15.
27. Рекомендации по применению преобразователей (модификаторов) ржавчины при защите металлических поверхностей комплексными лакокрасочными покрытиями. Черкассы: ОНИИТЭХИМ, 1985. 48 с.

28. *Розин В. Е., Коган Л. Б.* Автоматизация процессов в окрасочных цехах. Л.: Химия, 1982. 128 с.
29. Руководящий материал по срокам службы лакокрасочных покрытий в условиях холодного климата. М.: НИИТЭХИМ, 1985. 36 с.
30. Руководящий материал по установлению сроков службы лакокрасочных покрытий на основе результатов натуральных испытаний. М.: НИИТЭХИМ, 1987. 111 с.
31. Совершенствование методов испытаний лакокрасочных покрытий для холодного климата/Елисаветская И. В., Ильдарханова Ф. И.//Лакокрасочные покрытия и способы их нанесения: Тр. НИИ с опытным машиностроительным заводом НПО «Спектр»/Под ред. А. М. Елисаветского. М.: НИИТЭХИМ, 1988. С. 81—85.
32. *Шабельский В. А., Андреенок В. М., Евтюков Н. З.* Защита окружающей среды при производстве лакокрасочных покрытий. Л.: Химия, 1985. 120 с.
33. *Шабельский В. А., Мышленникова В. А.* Окрашивание методом электроосаждения. Л.: Химия, 1983. 142 с.
34. *Яковлев А. Д., Евстигнеев В. Г., Гисин П. Г.* Оборудование для получения лакокрасочных покрытий. Л.: Химия, 1982. 192 с.
35. *Яковлев А. Д.* Химия и технология лакокрасочных покрытий. Л.: Химия, 1981. 352 с.

Справочное издание

*Елисаветский Аркадий Моисеевич
Ратников Владимир Николаевич
Дорошенко Вадим Григорьевич
Гоц Владимир Лазаревич
Дубинин Митрофан Карпович
Козлов Виктор Петрович
Котова Светлана Петровна
Крылова Инна Александровна
Суминова Ольга Борисовна*

Лакокрасочные покрытия. Технология и оборудование

Редактор *И. Ю. Соловьев*
Художественный редактор *Н. В. Носов*
Технический редактор *В. В. Лебедева*
Корректор *М. В. Черниковская*

ИБ 2614

Слано в набор 03.12.91. Подп. в печ. 30.06.92. Формат 60×90^{1/16}. Бумага тип. № 2. Гарнитура Литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 26,0. Усл. кр.-отт. 26,0. Уч.-изд. л. 30,1. Тираж 3000 экз. Заказ № 1358. С. 25

Ордена «Знак Почета» издательство «Химия»
107076 Москва, Стремянка, 21, корп. 2

Московская типография № 11
Министерства печати и информации
Российской Федерации
113105 Москва, Нагатинская, 1.