

Г. С. Ирмухаметова
А. К. Токтабаева

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

Учебное пособие

КАЗАХ
УНИВЕРСИТЕТИ
КАСЫМ АУА



Г. С. Ирмухаметова
А. К. Токтабаева

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ
ЛАКОКРАСОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

Учебное пособие

Алматы
«Қазақ университеті»
2018

УДК 665.9

ББК 35.74

И 82

*Рекомендовано к изданию Ученым советом
факультета химии и химической технологии
и РИСО КазНУ им. аль-Фараби
(протокол № 4 от 29 декабря 2017 г.)*

Рецензент

кандидат химических наук, доцент **П.И. Уркимбаева**

Ирмухаметова Г.С.

И 82 Химия и технология лакокрасочных материалов и покрытий: учебное пособие / Г.С. Ирмухаметова, А.К. Токтабаева. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 224 с.

ISBN 978-601-04-3560-5

Настоящее учебное пособие посвящено технологии получения лакокрасочных материалов и покрытий, состоит из введения и таких разделов, как: классификация лакокрасочных материалов и покрытий, строение, свойства и классификация пленкообразующих веществ, связующие лакокрасочных материалов, пигменты, водоэмульсионные краски, порошковые краски, акрилатные краски, дефекты лакокрасочных материалов, типы коррозии, способы защиты от коррозии, способы нанесения лакокрасочных материалов, расчет покрытий.

В конце пособия приводится теоретическое описание и инструкции к лабораторным работам по дисциплине «Химия и технология лакокрасочных материалов и покрытий».

УДК 665.9

ББК 35.74

ISBN 978-601-04-3560-5

© Ирмухаметова Г.С., Токтабаева А.К., 2018

© КазНУ им. аль-Фараби, 2018

ВВЕДЕНИЕ

С развитием науки, в частности химии полимеров, была значительно расширена сырьевая база лакокрасочной промышленности, что обеспечило возможность получения высококачественных лаков и красок с большим разнообразием свойств.

Основными направлениями современного развития технологии лаков и красок следует считать следующие:

1. Увеличение выпуска прогрессивных экологически полноценных лакокрасочных материалов с уменьшенным содержанием органических растворителей либо без применения растворителей (водные, порошковые краски и др.).

2. Сокращение расхода растительных масел за счет использования эквивалентных заменителей, не снижающих качества лакокрасочного материала.

3. Расширение ассортимента лакокрасочных материалов за счет более широкого использования полимеров полимеризационного типа.

Лакокрасочные материалы представляют собой многокомпонентные смеси, содержащие помимо пленкообразующего вещества и пигмента также наполнители, поверхностно-активные вещества, диспергаторы, загустители, многокомпонентные растворители и другие добавки. Каждый компонент оказывает влияние не только на свойства и технологический процесс производства лакокрасочных материалов, но и на свойства получаемых на их основе покрытий. Поэтому для правильного составления рецептур лакокрасочных материалов необходимо знать свойства, способы и особенности получения природных и синтетических пленкообразующих веществ, пигментов и наполнителей; природу проходящих при их диспергировании физико-химических процессов и влияние на эти процессы различных технологических добавок.

Лакокрасочные материалы широко применяют во всех отраслях народного хозяйства. Получаемые на их основе покры-

тия защищают различные изделия из металла и древесины от коррозии и гниения, от воздействия высоких и низких температур и т.п. Обязательным требованием для многих покрытий являются также декоративные свойства.

Лакокрасочное производство включает: производство полуфабрикатов – компонентов лакокрасочных материалов (пленкообразующих веществ, пигментов, пластификаторов, модификаторов и т.д.) и производство на их основе лакокрасочных материалов (лаков, красок, эмалей, грунтовок, шпатлевок).

С развитием лакокрасочной промышленности с продуктами переработки растительных масел и природных смол, а также минеральных пигментов природного происхождения используются синтетические пленкообразующие вещества. Они дали возможность значительно расширить сырьевую базу, а также создать новые, более совершенные лакокрасочные материалы для получения долговечных атмосферо-, термо- и химически стойких покрытий с высокими декоративными характеристиками.

В настоящее время лакокрасочная промышленность упрочняет сырьевые базы, совершенствуют технологии производства на основе механизации, автоматизации и применения прогрессивных процессов, а также на совершенствуют ассортимент выпускаемой продукции с целью повышения в нем доли высококачественных эмалей и грунтовок и экологически полноценных материалов широкого назначения.

Предлагаемое учебное пособие предназначено для подготовки специалистов химиков. Учебное пособие состоит из нескольких частей, таких как: классификация ЛКМ, общие особенности структуры и свойств; типы связующих и наполнители, используемые при получении для ЛКМ; теоретические основы получения ЛКМ; помимо этого предложены лабораторные работы по дисциплине «Химия и технология лакокрасочных материалов и покрытий» и список литературы.

I. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

Лакокрасочная промышленность выпускает обширный ассортимент продукции, разнообразной по составу, свойствам, назначению. Поэтому есть проблема классификации лакокрасочных материалов (ЛКМ) и лакокрасочных покрытий (ЛКП). Существует большое количество классификаций ЛКМ и ЛКП: по группам, по родам, по химическому составу, по назначению, по пленкообразователю. Все лакокрасочные материалы, в зависимости от входящих в их состав пленкообразующих веществ, разделены на виды. Каждому дано буквенное обозначение, указывающее основные компоненты (смола, масло и т.д.) связывающего, на основе которых изготовлен тот или иной вид лакокрасочной продукции.

Разработка специальных классификаций лакокрасочных материалов и покрытий преследует несколько целей.

Во-первых, такие классификации необходимы следователю или эксперту для того, чтобы обоснованно выделить то множество объектов, к которому принадлежит исследуемый объект. Если следователь или эксперт обладает такими сведениями на начальных этапах расследования, то он сможет правильно и оперативно организовать поиск проверяемого объекта и идентифицировать его.

Во-вторых, классификации ЛКМ и ЛКП имеют важное значение и для обеспечения процесса решения экспертных задач. Так, например, в процессе многоступенчатого идентификационного исследования нужно установить общую родовую и групповую принадлежность ЛКМ и ЛКП. Это возможно только при наличии детально разработанной их классификации по различным основаниям.

Так, например, в лакокрасочной промышленности принято деление ЛКМ по виду готовой продукции (краски, эмали, лаки,

олифы и др.), химической природе связующего (нитроэмали и нитролаки, меламиноалкидные эмали, пентафталевые и глифталевые грунты и эмали и др.), а также маркам (эмаль МЧ-13, грунтовка ПФ-020 и др.). Поскольку к окраске определенных предметов, производимых на производстве, предъявляются конкретные требования в соответствии с ГОСТами, то между лакокрасочным материалом, с одной стороны, и целевым назначением предмета, с другой стороны, существуют взаимосвязи. С этих позиций наибольшую значимость для обеспечения успешной деятельности следователя (достижения первой цели) представляла бы классификация лакокрасочных материалов по целевому назначению окрашиваемых предметов (например, ЛКМ для различных видов транспорта, предметов домашнего обихода, строительных конструкций и промышленных сооружений, сейфов, приборов и др.).

Наряду с этими видами классификации ЛКМ и ЛКП используются также и классификации, принятые в лакокрасочной промышленности: по химическому составу, в зависимости от пленкообразователя и назначения.

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) – это сложные составы, способные при нанесении тонким слоем на поверхность изделий высыхать с образованием пленки. Пленка может быть бесцветной или окрашенной, прозрачной или непрозрачной.

Лакокрасочные покрытия в строительной отрасли решают две основные задачи:

- защищают поверхности различных материалов от разрушения под воздействием атмосферных факторов;
- выполняют художественно-эстетическую функцию.

Классификация ЛКМ

По виду прозрачности образуемых пленок:

- прозрачные – лаки, олифы,
- непрозрачные – краски, эмали, грунтовки.

Классификация ЛКМ по химическому составу

В таблицах 1.1 и 1.2 представлены классификация по химическому составу и классификация по пленкообразующим веществам.

Таблица 1.1

Классификация по пленкообразующим веществам

Обозначение	Наименование материала по пленкообразователю
ГФ	Глифталевые
ПФ	Пентафталевые
МЛ	Меламино-алкидные (меламиновые)
МЧ	Мочевинные (карбамидные)
НЦ	Нитроцеллюлозные
ФЛ	Фенольные
ФА	Фенол-алкидные
ВА	Поливинилацетатные
МА	Масляные
МС	Масляно- и алкидно-стирольные
ХС	Сополимеры винилхлорида
АС	Сополимеры полиакриловых смол
ВС	Сополимеры поливинилацетатных смол
ВЛ	Поливинилацетальные
ПЭ	Полиэфиры ненасыщенные
ХВ	Перхлорвиниловые и поливинилхлоридные
ЦПХВ	Цементно-перхлорвиниловые
АК	Полиакриловые
БТ	Битумные
КО	Кремнийорганические
ЭП	Эпоксидные
КФ	Канифоль и ее производные
ЭФ	Эпоксифирные
ШЛ	Щелачные
КЧ	Каучуковые
НЭС	Нитроэпоксидные
ЭЦ	Этилцеллюлозные
ЭТ	Полиэтиленовые и полиизобутиловые
УР	Полиуретановые
АУ	Алкидно-уретановые

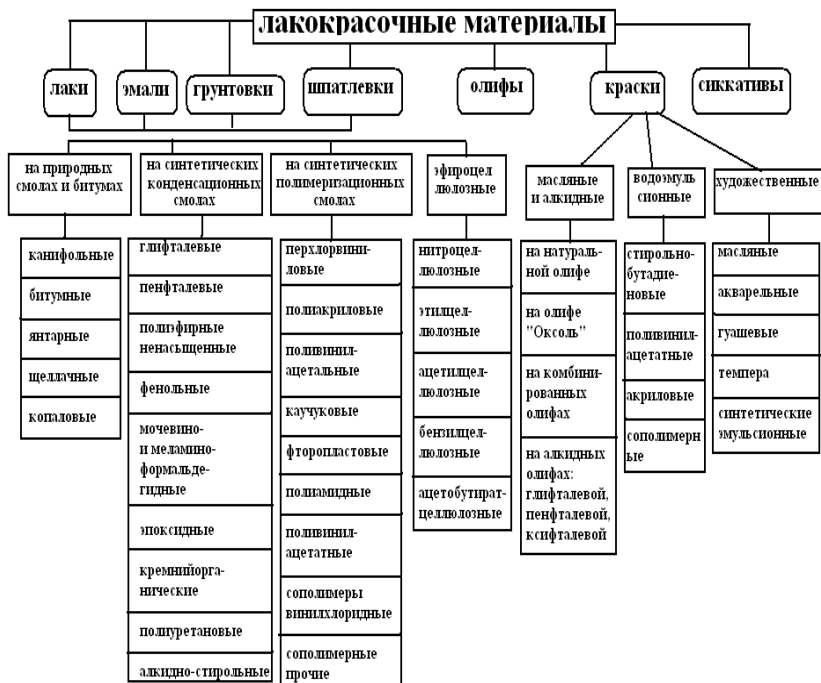
Смешанные пленкообразователи условно обозначаются по основному (превалирующему) продукту или по добавке, определяющей основные свойства ЛКМ.

По типу растворителя:

- органорастворимые,
- водорастворимые.

Таблица 1.2

Классификация ЛКМ по химическому составу



Классификация ЛКМ по природе пленкообразующего вещества Вторая группа знаков определяет пленкообразующее вещество (род смолы, сополимера, олифы и т.д.) и обозначается буквами.

- МА – масляная краска
- ПФ – пентафталевая краска
- АК – полиакриловая краска
- АУ – алкидно-уретановая краска
- АС – алкидно-стирольная краска
- АЦ – ацетилцеллюлозная краска
- БТ – битумная краска
- ГФ – глифталевая краска
- НЦ – нитроцеллюлозная краска
- ВЛ – поливинилацетатная краска

- ВС – сополимеро-винилацетатная краска
- ЖС – силикатная краска
- КО – кремнийорганическая краска
- КЧ – каучуковая краска
- МЛ – меламиноформальдегидная краска
- МЧ – карбамидная краска
- НП – нефтеполимерная краска
- ПЛ – полиэфирная краска (насыщенная)
- ПЭ – полиэфирная краска (ненасыщенная)
- УР – полиуретановая краска
- ФА – фенолоалкидная краска
- ФЛ – фенольная краска
- ХВ – перхлорвиниловая краска (поливинилхлоридная)
- ХП – хлорированная полиэтиленовая краска
- ХС – сополимеро-винилхлоридная краска
- ЭП – эпоксидная краска
- ЭФ – эпоксиэфирная краска
- ЭЦ – этилцеллюлозная краска
- ЯН – янтарная краска

В случае если краска изготовлена на основе водной дисперсии полимеров, то перед буквенным индексом добавляется обозначение – ВД. Например, ВД АК или ВД КЧ.

В таблице 1.3 представлены обозначения ЛКМ по типу пленкообразователя.

Таблица 1.3

Обозначения ЛКМ по типу пленкообразователя

По типу пленкообразователя: МА			
1	Масляные	ХВ	Перхлорвиниловые
ПФ	Пентафталевые	МЛ	Меламиноалкидные
НЦ	Нитроцеллюлозные	АК	Полиакриловые
ГФ	Глифталевые	КЧ	Каучуковые
БТ	Битумные	СС	Сополимерно-стирольные
МС	Масляно-стирольные	УР	Полиуретановые
ВЛ	Поливинилацетатные	ХС	Сополимерно-винилхлоридные

1	2	3	4
ЭТ	Этрифталевые	ФЛ	Фенольные
ПЭ	Полиэфирные	ЭП	Эпоксидные
МЧ	Мочевиноформальдегидные	АС	Алкидно-акриловые
КО	Кремнеорганические	КФ	Канифольные

По целевому назначению:

- автомобильные,
- строительные,
- художественные и т.д.

По степени блеска:

- высокоглянцевые (ВГ) – более 60%
- глянцевые (Г) – 50 – 59%
- полуглянцевые (ПГ) – 37 – 49%
- полуматовые (ПМ) – 20 – 36%
- матовые (М) – 4 – 19%
- глубоко матовые (ГМ) – не более 3%.

По функциональности:

- краски,
- лаки,
- эмали,
- грунтовки,
- шпатлевки (шпаклевки),
- порошковые краски.

Лакокрасочные покрытия могут иметь различные свойства, которые определяются составом лакокрасочных материалов (типом пленкообразующих веществ, пигментов, наполнителей и добавок), а также структурой покрытий, которые, как правило, состоят из нескольких слоев.

Для классификации лакокрасочных материалов используется буквенно-цифровая система, состоящая из 5 групп знаков для красок (эмалей), грунтовок, шпатлевок и 4 групп знаков для лаков.

Классификация ЛКМ по наименованию. Первая группа обозначает вид лакокрасочного материала и записывается словесно: лак, краска, эмаль, грунтовка, шпатлевка.

Классификация ЛКМ по преимущественному назначению

Третья группа знаков при обозначении лаков, красок и эмалей определяет преимущественное назначение лакокрасочного материала и обозначается цифрой (согласно таблице). Третью группу знаков грунтовок и полуфабрикатных лаков обозначают одним нулем (ГФ-021), а для шпатлевок – двумя нулями (шпатлевка ПФ-002). Для масляных густотертых красок перед третьей группой знаков ставится один ноль (сурик МА-015).

1. Атмосферостойкие (покрытия, стойкие к атмосферным воздействиям в различных климатических условиях, эксплуатируемые на открытых площадках);

2. Ограниченно атмосферостойкие (покрытия для внутренних работ);

3. Консервационные (покрытия для временной защиты окрашиваемой поверхности в процессе производства, транспортировки, хранения изделий);

4. Водостойкие (покрытия, стойкие к действию пресной и морской воды);

5. Специальные (покрытия, стойкие к рентгеновскому излучению и другим излучениям, светящиеся, терморегулирующие, противообрастающие, для пропитки тканей, окрашивания кожи, резины, пластмасс, противоскользящие и др.);

6. Маслобензостойкие (покрытия, стойкие к воздействию минеральных масел, бензина, керосина и других нефтепродуктов);

7. Химические стойкие (покрытия, стойкие к воздействию кислот, щелочей и других химических веществ);

8. Термостойкие (покрытия, стойкие к воздействию повышенных температур);

9. Электроизоляционные (покрытия, которые подвергаются действию электрических напряжений, тока, электрической дуги и поверхностных разрядов);

10. Грунтовки, полуфабрикатные лаки;

11. Шпатлевки.

Классификация ЛКМ по порядковому номеру

Четвертая группа знаков определяет порядковый номер, присвоенный данному виду ЛКМ, и обозначается одной, двумя или тремя цифрами.

Для масляных красок вместо порядкового номера в четвертой группе 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 иногда добавляется буквенный индекс, характеризующий некоторые особенности материала. Например:

- ВЭ – содержащий воду, эмульгированную в полимере;
- ГС, ХС – горячей и холодной сушки;
- М, ПМ – матовый, полуматовый;
- ПГ – пониженной горючести.

Классификация ЛКМ по цвету покрытия

Пятая группа знаков определяет цвет лакокрасочного материала и обозначается полным словом. Например: Эмаль ПФ-268 белая – эмаль пентафталева для внутренних работ.

Обозначения водоразбавляемых ЛКМ на основе водорастворимых смол имеют индекс В (например, эмали ВФЛ, ВЭП, грунтовки ВМЛ, ВЭФ).

Основные типы ЛКМ, используемые для окраски автомобилей: эмали МЛ, МЧ, МС, ГФ, ПФ, КО, КЧ; грунты (грунтовки) ФЛ, ЭФ, ГФ, ПФ, МЛ; шпатлевки ПФ, МС, НЦ, ХВ. При отделке жилых и общественных зданий чаще всего применяются ЛКМ следующих типов: ВА, ГФ, КЧ, МА, МС, ПФ, ХВ.

В таблице 1.4 представлена классификация ЛКМ по назначению.

Таблица 1.4

Классификация ЛКМ по назначению

Группа лакокрасочных материалов	Обозначение группы	Назначение
1	2	3
Атмосферостойкие	1	Покрывтия, эксплуатируемые в различных климатических условиях

1	2	3
Ограниченно атмосферостойкие	2	Покрытия, эксплуатируемые внутри помещения
Водостойкие	4	Покрытия, стойкие к воде и парам
Специальные	5	Покрытия с характерными специфическими свойствами, предназначенные для окраски резины, кожи, пропитки тканей, стойкие к рентгено- и другим излучениям, светящиеся составы и т.п.
Маслобензостойкие	6	Покрытия, стойкие к воздействию минеральных масел, смазок, бензина, керосина и др. нефтепродуктов
Химически стойкие	7	Покрытия, стойкие к жидким химическим реагентам: кислотам, щелочам и их парам
Термостойкие	8	Покрытия, стойкие к воздействию температур от 60 до 500 °С
Электроизоляционные	9	Покрытия, подвергающиеся воздействию электрического напряжения, тока, поверхностных разрядов, электрической дуги
Грунтовки и лаки	0	Грунтование и лакирование
Шпатлевки	00	Выравнивание поверхности загрунтованного изделия

1.1. Основные виды лакокрасочных материалов

Выпускаемые промышленностью ЛКМ подразделяются на основные, промежуточные и прочие.

К основным видам ЛКМ относятся лаки, краски, эмали, грунтовки, шпатлевки.

К промежуточным материалам, используемым преимущественно в качестве полуфабрикатов и полупродуктов, относятся олифы, сиккативы, смолы, растворы смол, разбавители и растворители.

К прочим видам относятся вспомогательные и подсобные материалы – смывки, пасты, мастики, отвердители, ускорители и т.п.

Водоразбавляемые краски – кроме главного недостатка – легкой размываемости водой, покрытия клеевыми красками, малоустойчивы к трению и более чем другие подвержены действию плесени и микроорганизмов. Их применяют в тех случаях, когда не предъявляются высокие требования к декоративным покрытиям или когда при необходимости их без труда можно подновлять.

Известковые краски дают рыхлые воздухопроницаемые покрытия, стойкие к воздействию воды и смене температур. Для того чтобы известь не «отмеливалась» (не пачкала руки и одежду), в нее следует добавить поваренную соль или олифу.

Клеевые краски образуют пористые покрытия с невысокой водо-стойкостью, поэтому их применяют только для декоративной отделки внутри помещений. Покрытия не препятствуют испарению влаги, находящейся в строительных материалах, в связи с этим работу клеевыми красками можно начинать раньше, чем масляными красками и различными эмалями, не дожидаясь полного высыхания поверхности. Основным достоинством клеевых красок являются дешевизна и доступность исходных материалов.

Клеевые краски выпускаются в очень малых объемах – им все труднее соперничать с водно-дисперсионными красками и эмалями, которым они уступают по декоративным и эксплуатационным свойствам.

Клеевые составы применяют при окраске стен и потолка в качестве связующего средства. Их готовят следующим образом. Мел разводят в воде до сметанообразной консистенции. Полученную пасту выдерживают в течение суток, затем перемешивают и проверяют густоту. Если погруженная в состав палка покрывается сплошным слоем и состав стекает с нее непрерывной струей, следовательно, он дает нормальный разлив (растекание) на поверхности в процессе окрашивания.

В приготовленный меловой состав вводят пигменты. Для этого пигменты разводят в воде до консистенции молока, процеживают через сито и при тщательном перемешивании добавляют небольшими порциями в меловой состав. Некоторые интенсивные пигменты (железная лазурь и др.) замачивают в

горячей воде с добавлением мыла, так как в одной воде замочить эти пигменты невозможно.

При подборе колера следует учитывать, что при высыхании водные составы значительно светлеют. Поэтому для проверки цвета делают пробные выкраски. На кусок стекла или жести кистью наносят состав и высушивают его. Для получения требуемого колера в состав добавляют мел или пигмент.

Чтобы приготовленный колер не отделился, его «заклеивают» – вливают при тщательном перемешивании процеженный клеевой раствор, для приготовления которого используют животные растительные (крахмальный клейстер) и другие клеи.

Водно-дисперсионные краски (водоэмульсионные, латексные) краски представляют собой суспензию пигментов и наполнителей в водных эмульсиях синтетических полимеров с добавлением различных вспомогательных – веществ (эмульгаторы, стабилизаторы и др.). Промышленностью выпускаются водно-дисперсионные краски: поливинилацетатные (ВА), на основе поливинилового спирта (ВС), акрилатные (АК), бутадиенстирольные (КЧ).

Водно-дисперсионные краски давно уже заменили собой клеевые краски, которые сейчас практически не выпускаются. Синтетические водно-дисперсионные краски состоят из мельчайших частичек пластической массы, равномерно распределенных в воде. При ее испарении частички образуют эластичную и очень прочную пленку. Такие краски в отличие от других не содержат токсичных дорогостоящих органических растворителей. Потолок и стены, окрашенные водно-дисперсионными красками, «дышат», то есть пропускают пары воды и воздух. Нанесенные покрытия можно мыть, их пористая пленка не горит. Краски имеют хорошую укрывистость (можно сделать пасту, обладающую еще большей укрывистостью, если добавить в краску немного мела и скипидара).

Водно-дисперсионные поливинилацетатные краски предназначены для наружных и внутренних работ. Образуют матовые поверхности. Такая краска проста в употреблении, высыхает за 2 ч, при добавлении к ней красящего пигмента удастся получить практически любой цвет.

Поверхности, окрашенные поливинилацетатной краской

Водно-дисперсионными поливинилацетатными красками можно окрашивать поверхности, ранее обработанные масляными и другими красками. Нельзя грунтовать поверхность для окраски поливинилацетатными красками составами, содержащими медный купорос, поскольку он образует с краской химические соединения, ухудшающие параметры будущего покрытия.

Водно-дисперсионные краски на основе поливинилового спирта по своим свойствам близки к поливинилацетатным. Однако они имеют невысокую водостойкость, что обуславливает область их применения. В продажу данные краски поступают светлых тонов, но их можно затемнить добавлением соответствующего колера.

Перед употреблением поливинилспиртовые краски разводят водой, имеющей температуру 80 °С, из расчета 2 л воды на 1 кг краски. Этими красками нельзя окрашивать мелованную поверхность: предварительно мел с нее надо смыть, затем зашпатлевать клеевой шпатлевкой, в которой мел заменен каолином.

Бутадиенстирольные водно-дисперсионные краски обладают повышенной щелочестойкостью, морозостойкостью и долговечностью. Грунтовка поверхности производится той же краской, разбавленной 1:1. Краски этой группы образуют долговечные покрытия, не уступающие по свойствам эмалям.

Перед покрытием стен, покрытых ранее масляными красками или эмалями, поверхность необходимо промыть мыльной водой, загрунтовать разбавленной краской (по эмали) или олифой (по масляной краске). Наносить краску удобнее с помощью поролонового валика или краскораспылителя.

Водно-дисперсионные акриловые краски (отечественная маркировка ВД-АК) образуют блестящие, сравнительно водостойкие покрытия. По внешним параметрам они схожи с поливинилацетатными красками. Однако акриловые краски практически вытеснили ранее широко распространенные водно-дисперсионные поливинилацетатные краски, часто называемые водэмульсионкой, поскольку являются прочнее, долговечнее (примерно в 2 раза), меньше электризуются и, наконец, экологически чище.

Масляные краски представляют собой смесь пигментов, наполнителей и олифы – искусственной или растительной и продаются в густотертом или в готовом к употреблению виде.

Густотертые масляные краски представляют собой полуфабрикаты в виде густых паст – затертых на олифе пигментов разных цветов. До малярной вязкости их доводят на месте работы, разбавляя олифой или разбавителем. Готовые краски перед употреблением тщательно перемешивают, чтобы не было осадка.

На качество масляного покрытия и, в первую очередь, на его долговечность влияет тонкость помола пигментов, используемых при изготовлении краски. Чем тоньше размолот пигмент, тем выше прочность, укрывистость, яркость и механическая прочность.

Большое значение также имеет качество применяемой олифы. Наряду с масляными в значительно больших объемах выпускаются краски на глифталевых и пентафталевых связующих, реже ксифталевых.

Густотертую масляную краску иногда разводят скипидаром, но поверхность, окрашенная ею, будет матовой, а не блестящей. Добавляя скипидар к краске, разведенной олифой, можно регулировать степень гляцевитости покрытия. Гляцевитость и прочность улучшается, если поверхность, окрашенную масляной краской, покрыть масляным лаком, но ни в коем случае не нитролаком, иначе прежний слой краски начнет трескаться и пузыриться.

Краски масляные и алкидные, готовые к употреблению, выпускают для внутренних и наружных работ по окраске деревянных, металлических и оштукатуренных поверхностей (за исключением полов). Краски разведены на растительной, глифталевой, пентафталевой и ксифталевой олифах.

Алкиды получают путем реакции между кислотой и спиртом. Часто их разделяют на группы в зависимости от их «масляной длины». «Масляная длина» выражается отношением количества масел к другому сырью, использованном в процессе. Вы, возможно, слышали выражения *короткие, средние и длинные алкиды*.

Алкиды часто модифицируют путем добавления других типов связующих для придания специальных свойств. Наиболее

часто используют такие связующие, как хлоркаучук, винилы, силиконы и уретаны.

Ранее применялось большое количество красок на основе льняного масла, свинцовый сурик и алкидный свинцовый сурик для стальных конструкций. Раньше краски на основе свинцового сурика широко использовались для защиты стальных конструкций. Проблемы вреда для здоровья в процессе нанесения и эксплуатации потребовали отказа от этих красок.

Алкидные краски часто используются в качестве антикоррозионных для строений в не очень агрессивной атмосфере.

Алкидные краски подвержены обмылению, они размягчаются в воде и практически не применяются для окрашивания подводных конструкций. Они не очень стойки к растворителям и химическим реагентам. Вместе с тем, они легко наносятся и показывают хорошую долговечность на открытом воздухе. Ввиду их склонности к обмылению они не рекомендуются к нанесению на гальванизированные стали и стали, покрытые цинкнаполненными покрытиями, предназначенными для использования во влажной атмосфере.

Нанесение может осуществляться безвоздушным распылением, валиком или кистью.

Перед началом работы краски хорошо перемешивают в течение 5 – 15 минут. В случае необходимости до рабочей консистенции или для огрунтования краски разбавляют уайт-спиритом, растворителем РС-2 или скипидаром в количестве не более 5% массы.

Краски, готовые к применению, наносятся кистью, валиком или краскораспылителем. Расход красок, готовых к применению: 150 – 200 г/кв.м. Время высыхания: 24 часа. Наружные покрытия в 2 слоя по металлу предохраняют покрытия в умеренном климате не менее года.

Гарантийный срок хранения красок – 6 месяцев со дня изготовления. Упаковка: емкости от 0,5 до 3 л. На баночных этикетках указаны назначение краски, цвет, расход на 1 кв.м поверхности при покрытии в 1 и 2 слоя, применяемые разбавители и др. Эти указания следует строго выполнять.

Эпоксистеровые краски

Этот тип красок не следует отождествлять с эпоксидными. Эпоксистеры относятся к алкидам и сохнут по принципу кислородного окисления. Они однокомпонентные.

Это быстросохнущие краски и более прочные, чем алкидные. Могут наноситься безвоздушным распылением, валиком или кистью.

Хлоркаучуковые краски

Хлоркаучук представляет собой синтетический беловатый порошок и является продуктом реакции природного каучука и хлора. Хлоркаучук используется в качестве связующего в красках и растворяется в ароматических углеводородах типа кетона и хлорных углеводородах.

Хлоркаучуковые краски сохнут путем испарения растворителя, в процессе сушки не протекают какие-либо химические реакции. Краска может быть повторно растворена при нанесении следующего слоя.

Краски могут быть пигментированы алюминиевыми чешуйками, которые образуют в структуре краски «кирпичную кладку», что повышает сопротивляемость краски.

Хлоркаучуковые краски широко используются в химической промышленности, как морские покрытия и т.п. Их стойкость к растворителям невысока, но они пригодны для растительных и животных жиров, поскольку обладают достаточной стойкостью к кислотам и щелочам.

Хлоркаучуковые краски являются так называемыми термопластичными, то есть становятся мягкими при повышении температуры и твердеют при ее понижении. Эти краски выдерживают температуры до 60 °С, при дальнейшем повышении температуры существует риск того, что краска начнет разлагаться и выделять пары соляной кислоты.

У этих красок слабая сохранность глянца, и они имеют тенденцию к пожелтению на солнечном свете. Для улучшения свойств на открытом воздухе верхний слой часто делают винилово-акриловым.

Виниловые краски

Виниловые краски достаточно родственны по свойствам хлоркаучуковым, и сохнут путем испарения растворителей.

Связующее синтетическое и растворяется в ароматических углеводородах типа кетона. Виниловые краски подвержены повторному растворению, но их стойкость к растворителям несколько выше в сравнении с хлоркаучуковыми, но не стойки к сильным растворителям типа ксилена и кетона. Сухой остаток этих красок невысокий и часто не выше 30 – 35%. Это вызывает необходимость наносить более одного слоя для обеспечения потребной толщины покрытия. В порядке снижения количества летучих органических соединений (VOC) во многих странах виниловые и хлоркаучуковые краски будут запрещены к применению с 2000 года.

Виниловые краски широко используют во многих отраслях промышленности. У них хорошая стойкость к органическим растворителям. Они также стойки к воде, нефти и спиртам. Ранее винилы широко применялись для окраски платформ поверх цинксиликатных грунтов, но сегодня там преобладают эпоксидные / полиуретановые покрытия.

Краски выдерживают температуры приблизительно до +60 °С, при повышении температуры существует риск разложения краски с выделением паров соляной кислоты.

Сохранность глянца невысока, и они имеют тенденцию к пожелтению на солнечных лучах. Для улучшения свойств покрытия на открытом воздухе окончательный слой часто делают акриловым или виниловоакриловым.

Это краски – с высоким содержанием растворителей, что может дать определенные проблемы в ветреную погоду, например, в потере растворителя и образовании мелких «шпилечных» отверстий.

Для применения для подводных районов наиболее часто используют виниловокаменноугольные краски. Добавление каменноугольной смолы в виниловые краски улучшает водостойкость, и краска может наноситься на хуже подготовленную поверхность.

Битумные краски

Битумные краски также сохнут путем испарения растворителей. Эти краски обычно коричневого или черного цвета, и в соответствии с этим чаще всего используются для подводных районов. Битумные краски не очень подходят для выдержки на открытом воздухе и подвержены мелению.

Битумные краски хорошо известны и все еще широко применяются для окраски подводных районов. Многие годы их интенсивно использовали для окраски балластных танков, но сейчас их применение для этих целей существенно сокращено.

Краски после высыхания остаются относительно мягкими, при использовании твердых красок поверх битумных подвержены растрескиванию, и, в зависимости от цвета верхнего покрытия, возможно проступание смол сквозь верхний слой (блидинг).

Эпоксидные краски

Эпоксидные краски образуют очень прочные и упругие пленки и обладают высокой стойкостью ко многим агрессивным средам. Чистые эпоксиды обычно разделяют на несодержащие растворителей, краски на основе растворителей. Основной компонент эпоксидных красок состоит из эпоксидных молекул разной длины.

Эпоксиды, не содержащие растворителей, часто низкомолекулярные с малой длиной молекул. Краски такого типа могут стать причиной развития экзема.

Эпоксиды на основе растворителей часто высокомолекулярные и имеют большую длину молекул. Этот тип эпоксидов содержит сильные растворители.

В эпоксидных красках применяются различные типы отвердителей. Наиболее часто используемые из них:

- полиамины
- полиамиды
- изоцианаты

Различные отвердители обеспечивают краскам различные свойства.

Полиамины придают покрытиям твердость и прочность пленки и высокую стойкость к кислотам и щелочам. Они очень летучи и реактивны, т.е. имеют малую живучесть и время отверждения. Они реагируют с двуокисью углерода и влагой воздуха с образованием аминокарбомитов, именуемых термином «аминное покраснение». Эти белесые продукты должны быть удалены до нанесения следующего слоя до степени, пока не перестанут ощущаться на поверхности как слегка липкие участки, именуемые «аминным отпотеванием».

Они должны удаляться любыми растворителями или слегка теплой пресной водой.

Полиамиды несколько проще в применении, чем полиаммины. Они имеют достаточную живучесть и более простые требования по перемешиванию. Основа и отвердитель после смешивания требуют определенного времени индукции до нанесения. Такие покрытия также обладают высокой вязкостью.

Полиизоцианаты применяют как в эпоксидных, так и в полиуретановых покрытиях. Реакция протекает достаточно быстро, определяя тем самым малую живучесть и короткое время полимеризации. Твердая пленка имеет хорошую эластичность и барьерные защитные свойства. Изоцианаты реагируют с водой, поэтому краски, использующие такой отвердитель, чувствительны к воде.

Эпоксидные краски широко применяются как в офшорной, так и в химической промышленности – они дают хорошую защиту от агрессивных сред в течение длительного времени. Эпоксидные краски стойки к большинству растворителей, кислотам и щелочам.

Выдержка на открытом воздухе в течение длительного времени вызывает меление поверхности, поэтому часто верхний слой краски делают алифатическими полиуретанами для длительного сопротивления воздействию солнечных лучей.

Краски обычно наносятся безвоздушным распылением, валиком или кистью. Важно не забывать о времени живучести краски, если наносится более одного слоя (максимальное время для перекрытия). Если время для перекрытия превышено, то поверхность должна быть зашкурена (прошкурена) до нанесения следующего слоя. Применяемое для этого оборудование, конечно, весьма разнообразно и зависит от конструкции. Возможно использование наждачной бумаги или струйной обработки при низком давлении.

Когда краска наносится при помощи безвоздушного распыления, очень важно очистить полностью оборудование по окончании работ. Если этого не сделать своевременно, то существует опасность полимеризации внутри шлангов и установок.

Каменноугольноэпоксидные, или эпоксиднокаменноугольные, краски

Каменноугольноэпоксидные, или эпоксиднокаменноугольные, краски являются двухупаковочными эпоксидными красками, модифицированными каменноугольными смолами. Использование каменноугольных смол дает краскам определенные преимущества:

- хорошая эластичность;
- хорошая водостойкость.

Этот тип красок имеет преимущества перед эпоксидными, обладающими хорошей стойкостью к химическим веществам и растворителям. Эпоксиднокаменноугольные краски не содержат пигментов, предотвращающих коррозию, и обеспечивают стали только барьерную защиту.

Каменноугольноэпоксидные краски часто используют для погруженных в морскую воду конструкций и для защиты балластных танков. Эти краски высокостойкие к кислотам и щелочам. Отвердители, используемые в каменноугольных эпоксидах, различны и более или менее однотипны с отвердителями для чистых эпоксидов.

Каменноугольные эпоксиды восприимчивы к воздействию солнечного света, что выражается в их мелении и становлении хрупкими. Наиболее традиционные цвета – черный и коричневый, хотя возможны светлые цвета для специально освещенных типов краски. Перекрытие к.у. – эпоксидных красок светлыми цветами сопровождается проступанием смол (блидинговая диффузия) через следующий слой с изменением его цвета.

Наносятся обычно безвоздушным распылением. Обладают максимальным временем для перекрытия. Перекрытие должно осуществляться в течение периода. Если это время превышено, то поверхность должна быть загрублена перед нанесением следующего слоя.

Эпокси- и полиуретаномстики

Эпокси- и полиуретаномстики являются двухкомпонентными красками с высоким процентом сухого остатка. Обычно – 85 – 90%. Продукты являются достаточно новыми и многие материалы являются мастиками, пигментированными алюминием

и слюдой оксида железа. Оба эти пигмента снижают проникновение кислорода и влаги сквозь покрытие.

Мастики ранее назывались «терпимыми к ржавчине» красками, что говорило о том, что эти материалы не требовали полного удаления всей ржавчины и других посторонних веществ. Необходимо только помнить, что мастики не следует наносить на поверхности с толстыми слоями ржавчины, либо покрытые жирами или маслами. Эти краски прекрасно проявляют себя поверх очищенной стали, не имеющей на поверхности растворимых загрязнений типа хлоридов.

Эпоксидные краски, не содержащие растворителей

Использование эпоксидных красок, не содержащих растворителей, дает возможность выполнять покрытия с высокой толщиной слоя. Необходимо помнить о времени для перекрытия.

Не содержащие растворителей эпоксиды имеют много назначений для применения. Некоторые используются для окрашивания танков пресной воды. Специальные типы используют как покрытия для танков. Они в основном содержат очень малое количество либо не содержат совсем горючих растворителей, что позволяет снизить пожароопасность и вред для здоровья.

Специальные типы мастиков применяют для ремонтных работ на подводных районах. Такие покрытия должны обладать хорошими свойствами и вытеснять воду.

Полиэстеровые краски, наполненные стеклянными чешуйками

Ненасыщенные полиэстеры растворяются в сильных растворителях типа стирена. При добавлении акселератора (пероксида) покрытие быстро сохнет. Эти типы красок и покрытий часто улучшают путем добавления стеклянных чешуек.

Эти типы покрытий обычно имеют небольшое количество воска для снижения кислородного окисления и испарения растворителей из краски.

Обычно эти покрытия наносят за один слой с толщиной 1000 – 1500 мкм, но иногда наносят и большее количество слоев. Возможно возникновение проблем с адгезией между слоями, возникающих по причине наличия воска на поверхности. Время для перекрытия очень небольшое, от 3 до 12 часов

при температуре 23 °С. Если время для перекрытия превышено, то поверхность должна быть промыта растворителем.

Улучшенные полиэстеры часто применяют для окрашивания небольших судов. Однако в сочетании с коррозионной защитой эти покрытия часто используют при очень жестких условиях. Защита, обеспечиваемая полиэстерами, это чистая барьерная защита.

Растворители в этом типе красок – сильные и химические процессы протекают при смешивании трех компонентов. После начала экзотермической реакции выделяется большое количество теплоты. Реакция может протекать настолько интенсивно, что возможно воспламенение краски в банке.

Нанесение производится специальными установками с широкими шлангами и большими соплами. В основном используют сопла от 0.040 до 0.050 дюйма.

Силиконовые краски

Силиконовые краски часто представляют как краски с комбинацией кремния (стекла) и органического связующего. Связующее зачастую достаточно дорогое и краски часто модифицируют другими типами связующих.

Силиконово-алкидные краски обычно обладают большей водостойкостью, чем обычные и модифицированные алкиды. Жаростойкость некоторых силиконов уникальна. Некоторые из них способны в течение короткого времени выдерживать температуры 500 – 600 °С. Другие типы используемых связующих – это силиконово-акриловые и алюмо-силиконовые. Последние часто используют как связывающий слой (силер) для стали с термальным напылением алюминия.

Водоосновные (дисперсные) покрытия

Имеется множество защитных покрытий, использующих разные типы связующих. Самой крупной группой являются водные дисперсии акрилов или комбинации акрилов с другими.

Связующие дисперсны, то есть представляют собой дисперсию мелких частиц или сфер в воде. Размер сфер обычно менее 1 мкм. Применение водоосновных красок постоянно повышается ввиду ужесточения требований по охране окружающей среды. Количество растворителей должно быть снижено.

Объем летучих органических соединений может быть снижен путем использования красок с высоким сухим остатком или применением водоосновных материалов. Однако использование водоосновных красок не избавляет полностью от проблем. Некоторое количество растворителей все еще применяется в этих красках, при нанесении присутствует большое количество пыли (аэрозоли), что требует определенной защиты.

Некоторые водоосновные покрытия имеют в своем составе эпоксидные смолы, что может стать причиной развития экзем.

Краски этого типа наносятся на струйно очищенную сталь с хорошим результатом как внутри цехов, так и на открытом воздухе в присутствии различных агрессивных сред. Эти краски не рекомендуются для окрашивания подводных районов или районов с повышенной влажностью.

Краски обычно наносятся на грунты, содержащие предотвращающие коррозию пигменты, в один или несколько слоев. Окончательный слой может быть акриловым в зависимости от области применения.

Важным аспектом при нанесении водоосновных красок является относительная влажность воздуха. При повышенной влажности замедляется испарение растворителя (воды), что может вызвать ржавление поверхности, приводящей к «пятнистости» краски. В пленке появятся небольшие красные или коричневые пятна. Поскольку фактически растворителем является вода, то существует нижний температурный предел для нанесения, обычно не ниже +5 °C.

Эмалевые краски для высококачественных покрытий. Они состоят из пигментов и наполнителей, перетертых с различными лаками с добавлением растворителя и сиккативами. В отличие от масляных красок, с помощью эмалей можно получить глянцевую и даже зеркальную поверхность. Эмалевые покрытия в отличие от покрытий масляными красками более долговечны, светостойки и устойчивы к влиянию окружающей среды. Область применения эмалей достаточно широкая и зависит от марки и специфического назначения краски. В продажу они поступают в готовом виде.

Эмали на основе фенола предназначены для пола, изготавливаются на фенольном лаке и используются только для

окраски полов. Имеют более высокие качественные показатели по сравнению с пентафталевыми эмалями для пола по скорости, высыхания, твердости, блеску, износостойкости. Наносятся в 1-2 слоя кистью или валиком. Из-за ограниченности ресурсов объем выпуска эмалей на фенольных лаках невелик.

Нефтеполимерные эмали представляют собой суспензию пигментов и наполнителей.

Могут применяться для окраски поверхностей, ранее окрашенных масляными и алкидными красками и эмалями. Не допускается смешивание эмалей с другими лакокрасочными материалами.

Кремний-органические эмали представляют собой взвеси пигментов и наполнителей в кремнийорганическом лаке, в который добавлен растворитель. Эти эмали относятся к числу наиболее атмосферостойких красок, предназначенных для наружной окраски зданий; прекрасно держатся на бетоне, штукатурке, картоне, металле, дереве, полимерах, стекле; отличаются хорошим, блеском и высокой чистотой тона. Кремний органические эмали стойки к воздействию щелочей, резких перепадов температуры и влаги, хорошо защищают металлические поверхности от коррозии. Их рекомендуется использовать для окраски радиаторов отопления, труб и арматуры. Эмалями также можно окрашивать полы из линолеума.

Поверхность под окраску кремний-органическими эмалями подготавливают так же, как под окраску алкидными красками. В некоторых случаях можно обойтись без грунтования и наносить эмаль на хорошо очищенную поверхность. Кремнийорганические эмали токсичны, при работе с ними необходим особую осторожность.

Летучие смолянистые эмалевые краски – разновидность эмалевых красок, представляющие собой суспензию пигментов в летучесмоляных составах (типа лака). Высыхание пленки в таких красках происходит вследствие испарения летучего растворителя и одновременного отверждения связующего (смолы) на поверхности. К летучесмоляным краскам относятся нитроглифталевые, нитроцеллюлозные, перхлорвиниловые и другие.

Нитроэмалевые (эфироцеллюлозные) краски – быстро сохнущие материалы, представляющие собой смесь нитро-

клетчатки (нитроцеллюлозы), летучего растворителя, пластификатора и пигмента. Нитроцеллюлозные краски и лаки имеют сравнительно низкую адгезию к металлу, поэтому их наносят только на грунт. Наиболее благоприятная для окраски температура – 15 – 20 °С. Если она ниже, краска плохо растушевывается, а если выше – окрашенные поверхности слишком быстро высыхают. Нитроцеллюлозные материалы образуют тонкие пленки, поэтому их необходимо наносить несколькими слоями.

Цинконаполненные краски

Органические цинконаполненные краски

Наиболее часто сегодня применяются типы цинковых красок на основе эпоксидных связующих. В то же время используют и другие типы связующих, такие как полиуретановые, виниловые и хлоркаучуковые. Во избежание омыления цинка важно, чтобы краска была щелочестойкой.

Эпоксидное связующее в краске выступает в роли изолятора, и в порядке обеспечения определенной катодной защиты применением цинкэпоксидных красок, количество цинка в краске должно быть высоким. Должен быть обеспечен контакт между частицами цинковой пыли и стальной подложкой для достижения этого эффекта.

В офшорной индустрии многие верфи используют цинкэпоксидные грунты из-за проблем с отверждением цинкэтилсиликатных грунтов. Процесс отверждения цинкэпоксидных грунтов намного проще и производственный цикл короче.

Цинкэтилсиликатные грунты

Цинкэтилсиликатные грунты также двухкомпонентные. Одна банка цинковой пыли перемешивается со связующим перед применением. В отличие от цинкэпоксидных красок связующее (этилсиликат) электропроводно, и краска обеспечивает стали катодную защиту в течение длительного времени. Эти краски также обладают хорошей стойкостью к абразивному износу. Цинкэтилсиликатные краски до сих пор широко применяются в сочетании с верхними покрытиями или без них.

В отличие от большинства других красок механизм отверждения цинк-этилсиликатных очень специфичен. Для быстрого отверждения они требуют определенной температуры и высо-

кой относительной влажности. Влажность должна поддерживаться в течение нескольких часов после нанесения грунта. Наилучший путь для отверждения этого типа красок – использование пара – горячего влажного воздуха. Испытания, проведенные широко во всем мире, показали проблемы, связанные с отверждением цинкэтилсиликатных красок. Вы, возможно, уже знакомы с проблемой растрескивания цинкэтилсиликатных красок при небольшом растягивающем усилии. Скорей всего, это не полностью отвержденный грунт.

При наличии механических повреждений покрытия до металла цинк будет обеспечивать катодную защиту стали. Часто поверх цинкэтилсиликатных грунтов наносят эпоксидные и виниловые краски.

Цинкгидроксильносиликатные краски

Цинкгидроксильносиликатные краски содержат водорастворимое силикатное связующее. Силикат цинка образуется в результате реакции между цинком и связующим. Во время этого процесса на поверхности образуется щелок (ОН-). Поэтому он должен быть смыт водой до перекрашивания.

Щелочные силикаты очень крепкие и прочные во многих агрессивных средах. На открытом воздухе они немного поражаются под воздействием атмосферы и солнечных лучей. Однако они не разрушаются при действии органических растворителей типа кетона, хлорных углеводородов и т.п. Но имеют слабую стойкость к действию кислот и щелочей.

Во многих случаях эти краски применяют внутри танков и хранилищ сырой нефти, перекачивающего топливного оборудования. Они также жаростойки приблизительно до +400 °С. Наносятся обычно воздушным распылением.

Противообрастающие краски

Если подводная часть конструкции окрашена, то она в воде будет обрастать микроорганизмами. Существует множество типов обрастания, но часто их разделяют на основные группы:

- водоросли;
- ракушки.

Степень обрастания зависит от температуры воды. В тропических водах обрастание происходит в течение всего года, а в холодных районах только в летний период. Температура воды и

солнечный свет так же, как и соленость воды, влияют на интенсивность обрастания.

В порядке предотвращения обрастания окрашенных подводных районов обычно наносят противообрастающие краски поверх окончательного покрытия. Противообрастающие краски выделяют яды, поэтому микроорганизмы не прикрепляются к поверхности.

Основными ядами в противообрастающих красках являются оксиды меди и органометаллические соединения, такие как оксид трибутилолова (ТБТ). Законодательством многих стран содержание трибутилолова в противообрастающих красках должно быть исключено. Сегодня эти яды допускаются только при окрашивании судов с длиной менее 25 метров.

Обычные противообрастающие краски на основе водорастворимых матриц

Обычные противообрастающие краски основаны на природных смолах. Связующее, как и яд, частично растворяется в воде. Такие типы противообрастающих красок часто называют классическими.

После их нанесения существует большой риск растрескивания этих красок, поэтому они должны наноситься незадолго до спуска судна на воду в соответствии со временем сушки.

Обычные противообрастающие краски предназначены для работы в течение 6 – 12 месяцев.

Долгоживущие или контактные противообрастающие краски

Связующее в этих красках нерастворимо или полурастворимо.

Нерастворимая часть связующего часто хлоркаучуковая смола или винил. В морской воде ядовитая часть связующего и его растворимая часть вымываются из красочной пленки, оставляя скелет из нерастворимой части. Диффузия яда становится слишком слабой для обеспечения противообрастающих свойств и краска перестает работать.

Работоспособность слоя краски с толщиной 150 мкм около 16 – 24 месяцев.

Несколько лет назад специальные соединения назывались реактивными противообрастающими красками. Они наноси-

лись кистью под водой для «обновления» старого слоя краски. Процесс нужно было повторять достаточно часто – как минимум ежегодно.

Самополирующиеся противообрастающие краски

Противообрастающие краски этого типа основаны на органометаллических полимерах, очень часто – на сополимерах акрилата трибутилолова. В морской воде выделяется органиолово. Такие краски обеспечивают защиту от обрастания и гладкость корпуса. Поскольку нет нерастворимых матриц, то токсичный материал все время работает.

Процесс выделения токсинов в этих красках достаточно линейный, что обеспечивает для толщины покрытия 150 мкм работоспособность в течение 3 – 5 лет.

Многослойные (сэндвичевые) покрытия

Наслаивание краски в процессе нанесения следующих слоев при выполнении ремонтных работ может вызвать в итоге отслаивание покрытия. Часто такого рода покрытия называют «сэндвичевыми». При частичном удалении их только в отдельных участках мы получим довольно неприглядный внешний вид и большую шероховатость поверхности.

Слишком большая шероховатость корпуса вызывает дополнительные силы сопротивления морской воды, для преодоления которых потребуется увеличение расхода судном.

Зависимости от механизма сушки или отверждения

Краски могут быть разделены на три группы в зависимости от механизма сушки или отверждения; например:

- краски физической сушки;
- краски кислородной сушки;
- краски химического отверждения.

Краски физической сушки

Процесс сушки в этом типе красок состоит исключительно из испарения растворителей/дилуентов и разбавителей. Большинство растворителей являются быстролетучими, что делает процесс сушки достаточно быстрым.

Типовым для красок физической сушки является то, что сухой слой повторно растворяется исходным растворителем. Когда наносится второй слой, то предыдущий размягчается и частично растворяется, и происходит перемешивание обоих слоев.

Слишком толстый второй слой может вызвать потеки. Смешивание слоев делает затруднительным замеры толщины мокрого слоя для наносимого покрытия.

Краски физической сушки могут наноситься при низких температурах, даже ниже нуля (рис. 1.1.). При этом подложка должна быть сухой и свободной ото льда. При пониженных температурах процесс испарения растворителей замедляется.

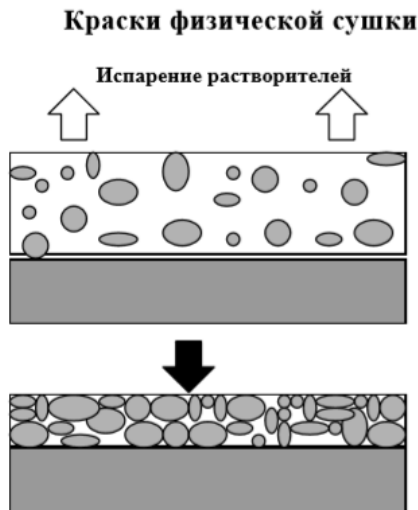


Рис. 1.1. Испарение растворителей при физической сушки ЛКМ

Краски кислородного окисления

Высыхание таких красок заключается в химической реакции захвата кислорода воздуха. Растворители добавляются для испарения после нанесения, но окончательное высыхание является результатом реакции между связующим и кислородом (рис. 1.2.).

Характерным для красок кислородного окисления является то, что такие краски однокомпонентные. После высыхания они не растворяются в первоначальных растворителях. В то же время сильные растворители могут вызвать проблемы лифтинга этих красок. Новые и старые краски кислородного окисления,

такие как алкидные, могут начать отслаиваться (вздуваться), когда поверх них нанесены краски физической сушки или химического отверждения, содержащие сильные растворители. нижний слой не будет растворен, но адгезия последующего слоя к подложке будет потеряна.

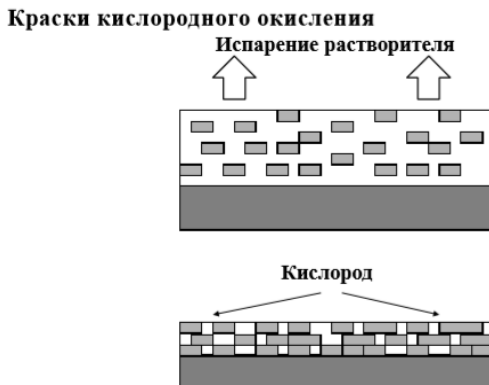


Рис. 1.2. Испарение растворителей при кислородного окисления ЛКМ

Процесс высыхания красок кислородного окисления замедляется при понижении температуры. Некоторые из этих красок могут наноситься при $+5^{\circ}\text{C}$ или даже при 0°C .

Краски химического отверждения

Процесс сушки таких красок заключается в химической реакции между связующим (основой) и отвердителем. Перед применением основа и отвердитель должны быть перемешаны и должна начаться химическая реакция. Очень важно, чтобы компоненты были смешаны в соответствующей пропорции, указанной производителем краски. Смешивание компонентов должно происходить непосредственно перед применением. Отверждение таких красок включает в себя как химическую реакцию между компонентами, так и испарение растворителей, начинающихся сразу после смешивания компонентов. Как правило, эти краски должны быть использованы в течение короткого времени после приготовления; это время называют *сроком живучести*. При повышении температуры время живучести сокращается (рис. 1.3).

Типовым для красок химического отверждения является то, что они двухкомпонентные (двухупаковочные) краски и иногда трехкомпонентные. После отверждения эти краски формируют пленки, не подверженные действию растворителей.

Процесс отверждения таких красок замедляется при понижении температуры. Без придания каких либо специальных свойств эпоксидные краски наносятся при температурах до +10 °С, а полиуретановые – до 0 °С. При использовании специальных отвердителей эти краски могут отверждаться и при температурах ниже нуля.



Рис. 1.3. Испарение растворителей при химическом отверждения ЛКМ

Эпоксидные эмали на основе эпоксидных смол. Обладают хорошей адгезией к различным подложкам, высокой водо и щелочестойкостью. Материалы на основе эпоксидных смол не обеспечивают высокую атмосферостойкость и при воздействии, например, солнечного облучения, их покрытия могут разрушаться. По декоративным свойствам эпоксидные покрытия уступают многим покрытиям на основе других синтетических пленкообразующих.

Растворы пленкообразующих веществ в органических растворителях или воде называют *лаками*. После высыхания эти растворы образуют на окрашенной поверхности твердую прозрачную (бесцветную или цветную) пленку – лаковое покрытие. По цвету пленки лаки бывают светлые, темные, черные и матовые.

Лаки используют для получения прозрачных покрытий с одновременной защитой и сохранением текстуры древесины либо качестве последнего слоя в системе многослойного покрытия для придания ему красивого внешнего вида или повышения эксплуатационных свойств.

Большое значение при эксплуатации имеет прочность сцепления лакокрасочного покрытия с поверхностью древесины – так называемая адгезия. Обуславливается она, прежде всего, качеством лакокрасочных материалов, условиями их нанесения и сушкой покрытия. Высокой адгезии можно добиться только при условии применения в отделке однородных составов: нитролака по нитрогрунту, масляного лака по масляному грунту и т.д. В противном случае отделочный слой быстро растрескивается, а затем отслаивается.

В настоящее время основным способом достижения прозрачной отделки является лакирование. Для забивки пор при лакировании и поливании в фабричных условиях применяют различные порозаполнители (следующая операция после грунтовки). Но в домашних условиях при ограниченном объеме отделочных работ можно обойтись и без этих материалов. Хорошим порозаполнителем при прозрачной отделке служит сам лак.

Лаки по характеру образования пленки делятся на 2 группы: образующие пленку только за счет улетучивания растворителей (например, спиртовые, нитроцеллюлозные) и образующие пленку в результате химических реакций полимеризации и поликонденсации, после которых они переходят в нерастворимое состояние (например, масляные, полиэфирные, полиуретановые, мочевиноформальдегидные).

Спиртовые лаки получают в результате растворения природных смол (шеллака, идитола, сандарака, канифоли) в высокоградусном спирте концентрацией 30 – 45%. Спиртовые политуры получают аналогично концентрацией 15 – 25%. Благодаря большой скорости испарения спирта и малой скорости растворения смол можно наносить большое число слоев без разрушения предшествующих.

Эти составы дают покрытие с механической прочностью и адгезией, высоким блеском: покрытия хорошо полируются. Спир-

товые покрытия характеризуются низкой водостойкостью и от сырости быстро приходят в негодность. В современной практике их почти полностью вытеснили нитроцеллюлозные лаки.

Нитроцеллюлозные лаки по своему составу сходны с нитроэмалями, но не имеют красящего пигмента. Они образуют тонкие бесцветные пленки, имеют малую продолжительность сушки (1-2 ч). В основном, применяются для отделки древесины внутри помещений, в ряде случаев используются для лакирования изделий из металла в

Небольшая толщина образуемого при окраске слоя предусматривает нанесение нескольких слоев с промежуточной сушкой 0,5-1 ч. Покрытия нитролаков обратимые, стойкие к бензину, минеральным маслам, ограниченно водо-теплостойкие.

Нитролаки разделяются на лаки горячего нанесения (при температуре +70 -75°C) – НЦ-223, НЦ-225, и лаки холодного нанесения (при температуре +18 -23°C) – НЦ-216, НЦ-218, НЦ-221, НЦ-222, НЦ-224, НЦ-228, НЦ-243, НЦ-296 (бывший НЦ-316), НЦ-584. Лаки горячего нанесения используют и при обычной температуре, но наиболее качественное покрытие они дают при высокой температуре.

Нитролаки выпускаются глянцевые (НЦ-218, НЦ-223, НЦ-224, НЦ-584) и матовые (НЦ-222, НЦ-228, НЦ-243, НЦ-49), в банках, некоторые – в аэрозольных упаковках. Все перечисленные нитролаки можно наносить на поверхность изделий кистью, тампоном или методом распыления, а лак НЦ-243 можно также наносить наливом.

Перхлорвиниловые лаки представляют собой растворы перхлорвиниловой смолы в органических растворителях. Эти лаки применяются для покрытия по эмалевым грунтовкам стальных, бетонных и железобетонных конструкций с целью улучшения их антикоррозийных свойств и защиты их от агрессивных сред. Эти лаки вследствие большой токсичности их применяются лишь в помещениях, где люди находятся непродолжительное время.

Масляные лаки представляют собой растворы твердых природных и синтетических смол в высыхающих маслах с добавлением сиккативов и смеси летучих органических растворителей (скипидара, уайт-спирита и др.). Образуют прочную, эластич-

ную, атмосферостойкую пленку желтоватого цвета с сильным жестким блеском, не особенно украшающую изделие. Применяются для лакирования изделий, эксплуатируемых внутри помещений, например, для придания блеска изношенным покрытиям деревянных полов. К природным легкорастворимым смолам относятся копалы, янтарь, продукты переработки канифоли. Копаловый лак считается одним из лучших среди масляных лаков. В качестве основных компонентов используются высыхающие масла – льняное, конопляное, тунговое.

Алкидные лаки изготавливаются в широком ассортименте и наиболее распространены в быту. Пленки алкидных лаков твердые, прозрачные, слабо окрашенные, обладают хорошей адгезией к самым различным поверхностям, водостойки. В обиходе алкидные лаки называют масляными. Это неправильно. Конечно, при изготовлении алкидных смол применяются растительные масла, оказывающие значительное влияние на свойства конечного продукта, но по химическому составу и строению алкидные лаки отличаются от масляных, а по своим характеристикам существенно превосходят масляные.

Нефтеполимерные лаки существенно дешевле масляно-смоляных лаков. Выпускаются лаки марок НП-2129, НП-2130 и др.

Алкидно-карбомидные лаки с отвердителем образуют достаточно быстро высыхающие на воздухе пленки, отличающиеся повышенной твердостью, хорошей водо- и износостойкостью. Они применяются для лакирования паркетных полов, мебели, различных изделий из дерева, эксплуатируемых внутри помещений.

Полиэфирные лаки широко применяются при производстве мебели. С их покрытиями знакомы все (в быту их называют «полировкой»). Полиэфирные лаки являются многокомпонентными материалами, и при их нанесении требуется особая точность. Покрытия на основе этих лаков практически не дают усадки, так как растворитель (как правило, стирол) не улетучивается в процессе отверждения покрытий, а полимеризуется вместе с растворенной смолой. Полиэфирные лаки при высыхании образуют твердые пленки большой толщины, стойкие к воздействию различных реагентов и воды.

Полиуретановые лаки образуют пленки с высокой механической прочностью, износо-, водо- и атмосферостойкостью. По своим свойствам они близки к полиэфирным лакам, а по некоторым показателям превосходят их. Такие лаки наиболее дорогостоящие материалы, но высокие эксплуатационные свойства и длительный срок службы изделий компенсируют их высокую стоимость. Применение этих лаков требует тщательного соблюдения требований, указанных в инструкциях. Наносят их распылением и наливом с холодным отверждением или с нагревом до 45 – 50 °С.

Битумные лаки получают из битумов специальных марок с высокой температурой размягчения, к которым добавляют различные «присадки» (смолы и масла). При высыхании образуют черные полуглянцевые пленки, обладающие водостойкостью и стойкостью к некоторым химическим реагентам, однако их антикоррозионные свойства в атмосферных условиях недостаточно высоки. Некоторые марки лаков предназначены для окраски оград, решеток и других изделий, испытывающих интенсивное атмосферное воздействие. Часто применяются для временной защиты металла либо как грунтовочные под более ценные лакокрасочные покрытия с целью их экономии, так как они значительно дешевле других материалов. Иногда для улучшения качества покрытия в битумные лаки вводят олифу, масляную краску и даже краски на синтетических связующих.

Вспомогательные материалы

Лакокрасочные покрытия, как правило, выполняют сразу две функции – защитную и декоративную. Свойства красок в значительной степени зависят от их состава. Краски содержат связывающие вещества, пигменты, а также вспомогательные вещества: растворители, сиккативы, ускоряющие высыхание и многих других. Вспомогательные материалы применяют для приготовления окрасочных составов, шпатлевок, грунтовок либо используют при подготовительных работах. Обычно краски поступают в продажу в готовом виде.

Олифы – это, главным образом, переработанные растительные масла. Их применяют для получения лакокрасочных покрытий как самостоятельно (при грунтовании поверхности перед окраской), так и в качестве связующего в масляных

красочных составах: смеси с красочными пигментами (при приготовлении масляных красок) и различными смолами (при изготовлении масляно-смоляных лаков и эмалей). К олифам относят также растворы алкидных смол (алкидные олифы) и некоторых других органических соединений (искусственные или синтетические олифы). Качество олифы характеризуется цветом, прозрачностью, скоростью высыхания, долговечностью и эластичностью пленки.

Внешний вид и прочность покрытий при окраске масляными и алкидными красками в значительной степени зависят от качества олифы. В продажу поступают олифы различных сортов. По качеству их можно разделить на 2 группы: в первую входят олифы, пригодные для изготовления красок, как для внутренних, так и для наружных работ; ко второй группе относятся олифы, на которых можно приготовить краски только для внутренних работ. Лучшие, наиболее универсальные олифы – натуральная (льняная и конопляная), глифталевая, пентафталева. На основе олиф оксоль и комбинированных (марок К-2 и К-12) можно готовить только краски для внутренних работ. Комбинированные олифы К-3 и К-5 могут быть использованы для приготовления красок для наружных работ, хотя они уступают натуральной олифе. Несколько лучше по качеству комбинированная олифа К-4. Олифы различных сортов можно смешивать, но качество смешанной олифы будет при этом таким, как у худшей из взятых олиф.

Натуральные олифы состоят только из переработанных растительных масел и веществ, ускоряющих их высыхание, – сиккативов. В состав полунатуральных и искусственных олиф входят, кроме того, органические растворители, которые регулируют вязкость олиф. В качестве растворителей применяют преимущественно бензин-растворитель (уайт-спирит), скипидар и сольвентнафту. Натуральная олифа очень дорога, поэтому применять ее целесообразно для окраски поверхностей, подверженным атмосферным воздействиям и для изготовления стекольной замазки.

Переработка растительных масел в олифы заключается в их термообработке и введении сиккативов. Растительные масла (даже высыхающие) непригодны для приготовления масляных

лаков и красок. Высыхание их продолжается слишком долго (например, льняное масло – 6 – 8 дней), а образующиеся пленки имеют недостаточную влагостойкость и пониженные механические свойства. Это объясняется содержанием в них низкомолекулярных соединений, окисление которых продолжается к тому же и в высохшей пленке. В результате продолжающегося окисления, например, пленка льняного масла через 30 – 40 дней постепенно желтеет и растрескивается. При нагревании растительных масел до 150 °С (совместно с сиккативами – 2 – 4%) идет процесс полимеризации молекул масла, образуются высокомолекулярные соединения, которые обеспечивают быстрое высыхание (12 – 24 ч.), а высохшей масляной пленке высокую влагостойкость и повышенные механические свойства. Получаемые таким путем натуральные олифы дают пленки, которые после высыхания окисляются в значительно меньшей степени, чем пленки из сырых масел, а поэтому сохраняют эластичность и не становятся хрупкими более длительное время. В то же время эти пленки имеют повышенный блеск.

Натуральные олифы (льняные и конопляные). Не содержат растворителей. Их вырабатывают почти исключительно из высыхающих растительных масел, главным образом льняного и конопляного. Лишь иногда к ним добавляют полувысыхающие масла (подсолнечное) и подвергают их совместной варке. Льняные олифы имеют светло-желтый цвет и пригодны для приготовления белых и светлых цветных масляных красок... Цвет конопляных олиф значительно темнее.

Окисленные (оксидированные) олифы – льняную и конопляную – получают прогреванием масла при температуре 150 – 160 °С с перемешиванием и продуванием через него воздуха и с добавлением сиккатива. При получении полимеризованной льняной олифы температуру доводят до 260 – 280 °С (без доступа воздуха). Полученные олифы имеют более высокую вязкость, чем сырое масло, что обусловлено испарением влаги и процессами окисления и полимеризации молекул масла. Пленки льняной полимеризованной олифы имеют хороший блеск и повышенную прочность, но цвет их более темный, чем у льняной окисленной олифы, что обусловлено применением более высоких температур.

Полунатуральные олифы (оксоль) получают путем растворения сильно уплотненного масла в летучем органическом растворителе. Для производства полунатуральных олиф можно использовать невысыхающие и полувысыхающие пищевые масла (хлопковое, подсолнечное, соевое, касторовое), непригодные для натуральных олиф. В процессе получения олифы натуральные растительные масла подвергнуты еще более существенным химическим изменениям в результате сильной (жесткой) термической обработки или добавления химических реагентов, вызывающих переэтерификацию молекул масла. Чаще всего применяется оксидация в присутствии сиккативов путем продувания воздуха при 130 – 150 °С. Происходящая при этом полимеризация позволяет получить оксидированные олифы (оксоли). Полученная густая масса доводится до малярной концентрации на заводе добавлением примерно равного (по массе) количества растворителя. Полунатуральные олифы высыхают в результате испарения растворителя, а также взаимодействия масла с кислородом воздуха. Полунатуральные олифы уступают натуральным по показателям прочности и атмосферостойкости пленки, поэтому их применяют в основном для внутренних малярных работ.

Полунатуральные олифы представляют собой продукты глубокой термической и химической переработки растительных масел и других жидких жиров. Они содержат сиккативы и определенное количество растворителей (до 45 – 50%). Их подразделяют на уплотненные олифы (Оксоль и др.), алкидные (переэтерифицированные-глифталевая и пентафталевая) и комбинированные.

Уплотненные олифы в отличие от натуральных получают путем более длительной термической обработки масел и при более высоких температурах (полимеризованные – до 300 °С).

Сильные химические изменения при варке масла сопровождаются повышением кислотного и понижением йодного числа, что обуславливает недостатки уплотненных олиф. Однако они имеют более высокую полярность, чем натуральные олифы, поэтому лучше смачивают частицы пигментов в красках.

Для снижения высокой вязкости уплотненные олифы разбавляют уайт-спиритом (до 45% массы олифы). Содержание в

них уплотненных масел составляет, как правило, не менее 90% массы нелетучей части олифы. Ассортимент уплотненных олиф – льняная полимеризованная, льняная оксидированная (олифа Оксоль) и др.

Алкидные (переэтерифицированные) олифы являются продуктами термохимической переработки (переэтерификации) полувысыхающих и невысыхающих растительных масел (хлопкового и др.). Переэтерификация их основана на частичном вытеснении спиртового или кислотного остатка в глицеридах жирных кислот более высокоатомным спиртом – пентаэритритом или двухосновной фталевой кислотой (фталевым ангидридом) или их смесью. Замена остатка трехатомного спирта глицерина в молекулах масла на остаток четырехатомного спирта – пентаэритрита и остатков одноосновных жирных кислот на двухосновные увеличивает число реакционноспособных групп масла и его способность к реакциям поликонденсации и полимеризации, т.е. способствует ускорению высыхания.

Получаемые путем переэтерификации алкидные олифы (глифталевые и пентоли) обладают высокой высыхающей способностью (могут заменять тунговое масло) и в большом количестве для замены натуральной олифы при приготовлении лаков и красок. Для снижения вязкости в них вводят растворители (до 50%). По своим свойствам глифталевая и пентафталевая олифы примерно равноценны уплотненным олифам, а в ряде случаев лучше их. Покрытия на основе глифталевой олифы более долговечны, чем покрытия на основе олифы Оксоль. Еще более высоким качеством характеризуются пентафталевые олифы. Их пленки имеют более высокие показатели твердости, водостойкости и атмосферостойкости.

Алкидные олифы перспективны, так как их применение приводит к сокращению расхода ценных пищевых растительных масел (льняного и конопляного) на производство олиф, причем получаемые на их основе пленки обеспечивают более длительную службу покрытий. В связи с этим производство натуральных и уплотненных олиф сокращается. Все более предпочтительными становятся методы химической переработки малоценных растительных масел (переэтерификация, эпоксидирование и др.).

Эпоксидированные масла (например, соевое масло, обработанное надмуравьиной кислотой для введения эпоксидных групп в молекулы масла по месту двойных связей) выполняют роль не только пленкообразователей, но главным образом пластификаторов, отвердителей и стабилизаторов многих синтетических лакокрасочных материалов.

Недостатком уплотненных и алкидных олиф является повышенное содержание свободных жирных кислот, которые с минеральными пигментами основного характера (окись цинка и др.) дают нерастворимые металлические мыла, что служит причиной загустения красочных составов при их хранении. Поэтому для приготовления густотертых красок их не применяют, но широко спользуют для разведения густотертых масляных красок до малярной консистенции.

Комбинированные олифы среди полунатуральных олиф имеют меньше недостатков. Их получают варкой специально подобранной смеси растительных масел или смешиванием уплотненных олиф с оксидированными и прогретыми высыхающими и полувсыхающими растительными маслами. Они обладают тем преимуществом перед уплотненными олифами, что при затирании с пигментами не загустевают. В результате их можно применять для приготовления густотертых масляных красок. Выпускают комбинированные олифы нескольких марок. Содержание масел в них составляет не менее 70%, растворителей – не более 30%

Уплотненная олифа (например, касторовая) содержит масла до 90% и применяется для окраски поверхностей, подверженным атмосферным воздействиям и для изготовления стекольной замазки.

Оксидированная олифа (оксоль) содержит масла и сиккатива не менее 55%, а растворителя – не более 45%. Она более дешева и во многих случаях может быть полноценным заменителем натуральной олифы. Оксоль марок В, ПВ применяется только при внутренней окраски, ее нельзя использовать для окраски пола.

Олифа полимеризованная (ИМС) является заменителем натуральной олифы и применяется для внутренних и наружных окрасок.

Олифы глифталевая и пентафталевая на основе алкидных смол содержат растворителя не более 50%. Применяются при выполнении внутренних и наружных окрасок по дереву, металлу, штукатурке. Окрашивать сырые поверхности не рекомендуется.

Искусственные олифы – это третья группа олиф, которые получают из искусственных пленкообразующих веществ. Их часто называют синтетическими, что не совсем верно, так как большую часть исходных материалов для них получают не путем синтеза из элементов, а при переработке отходов химических производств. Эти олифы имеют, однако, вспомогательную роль, значение их невелико. По качеству значительно уступают натуральной олифе и оксоли. Признаками хорошего качества олифы является ее прозрачность, светлый цвет, небольшой осадок при отстое.

Показатели качества олиф: цвет, прозрачность, плотность, вязкость, содержание золы и неомыляемых веществ, кислотное и йодное числа, число омыления.

Цвет определяют сравнением с эталонами йодометрической шкалы. Льняные олифы имеют цвет от светло-желтого до темно-желтого. Конопляные олифы имеют более темный цвет. После 24 ч отстаивания прозрачность олифы должна быть полной. Сиккатив, добавляемый при варке масла, должен хорошо смешиваться с ним без образования осадка или помутнения.

Полностью высохшая пленка натуральной олифы (за время не более 24 ч) должна быть твердой, гладкой и блестящей. При соскабливании ее должны получаться прозрачные эластичные не разрывающиеся, а завертывающиеся спиралью стружки. Если вместо такой стружки при соскабливании образуются порошок или крупные чешуйки, то это свидетельствует о вероятном присутствии в олифе примесей канифоли. Такая олифа, как правило, высыхает быстрее, чем натуральная, но пленки ее менее долговечны.

Йодное число – это число граммов йода, добавляемое к 100 г масла при обработке его раствором йода. Оно является важнейшим показателем качества растительных масел и олиф, характеризующим скорость их высыхания. С повышением этого показателя скорость высыхания возрастает. Высыхающие масла

имеют йодное число примерно в пределах 150 – 200, а невысыхающие – около 100 и ниже.

Кислотное число определяют числом миллиграммов едкого калия, необходимым для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г масла. Качество олиф и масел тем выше, чем ниже их кислотное число, т.е. чем меньше в них свободных жирных кислот. Повышенное содержание последних, например, в прогорклом масле, в уплотненных и алкидных олифах и лаках обусловлено расщеплением молекул масла на глицерин и свободные жирные кислоты, которые в ряде случаев являются причиной желатинизации (загустевания) красок при хранении.

Качество растительных масел и олиф характеризуется также их *чистотой* (*количеством отстоя*).

Наиболее надежный способ определения качества олифы – проба на высыхание. Олифу наносят тонким ровным слоем на кусок стекла и устанавливают его наклонно (под углом 45°). Хорошая олифа через 12 часов высохнет настолько, что при легком прикосновении пальцем на ней не останется следа, а через 24 часа не будет прилипать совсем. Большое значение имеет вид высохшей на стекле пленки: она должна быть прозрачной и совершенно однородной. Пленка качественной олифы срезается кончиком ножа в виде тонкой эластичной стружки.

Если же олифа была сильно разбавлена летучим растворителем, то пленка плохо соскабливается. Если же она превращается в порошок при трении пальцем или растрескивается в процессе высыхания, значит, перед вами суррогат (например, канифольный лак). Если пленка долго не высыхает, значит, в олифе минеральные масла. Такая олифа для работы не пригодна.

Лаки. *Лаками* называются растворы смол в органических растворителях. В масляных лаках пленкообразователем, кроме смолы, является также переработанное растительное масло. После высыхания лаки образуют на поверхности покрываемых ими изделий твердые прозрачные (за исключением асфальтотумных лаков) и блестящие пленки, выполняющие защитные и декоративные функции. Их применяют для лакирования окрашенных и неокрашенных поверхностей изделий. На основе ла-

ков с различными наполнителями и пигментами приготавливают грунтовки и шпаклевки. Большое количество лаков расходуется на приготовление эмалевых красок.

Основными компонентами лаков являются пленкообразующие вещества и растворители. Кроме того, в состав лаков могут входить также разбавители, пластификаторы, катализаторы и инициаторы. В некоторых случаях для окрашенных лаков применяют органические красители.

По *назначению* лаки подразделяют на следующие группы: для наружных работ (атмосферостойкие), для внутренней отделки, для художественных работ, стойкие к агрессивным средам, термостойкие, электроизоляционные и лаки специального назначения (например, лаки для отделки кожи, для покрытия жестяных консервных банок и др.).

По *природе пленкообразующего вещества* лаки подразделяют на следующие группы:

- *масляные* (масляно-смоляные), изготовленные на основе растительных масел, естественных и синтетических смол;
- *смоляные*, изготавливаемые на основе естественных и синтетических смол;
- *эфироцеллюлозные*, изготавливаемые на основе эфиров целлюлозы;
- *асфальтобитумные*, изготавливаемые на основе естественных и искусственных асфальтов и битумов.

Смоляные и эфироцеллюлозные лаки не содержат растительных масел. Асфальтобитумные лаки готовят без масел и с добавкой масел. Они составляют обширную группу лаков с особыми свойствами (непрозрачные, черного цвета), а поэтому их обычно рассматривают отдельно. Каждую из указанных групп подразделяют далее по типу содержащейся в лаке смолы.

По *характеру пленкообразования* лаки подразделяют на две группы: лаки, образующие твердые пленки исключительно за счет испарения содержащихся в них летучих растворителей. Такие лаки иногда называют *летучими*; их пленки, как правило, термопластичны и растворимы в органических растворителях; лаки, образующие пленки не только за счет испарения растворителей, но и в результате химических превращений (сшивания)

пленкообразующих веществ; пленки этих лаков имеют трехмерное строение, вследствие чего они не плавятся и не растворяются.

В первую группу входят смоляные лаки, в частности спиртовые, нитро- и асфальтобитумные, во вторую – все маслосодержащие лаки (масляные, алкидные), а также полиэфирные ненасыщенные, бакелитовые и некоторые эпоксидные.

Лакированные и нелакированные поверхности изделий часто дополнительно отделывают (располировывают) политурами. Они отличаются от лаков меньшей концентрацией пленкообразователя (смолы) и меньшей вязкостью. Наиболее распространены так называемые спиртовые политуры, применяемые для располировки поверхности деревянных изделий.

Масляные лаки. Представляют собой растворы смол и растительных масел с сиккативами в органических растворителях (уайт-спирите, скипидаре и др.). В их производстве преобладает применение синтетических смол (алкидных, маслорастворимых фенолоформальдегидных и др.). Из естественных смол наибольшее значение сохранили продукты переработки канифоли (резинаты кальция и цинка, эфиры канифоли). В процессе сплавления смолы с маслом происходит химическое модифицирование их (переэтерификация и др.).

Многие смолы, особенно алкидные, как и растительные масла, по химической природе представляют собой сложные эфиры. Вступая во взаимодействие с маслом, они могут обмениваться своими спиртовыми или кислотными остатками, образуя модифицированные смолы, которые и являются *пленкообразующей основой масляных лаков*.

Назначение масляных лаков определяется их составом и свойствами лаковых пленок, которые в зависимости от состава имеют большую или меньшую твердость и эластичность. Степень твердости пленок обусловлена природой смолы и ее количеством, а эластичность связана с наличием в них масла. Чем больше содержится в лаке масла (жира), тем более жирным считается этот лак, тем более эластична и атмосфероустойчива его пленка. Вязкость лаков регулируют добавлением растворителей и разбавителей, скорость высыхания – сиккативами, твердость и блеск – подбором соответствующих смол.

В зависимости от выбранного соотношения масла и смолы (на основе канифоли) масляные лаки разделяют на *жирные*, *средние* и *тощие*.

Жирные масляные лаки содержат большое количество масла (75% пленкообразующей основы), в результате чего образуют более эластичные и атмосферостойкие пленки. Благодаря этому их применяют для наружных работ и для окраски изделий, подверженных изгибанию и другим деформациям. Однако пленки жирных лаков имеют недостаточную твердость, плохо шлифуются и полируются, а поэтому их стараются применять в основном для тех поверхностей, которые не подвержены трению, удару и т.п.

Тощие масляные лаки содержат меньше масла (30%). Они высыхают быстрее, образуя более блестящие и твердые, но менее эластичные пленки. Такие пленки хорошо шлифуются, но менее атмосферостойки. Эти свойства обусловили применение тощих масляных лаков для различных внутренних работ (лакирование мебели и др.).

Средние масляные лаки (55% масла) по своим свойствам занимают промежуточное место между жирными и тощими лаками. Как правило, пленки их достаточно влагостойки, тверды и сравнительно хорошо шлифуются. Эти лаки применяют преимущественно для внутренних (покрытие полов) и в меньшей степени для наружных работ.

Ассортимент масляных лаков составляют лаки общего потребления и специального назначения. В продажу поступают масляные лаки общего потребления, представляющие собой вязкие прозрачные растворы алкидных или канифольных смол, модифицированных растительными маслами. Цвет их – от светло-желтого до коричневого. Применяют для наружных и внутренних покрытий по окрашенным масляными красками древесине и металлам, а также для разведения густотертых масляных красок.

Смоляные лаки. Это растворы синтетических или естественных (природных) смол в органических растворителях. В отдельные лаки для повышения эластичности их пленок добавляют пластификаторы.

Высыхание лаковой пленки смоляных лаков заканчивается за время от нескольких минут до 2 – 4 ч, т.е. значительно

но быстрее, чем у масляно-смоляных лаков. Полное высыхание их лаковых пленок достигается уже при испарении летучих растворителей и разбавителей. Такие лаки иногда называют летучими. К ним относятся, в частности, спиртовые лаки.

В зависимости от вида используемых смол смоляные лаки подразделяют на следующие группы: лаки на основе спирторастворимых смол (спиртовые лаки), алкидные, ненасыщенные полиэфирные, полиакриловые, полиуретановые, эпоксидные и др.

Спиртовые лаки и политуры раньше были единственными смоляными лаками, применяемыми для отделки мебели, кожи, музыкальных инструментов, изделий из стекла, металлов и т.д. В настоящее время для их приготовления чаще всего применяют шеллак – из природных смол, фенолоформальдегидные смолы – из синтетических.

Спиртовые политуры отличаются меньшим содержанием смолы (10 – 25%), чем спиртовые лаки (не менее 30%). Они лучше впитываются в древесину, обеспечивая лучшее заполнение пор и прочное прилипание. Ими отделывают (полируют) нелакированные и лакированные поверхности деревянных изделий. Иногда спиртовые лаки и политуры подкрашивают органическими красителями.

Алкидные лаки. Ассортимент лаков на основе алкидных смол широк. Важнейшими из них являются глифталевые (ГФ) и пентафталевые (ПФ) лаки, получаемые из соответствующих смол (с сиккативами) путем растворения их в уайт-спирите, сольвентнафте и др. Они несколько сходны с масляно-смоляными лаками. Существенное различие заключается в том, что масляно-смоляные лаки состоят преимущественно из смеси масла со смолой, тогда как в глифталевых и пентафталевых лаках молекулы растительного масла химически связаны с фталевым ангидридом и пентаэритритом.

В зависимости от количества жирных кислот растительных масел, применяемых для модификации смол, и степени их ненасыщенности различают жирные, средней жирности и тощие алкидные смолы. Более жирные алкидные смолы используют для наружных, а тощие – преимущественно для внутренних лаковых покрытий.

Пленки лаков на основе жирных алкидных смол атмосферостойки, эластичны и достаточно тверды, поэтому глифталевые и пентафталевые лаки успешно заменяют лаки на основе натуральных масел. В основном, они идут на приготовление эмалевых красок. Пленки алкидных лаков и эмалей, однако, недостаточно устойчивы к действию нефтепродуктов. Для повышения устойчивости их к действию бензина и минеральных масел (например, для автомобильных эмалей) алкидные смолы сочетают с алкилфенольными, а также мочевино и меламиноформальдегидными смолами.

Мочевино и меламиноалкидные лаки (МЧ и МП) дают более быстросохнущие пленки, стойкие к действию бензина и минеральных масел. Эмали на *таких лаках* (с горячей сушкой в течение 1 ч) успешно используют для покрытия автомобилей, велосипедов и др. Мочевино-алкидный лак МЧ-52, например, используют для покрытия футляров, лыж и др. Пленки его высыхают за 2 ч при температуре 18 – 22°C. При холодной сушке пленки таких лаков и эмалей долгое время выделяют свободный формальдегид, содержащийся в мочевиноформальдегидной смоле, что является существенным недостатком.

Полиэфирные лаки готовят на основе ненасыщенных полиэфирных смол (полиэфирмалеиновых, полиэфиракрилатных, полиэфирмариновых), получаемых при взаимодействии ненасыщенных двухосновных кислот (малеиновой, метакриловой, фумаровой) с двухатомным спиртом гликолем.

Наиболее известны полималеиновые ненасыщенные лаки (многокомпонентные), используемые для высококачественной отделки мебели, радио-приемников, телевизоров и др. Они состоят из трех компонентов: полуфабрикатного лака – раствора ненасыщенной смолы в жидком реакционноспособном мономере (стироле или метилметакрилате) или олигомере, инициатора (гидроперекись кумола) и ускорителя (нафтенат кобальта). Последние добавляются в лак перед его употреблением. Такие полиэфирные лаки не содержат летучих растворителей или содержат их (ацетон, бутилацетат) в очень небольшом количестве, а поэтому могут образовывать уже при однократном нанесении относительно толстые пленки (200 – 300 мкм).

Непосредственно перед нанесением в полуфабрикатный полиэфирный лак вводят гидроперекись кумола и раствор нафте-

ната кобальта. Гидроперекись кумола инициирует реакцию сополимеризации стирола или олигомерного эфира метакриловой кислоты с ненасыщенной полиэфирной смолой, а нафтенат кобальта ускоряет эту реакцию.

В результате реакции сополимеризации жидкая пленка целиком (без испарения каких-либо веществ) отверждается, превращаясь в трехмерный полимер, не размягчающийся при нагревании, причем практически без усадки, так как побочных продуктов реакция не дает. Для предотвращения окисляющего действия кислорода воздуха на пленку, задерживающего процесс сополимеризации со стиролом, в полуфабрикатный лак вводят немного парафина или синтетических жирных кислот, образующих на поверхности пленки тончайший защитный слой.

Лаковые пленки ненасыщенных полиэфиров отличаются высокой твердостью и при нагревании не размягчаются. Они отличаются также от размягчающейся пленки нитролаков более высоким (зеркальным) блеском, морозостойкостью, водостойкостью и химической стойкостью, в частности стойкостью к действию бензина, спирта и пищевых жиров. Эти достоинства благоприятствуют применению полиэфирных лаков для покрытия кухонных столов, лицевой поверхности шкафов и др.

Лаки на основе полиакрилатов образуют прозрачные атмосферостойкие эластичные покрытия с хорошей адгезией; их применяют для электроизоляции, для отделки кожи, в живописи и др. Покрытия, однако, недостаточно теплостойки. В качестве растворителей применяют ароматические углеводороды, ацетон, дихлорэтан. Для разбавления используют лаковый бензин. В сочетании с нитроцеллюлозой акриловые смолы применяют при изготовлении эмалевых красок для легковых автомобилей.

Полиуретановые лаки дают пленки, которые могут отверждаться без горячей сушки (однокомпонентные лаки) или только при горячей сушке (лаки, состоящие из двух компонентов, смешиваемых перед нанесением). Эти лаки перспективны; их используют для отделки мебели, паркета, кожи и др. В зависимости от состава они дают твердые и эластичные покрытия с хорошей адгезией и высокой стойкостью к действию тепла, влаги и химических реагентов. Полиуретановые покрытия с трехмерной структурой отличаются, кроме того, высокой стойкостью к

истиранию. Полиуретановыми лаками отделывают изделия из древесины, металлов, кожи, резины и др.

Эпоксидные лаки применяют обычно в виде двухкомпонентных составов (раствора смолы и отвердителя). С помощью отвердителей (полиаминов и др.) пленки лаков приобретают трехмерную структуру. Часто отвердителями служат полиамидные и другие смолы, взаимодействующие с эпоксидными соединениями. Известны, например, эпоксидно-полиамидные лаки. Пленки эпоксидных лаков имеют большую твердость, влагостойкость и высокую химическую стойкость. Эти свойства позволяют применять эпоксидные лаки для покрытия химической аппаратуры и изделий, работающих в условиях повышенной влажности и температуры.

Нитроцеллюлозные лаки (НЦ). Представляют собой растворы нитроцеллюлозы (коллоксилина) с другими пленкообразователями и пластификаторами в летучих органических растворителях. Пленки их прозрачны и бесцветны, но при добавлении в лак органических красителей получают и окрашенные прозрачные лаки (цапонлаки) различного цвета.

Нитролаки нашли широкое применение для лакирования мебели, карандашей, кожи, клеенки и других изделий, в автомобиле и самолетостроении, а также в других отраслях промышленности. Их распространение обусловлено быстрым высыханием пленок, что связано с применением летучих органических растворителей (ацетона, этилацетата, бутилацетата и амилацетата). Для разбавления лаков применяют спирты и ароматические углеводороды. Для различных видов нитролаков время высыхания их пленок составляет от 15 – 20 мин до 1 ч, что позволяет быстро, когда это необходимо, наносить второй слой лака. Для лакирования мебели применяют главным образом нитроглифталевые лаки, пленки которых при комнатной температуре высыхают через 20 – 40 мин, хорошо шлифуются и после полирования имеют блестящий вид.

Достоинствами нитролаков, помимо их быстрого высыхания, являются: достаточно высокая влагостойкость и бензостойкость, твердость и механическая прочность пленок, легкость исправления дефектов; пленки прозрачны, бесцветны и могут окрашиваться в любой цвет. Недостатками нитроцеллю-

лозных пленок являются малая светостойкость, сильная горючесть и слабая адгезионная способность, растрескивание на сгибах. Эти недостатки, однако, устраняются добавками различных смол и пластификаторов.

Асфальтобитумные лаки. Это вязкие растворы (черного цвета) нефтяных битумов, а также каменноугольных пеков в бензине-растворителе, скипидаре, сольвент-нафте и их смесях. Обычно используют твердые битумы с высокой температурой размягчения (110 – 135°C).

Асфальтобитумные лаки получают из дешевого сырья. Они способны образовывать блестящие черные пленки, отличающиеся высокой влагостойкостью, химической стойкостью и электроизоляционными свойствами. Лаки применяют для предохранения черных металлов от коррозии, а дерева – от гниения.

Недостатками асфальтобитумных лаков являются пониженная тепло-стойкость пленок и слабая стойкость их к действию прямых солнечных лучей, которые вызывают через некоторое время разрушение (растрескивание) лакового покрытия. Эти недостатки устраняются введением в асфальтобитумные лаки полимеризованных масел и производных канифоли. Безмасляные асфальтобитумные лаки применяют для покрытия скобяных изделий, предметов домашнего инвентаря и других изделий из черных металлов для предохранения их от коррозии, в частности в течение времени хранения их на складах.

Асфальтобитумные масляные лаки получают сплавлением битумов и пеков с растительным маслом и продуктами переработки канифоли при температуре до 280 °C с последующим добавлением сиккативов и охлаждением, а затем драстворением в растворителях. Введение канифоли и ее производных в состав асфальтобитумных лаков улучшает свойства пленок. Улучшается также совместимость асфальтов и битумов с растительными маслами (содержание масел в лаках можно повысить).

Масляные асфальтобитумные лаки применяют для покрытия многих металлических изделий, в частности велосипедов, деталей автомашин (шасси, рамы и др.). Они известны в основном как влагозащитные, электроизоляционные и кислотоустойчивые лаки.

Грунты для предварительной обработки

Это грунты, наносимые на предприятиях для защиты стали от коррозии во время сборки конструкций.

Грунты наносят непосредственно после прогрева и струйной очистки стали. Толщина слоя для этих покрытий должна быть небольшой, предпочтительно 15 – 18 мкм. Толщина важна, чтобы не снижать скорость резки и сварки в процессе производства.

Эти грунты должны обеспечивать стали необходимую защиту при нахождении конструкций на открытом воздухе – в зависимости от типа и агрессивности Среды цеховые грунты в течение 6 – 12 месяцев должны предотвращать появление ржавчины.

В зависимости от области применения цеховые грунты могут удаляться или не удаляться перед нанесением системы окраски. В строительной индустрии шоп-праймеры обычно не удаляют. В судостроении и офшорной промышленности, при окраске танков и подводных районов сталь повторно очищают и грунтуют перед нанесением системы окраски.

Грунты на основе оксида железа

Многие типы грунтов на основе оксида железа являются поливинилбутиральными (ПВБ) или эпоксидными. Цвет часто желтый или красный.

Этот тип грунтов обычно используют для обеспечения защиты в течение 6 месяцев. Нанесение производится автоматически, и сталь может быть запущена в дальнейшее производство буквально через несколько минут после грунтования.

Наполненные цинком грунты

Такие грунты основаны на эпоксидном или этилсиликатном связующем. Цвета этих типов грунтов сероватые.

Эти цеховые грунты тоже наносятся с небольшой толщиной 15 – 20 мкм. Эти грунты предпочтительны грунтам на основе оксида железа, поскольку служат дольше и более терпимы к механическим повреждениям. В то же время некоторые из них дают определенные проблемы при сварке: при вдыхании паров цинка может появиться жар как при простуде.

Травильные грунты

Травильные грунты можно отнести также к цеховым грунтам, обладающим специальными свойствами. Раньше они

применялись исключительно для стали, но сегодня они с пользой используются на обезжиренных поверхностях цинка и алюминия.

Травильные грунты являются двухкомпонентными. Основа состоит из поливинилбутирального связующего, а отвердитель представляет собой спиртовой раствор фосфорной кислоты. Максимальная толщина пленки не должна превышать 10 мкм, что зачастую трудно измерить. При нанесении большей толщины не вся фосфорная кислота прореагирует и такой тонкий, в общем, то, слой позднее создаст проблемы с адгезией.

Эмульсии приготавливают из олифы, клея и щелочи. Используют как заменитель: олифы для разведения масляных красок, применяемых для внутренних работ.

Растворители – летучие жидкости органического происхождения, которые применяются для регулирования вязкости лакокрасочных материалов, а также для мытья кистей, посуды и иного инструмента после работы с водонерастворимыми малярными материалами.

Современной промышленностью выпускается более 50 растворителей и разбавителей для наиболее распространенных видов красок.

Для мебельных нитроцеллюлозных лаков кроме перечисленных выше растворителей можно также использовать РМЛ-2, для нитроцеллюлозных красок – КР-36. Для полиэфирных лаков и эмалей предназначены растворители Р-251А и Р-251Б. Для эпоксидных шпатлевок и эмалей – растворитель Р-40. Мочевинформальдегидные лаки можно разбавлять растворителем № 649, меламиновые краски – № 647, № 651 и ксилолом.

Разбавители содержат пленкообразующие вещества в количестве, необходимом для получения качественного лакокрасочного покрытия. Они также используются для регулирования вязкостных свойств лакокрасочных материалов, но только вместе с растворителями, так как сами не обладают растворяющей способностью.

Скипидар – бесцветная или же имеющая желтоватый, красноватый или красно-коричневый оттенки жидкость. Очищенный скипидар ускоряет процесс высыхания, а неочищенный – наоборот, несколько замедляет.

Чтобы проверить пригодность скипидара, его проверяют на высыхание в смеси с олифой. Для этого смешивают равные количества олифы и скипидара и смесью делают выкраску. Через 24 часа на окрашенной поверхности должна образоваться прочная пленка.

Сиккативы – катализаторы высыхания маслосодержащих лакокрасочных материалов, которые ускоряют пленкообразование. Применяются они также для приготовления олиф. Обычно это растворы солей тяжелых металлов нафтенowych, линолеатовых, резинатовых и др. кислот в органических растворителях – скипидаре, сольвенте, бензине-растворителе. В продажу поступают в виде растворов, порошков и паст. В быту наиболее распространены сиккативы следующих марок: НФ-1 (нафтенат свинцово-марганцевый), НФ-2 (нафтенат свинца), НФ-3 (нафтенат марганца), НФ-4 и НФ-5 (нафтенат кобальта), НФ-8 (нафтенат железа).

Если в состав лакокрасочной композиции входит кобальтовый сиккатив, то пленкообразование начинается с формирования поверхностной пленки либо с подложки, если же в составе марганцевые или свинцовые сиккативы, то оно распространяется по всей толщине пленки.

Сиккативы применяются самостоятельно или в смеси с другими в размере 5 – 8% от массы материала. Скорость высыхания пленок масляных материалов зависит от количества вводимого сиккатива. Если сиккатив введен в избытке, то скорость высыхания снижается и ухудшается качество пленки: она становится более хрупкой, покрытия преждевременно стареют. Светлые сиккативы стараются добавлять в светлые, а темные – в темные краски. Срок хранения сиккативов – 6 месяцев.

Связующие и другие материалы используют для придания прочности окрасочным составам в них добавляют связующие компоненты: в водные – жидкое стекло, клей, в масляные – олифу, в известковых составах связующим является известь. Они образуют тонкую пленку, затвердевающую после высыхания.

Клей мездровый выпускают в виде плиток, гранул, порошка и др. Для работы приготавливают 10%-й или 15%-й раствор клея в воде. Любой клей заливают холодной водой для

набухания в течение 12 часов. Затем его плавят на пару или на водяной бане.

Клей казеиновый применяют в окрасочных составах для наружных работ с щелочестойкими пигментами, для изготовления грунтовок, шпатлевок и склеивания древесины.

Декстрин используют для приготовления клеевых красок, грунтовок, шпатлевок, а также для наклеивания обоев.

Клей КМЦ (карбоксиметилцеллюлоза) обладает высокими техническими и эксплуатационными свойствами и применяется для клеевых красок и шпатлевок, а также для наклеивания обоев.

Медный купорос необходим для приготовления купоросного грунта под клеевые краски. Его добавляют в известковые составы для удаления желтоватого оттенка или придания голубоватого. Купорос можно растворять в деревянной или эмалированной посуде, но не оцинкованной.

Нашатырный спирт – применяется для приготовления эмульсий, промывки закопченных поверхностей и других целей.

Соляную кислоту используют для удаления старой краски и ржавчины.

Соду каустическую применяют для снятия старых масляных красок и лаковых покрытий.

Квасцы алюминиевые служат для приготовления шпатлевок и грунтовок под водные краски, а также в известковых колерах.

Поваренная соль необходима для получения известковых красочных составов.

Воск и парафин используют для изготовления матовых колеров.

Хозяйственное мыло служит добавкой в грунтовки, шпатлевки, эмульсии. Для малярных работ используется 40%-ное мыло.

Смывки – жидкие составы, применяемые для удаления отвердевших красочных пленок: масляных, эмалевых, лаковых. Как правило, они представляют собой смеси органических растворителей.

Смывка СД предназначена для удаления масляных и лаковых покрытий с металлических поверхностей. Наносят кистью

или краскораспылителем. Через 3 минуты покрытие начинает набухать и сморщиваться, его снимают стальным шпателем.

Смывка АФТ-1 – бесцветная жидкость, применяется для снятия масляных и лаковых покрытий на основе нитрата целлюлозы. Действует через 20 минут после нанесения кистью или распылителем.

Смывка СП-6 – бесцветная жидкость для снятия с металлических поверхностей отвердевших масляных и лаковых пленок, а также нитрокрасок. Действует через 15 – 20 минут после нанесения кистью или распылением.

Смывка СП-7 – эмульсия белого цвета. Действует через 10 минут после нанесения кистью или распыления.

Смывка БЭМ-2 предназначена для удаления покрытий из масляных, глифталевых, пентафталевых и нитроцеллюлозных эмалей. Действует через 10 – 30 минут.

1.2. Состав лакокрасочных материалов

Лакокрасочным материалом называют композицию, которая, будучи равномерно нанесена на поверхность окрашиваемого изделия, в результате сложных физических и химических превращений формируется в сплошное полимерное покрытие с определенными свойствами (защитными, декоративными, специальными). Общим свойством всех лакокрасочных покрытий является изоляция поверхности от внешних воздействий, придание ей определенных вида, цвета и фактуры. Это достигается за счет получения твердой пленки на основе органических (и неорганических, например жидкого стекла) веществ. При этом толщина пленки может составлять несколько десятков или сотен микрон.

Все лакокрасочные материалы состоят из:

- **пленкообразующих веществ.** К природным пленкообразующим веществам относятся растительные масла, подвергнутые специальной обработке, смолы естественного происхождения (янтарь, канифоль, копалы и др.), битумы и асфальты, белковые вещества (казеин, костный клей), специальнообработанная целлюлоза. Группа синтетических пленкообразующих веществ, используемых

в производстве лакокрасочных материалов, гораздо шире и разнообразнее, которые обеспечивают образование сплошной пленки, которая изолирует и защищает окрашенную поверхность. Варьируются по химическому составу в зависимости от области применения покрытия.

Сюда относятся поликонденсационные (алкидные, эпоксидные, полиуретановые, кремнийорганические, и др.), полимеризационные смолы (акриловые, метакриловые, на основе хлористого винила, и др.), природные смолы (канифоль, битумы, шеллак и др.) водные дисперсии, различные лаки именно они отвечают за образование пленки.

- **Пигментов**, тонкодисперсные (органические или неорганические) порошки обеспечивают цвет, укрывистость и другие оптические и визуальные эффекты, практически нерастворимые в применяемом растворителе. Наиболее часто используются для эстетических целей, но некоторые, например, железистые пигменты, обладают свойствами ингибирующими коррозию. Неорганические пигменты – природные или синтетические твердые окрашенные вещества, нерастворимые в воде, растворителях, пленкообразователях. При введении их в тонкодисперсном виде в пленкообразующие вещества образуются цветные покрытия. Органические пигменты – синтетические красящие вещества, при введении которых в пленкообразующие получают лакокрасочные материалы ярких оттенков.
- **Наполнителей**, практически нерастворимы в применяемой среде. Имеют многочисленные функции, включая повышение укрывистости в дополнение к основному пигменту, улучшают отдельные технологические свойства и увеличивают объем (степень наполнения) покрытия.
- **Разбавители** не обладают растворяющей способностью, однако в сочетании с растворителями способны регулировать вязкостные свойства систем в значительных пределах. В некоторых материалах в качестве растворителя и разбавителя используют воду.

Кроме основных компонентов пленкообразующего, пигмента, растворителя (разбавителя) в лакокрасочных композициях часто применяются различные целевые добавки: сиккатывы, отвердители, ускорители.

- **Сиккативами** (см. также раздел 1.1) называют соединения металлов (в основном свинца, марганца, кобальта, кальция, железа) с органическими кислотами. Соли нафтеновых органических кислот называют *нафтенатами*, кислот льняного масла – линолеатами, смоляных кислот – канифоли – резинатами и т.д. Эти соли растворимы в органических растворителях. Сиккативы применяют для ускорения высыхания лакокрасочных материалов, т.е. для сокращения продолжительности пленкообразования. В зависимости от типа сиккатива процесс пленкообразования начинается либо с формирования поверхностной пленки (кобальтовые сиккативы), либо у подложки, а затем распространяется по всей толщине пленки (марганцевые и свинцовые сиккативы). Скорость высыхания пленок масляных лакокрасочных материалов пропорциональна количеству вводимого сиккатива лишь до определенного предела. Если сиккатив вводится в количестве, превышающем оптимальное, скорость высыхания снова снижается. Следует учитывать, что действие сиккативов не прекращается и после высыхания пленки. Введение сиккатива в избытке может привести к преждевременному старению покрытий.
- **Отвердитель** – химическое вещество, добавляемое к некоторым полимерным материалам (а также лакокрасочным материалам на их основе) для получения неплавкого нерастворимого продукта. Отвердители, как правило, вводят в материал непосредственно перед его употреблением.
- **Ускоритель** – химическое соединение, вводимое для повышения скорости отверждения некоторых материалов.
- **Целевых добавок**, вещества, обычно добавляемые в небольших количествах, которые влияют на отдельные химические или технологические свойства, например, ускорители отверждения (сиккативы, отвердители), антиок-

сиданты, загустители, диспергаторы, матирующие добавки, улучшающие розлив, препятствующие образованию трудноразмешивающегося осадка при хранении ЛКМ, и др.

- **Растворителей**, жидкости или смеси жидкостей, способные растворять пленкообразователь, например, сольвент, бутилацетат, уайт-спирит, вода. Обеспечивают возможность нанесения ЛКМ различными способами на подложку. При использовании для корректировки технологических свойств (вязкости) их также называют разбавителями.

К основным свойствам жидких лакокрасочных систем (прозрачных и непрозрачных) относятся:

- химические (массовая доля нелетучих и летучих веществ, содержание отдельных компонентов, кислотное число, рН и др.);
- физико-химические (плотность, вязкость, продолжительность высыхания, укрывистость и т.д.);
- малярно-технологические (сорность, степень перетира, наносимость, розлив, растекаемость, и т.д.).

К основным свойствам лакокрасочных покрытий (пленок) относятся:

- декоративные (цвет, блеск, внешний вид);
- физико-механические (адгезия, твердость, эластичность пленки, прочность при растяжении и изгибе, ударная прочность, износостойкость);
- защитные (устойчивость к атмосферным воздействиям, светостойкость, стойкость к перепаду температур, термостойкость, морозо-, тропико-стойкость и др.);
- малярно-технические (способность шлифоваться, полироваться);
- электроизоляционные (электрическая прочность, удельное электрическое сопротивление, тангенс угла диэлектрических потерь);
- химические (влаго-, водостойкость, масло-, бензостойкость, стойкость к действию кислот, щелочей, растворов солей, агрессивных газов и других химических реагентов). Специфическими свойствами должны обладать так называемые специальные ЛКМ и покрытия (например,

токопроводностью, стойкостью к глубокому холоду и высоким температурам, открытому пламени, рентгеновским и другим видам излучений и др.).

При использовании добавок следует обратить внимание на необходимость обязательного выполнения требований по их применению, указанных на этикетке товарного продукта или в специально прилагаемой инструкции.

Игнорирование рекомендаций, неправильное дозирование отвердителей и ускорителей по принципу «чем больше, тем лучше», произвольное применение растворителей и разбавителей может привести к порче материала и неисправимому браку в работе.

Контрольные вопросы:

1. Какие цели преследует разработка специальных классификаций лакокрасочных материалов и покрытий?
2. Виды классификации ЛКМ и ЛКП.
3. Что относится к основным видам ЛКМ ?
4. Что относится к промежуточным материалам ЛКМ?
5. Как краски делятся в зависимости от механизма сушки или отверждения краски?
6. Можно ли краски физической сушки наноситься при низких температурах, ниже нуля?
7. Какое время называют сроком живучести красок?
8. Что такое лаки?
9. Что такое эмали?
10. Что такое олифы?

II. СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА И КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Основу любого лакокрасочного материала составляет пленкообразующее вещество. Именно его свойствами в основном определяются свойства лакокрасочного покрытия. Поскольку области применения лакокрасочных покрытий весьма разнообразны и ни одно пленкообразующее вещество не обладает универсальными свойствами, используют множество пленкообразующих веществ, различающихся как по физическим, так и по химическим свойствам.

Важной характеристикой пленкообразующих является их вязкость, поскольку от вязкости лакокрасочного материала зависит возможность его нанесения ровным слоем на поверхность тем или иным способом. Пленкообразующее вещество с высокой вязкостью приходится разбавлять растворителями, которые при формировании покрытия улетучиваются в окружающую среду. Таким образом, по содержанию нелетучих веществ в лакокрасочном материале мы можем судить об экологической ценности пленкообразователя.

В технологии лаков и красок особые требования предъявляются к цвету пленкообразующего вещества. Для получения пигментированных пленкообразующих (эмалей, красок) светлых цветов и многих лаков необходимо, чтобы пленкообразователь был по возможности светлее, что в некоторых случаях зависит от технологии производства и качества сырья.

2.1. Классификация пленкообразующих веществ

Используемые в технологии лаков и красок пленкообразующие вещества можно классифицировать по следующим признакам:

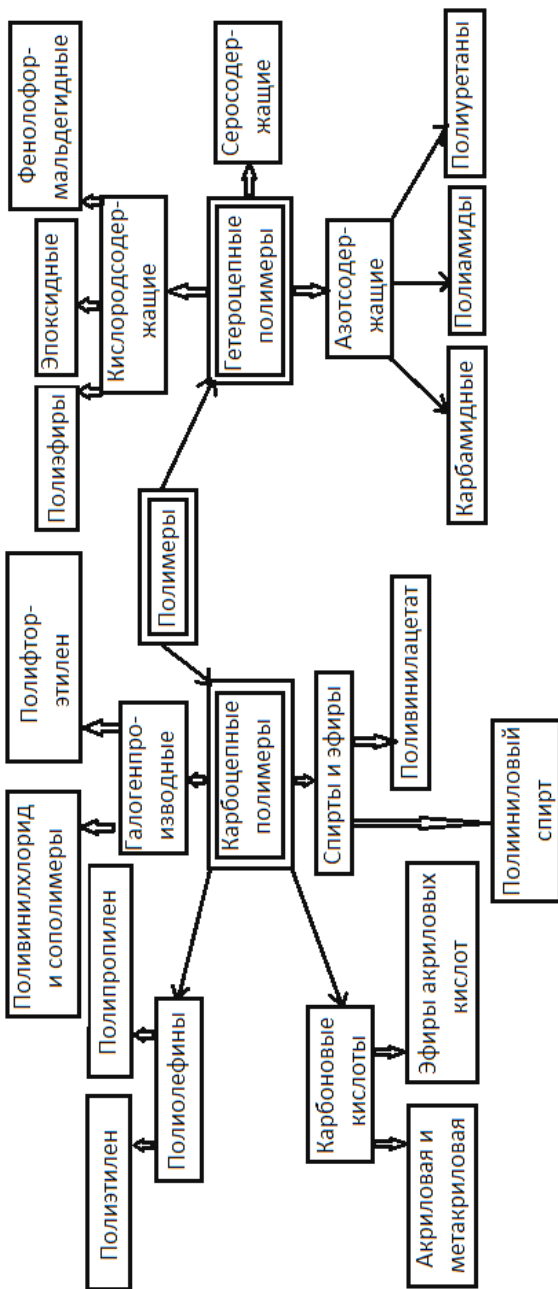


Рис. 2.1. Классификация полимеров

- источнику сырья – природные пленкообразующие вещества и продукты их переработки;
- синтетические пленкообразующие вещества (полимеры) и продукты их модификации;
- молекулярной массе – олигомеры (с молекулярной массой 100 – 1000) и полимеры (с молекулярной массой более 10000);
- химической структуре основной цепи.

Также различают карбоцепные (гомоцепные) полимеры, главные цепи которых состоят из атомов углерода; их получают полимеризацией непредельных соединений. В гетероцепных полимерах, главные цепи образованы не только углеродными атомами, но и атомами других элементов (кислород, азот, сера). Классификация полимеров по химической структуре основной цепи представлена на рис. 2.1.

2.2. Основы пленкообразования

Переход пленкообразующего вещества из вязкожидкого состояния в твердую сплошную пленку, прочно прилипающую к поверхности покрываемого изделия, зависит от соотношения сил адгезии между молекулами пленкообразователя и сил адгезии между пленкообразователем и покрываемой поверхностью.

Пленкообразователи с сильным межмолекулярным взаимодействием (с высокой когезией) обычно обладают слабой адгезией и, наоборот, при относительно слабом межмолекулярном взаимодействии пленкообразователя адгезия выше. Объясняется это тем, что при сильном межмолекулярном взаимодействии молекулярные цепи пленкообразующего вещества (например, кристаллизующего полимера) менее гибки и хуже проникают в неровности и поры покрываемого изделия, что препятствует установлению молекулярного контакта на возможно большей площади касания пленки покрытия с поверхностью покрываемого тела.

Адгезия к покрываемой поверхности тем выше, чем большей способностью вытеснять адсорбированные газы и мономолекулярные слои влаги с поверхности покрываемого изделия

обладают молекулы пленкообразующего вещества. Эта способность тем выше, чем большей гибкостью обладают макромолекулы пленкообразователя. Поэтому ослабление межмолекулярного взаимодействия пленкообразователя растворителями, пластификаторами, повышением температуры всегда приводит к улучшению его адгезии к покрываемой поверхности. Рациональный выбор лакокрасочного состава позволяет обеспечивать хорошую адгезию и достаточно высокую когезию. При слабой когезии пленка покрытия может быть несплошной и недостаточно механически прочной.

Образование пленки в результате испарения растворителей из лака и краски и дисперсионной среды из водной эмульсии (водоэмульсионной краски) является процессом физическим. Исходное пленкообразующее вещество не претерпевает при этом каких-либо химических изменений и с помощью растворителей может быть вновь переведено в растворенное состояние. Такой процесс пленкообразования является обратимым. По этому типу образуются пленки из растворов (спиртовых лаков, нитролаков и эмалей и др.) и эмульсий.

Пленкообразование из эмульсий имеет некоторые отличия от пленкообразования из растворов. При постепенном испарении дисперсионной среды (воды) из эмульсионной пленки частицы пленкообразующего вещества начинают слипаться (происходит процесс аутогезии). Хорошие защитные свойства такой пленки достигаются только при полном самослипании частиц пленкообразующего вещества эмульсии. Эмульгаторы, введение которых в эмульсию обязательно, затрудняют самосливание (аутогезию), поэтому эмульсионные покрытия более пористы, чем лаковые. Степень пористости (проницаемости) пленок часто регулируют соотношением растворителей и разбавителей. Если из лакокрасочного состава в первую очередь будет испаряться растворитель, а не разбавитель, то получают более проистые пленки.

Пленкообразование во многих случаях идет в результате реакций полимеризации или поликонденсации между молекулами пленкообразователя под действием кислорода воздуха, тепла, катализаторов и инициаторов, а также специальных отвердителей. Это обусловлено необратимым переходом плен-

кообразующего вещества в неплавкое и нерастворимое состояние, с установлением поперечных химических связей в его структуре. Образование твердой пленки в этом случае является необратимым химическим процессом. Такие процессы происходят при пленкообразовании из масляных и алкидных лакокрасочных составов, ненасыщенных полиэфирных лаков, эпоксидных смол и др.

Процесс пленкообразования в ряде случаев происходит сначала в результате испарения растворителей, а затем вследствие происходящих химических реакций. Так образуются пленки из лакокрасочных составов, содержащих растворители, например, на основе уплотненных олиф и алкидных смол.

Способность масляных лакокрасочных составов высыхать и образовывать твердые пленки, прочно прилипающие к поверхности различных тел, связана с содержанием и ненасыщенностью жирных кислот, входящих в их состав. Чем больше содержится в масле ненасыщенных жирных кислот и чем выше их ненасыщенность, т.е. чем больше в их молекулах двойных связей, тем быстрее идет высыхание масла и тем прочнее образующаяся пленка.

Процесс высыхания масляной пленки связан с интенсивным поглощением кислорода (масса пленки увеличивается), поэтому высыхание масла на воздухе рассматривается как процесс окисления и полимеризации, в результате которого мономерные молекулы масла постепенно укрупняются (полимеризуются) и превращаются в твердые неплавкие и нерастворимые трехмерные полимеры, называемые *линоксинами*. Не растворяясь в органических растворителях, линоксины лишь набухают в них. Предполагается, что в начальной стадии высыхания идут реакции окисления благодаря присоединению кислорода воздуха по месту двойных связей молекул масла. Далее в результате реакций полимеризации происходит процесс постепенного укрупнения молекул масла, проявляющийся сначала в повышении его вязкости, а в конечном итоге в образовании неплавких и нерастворимых полимеров с трехмерной структурой.

2.3. Синтетические пленкообразующие вещества

В технологии ЛКМ широко используются различные синтетические полимеры, получаемые по реакциям ПК, ПМ и полиприсоединения. Наиболее часто в производстве лаков и красок применяются поликонденсационные пленкообразователи, так как на их основе возможно создание большого ассортимента лакокрасочных композиций и получение покрытий с заданным комплексом свойств.

2.3.1. Полиэфиры

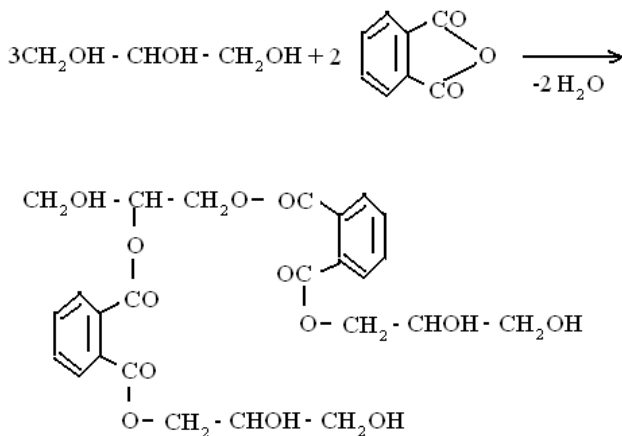
Полиэфиры являются продуктами ПК многоатомных спиртов и многоосновных органических кислот. Отличительной чертой полиэфиров является содержание группировки $-\text{OCO}$. Большое разнообразие исходных продуктов дает возможность синтезировать полиэфиры с различными химическими и эксплуатационными свойствами. Полиэфиры могут быть жидкими и твердыми, некоторые из них могут отверждаться на воздухе при обычной температуре, а другие – только при нагревании. Они могут образовывать эластичные или хрупкие покрытия; пленки некоторых из них обладают высокими электроизоляционными свойствами. При совмещении полиэфиров с другими пленкообразователями улучшаются свойства покрытий. Все это, а также доступность большинства сырьевых продуктов определило широкое применение полиэфиров в технологии лаков и красок.

В зависимости от химического строения различают немодифицированные и модифицированные, а также ненасыщенные (содержащие в основной цепи двойные связи) и насыщенные полиэфиры. Каждая на перечисленных групп содержит большое число разновидностей полиэфиров.

2.3.2. Химические основы получения полиэфиров

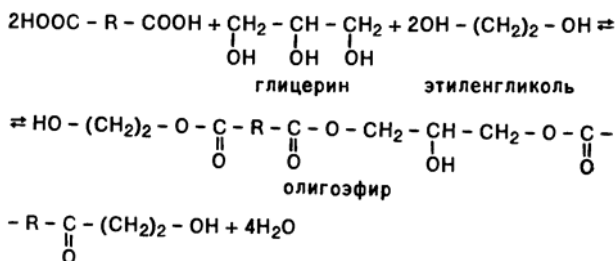
Для синтеза полиэфиров используются одно-, двух-, трех- и четырехфункциональные соединения. Было показано, что многофункциональные соединения образуют макромолекулы сетчатого строения. Такие полимеры, как правило, плохо раство-

ряются и органических растворителях и потому не могут быть использованы для приготовления лаков. Для получения хорошо растворимых полиэфиров на основе трех- и четырехатомных спиртов синтез останавливают на ранних стадиях поликонденсации с целью получения олигомеров, имеющих малоразветвленные макромолекулы. Например, при взаимодействии глицерина со фталевым ангидридом:



2.3.3. Немодифицированные полиэфиры

При взаимодействии двухфункциональных насыщенных спиртов и кислот образуются полиэфиры линейного строения. Такие полимеры обладают высокой эластичностью, но не способны образовывать твердые прочные пленки. Поэтому кроме двухатомных спиртов (этиленгликоль, ди- и триэтиленгликоль, пропиленгликоль) используют и трехатомный спирт – глицерин:



Полученный олигоэфир имеет свободную гидроксильную группу, по которой в покрытии может произойти взаимодействие с карбоксильной группой другой полимерной молекулы с образованием сетчатой структуры.

Образование сетчатой структуры таких олигоэфиров завершается в покрытии в результате реакции поликонденсации по свободным функциональным группам. Этот процесс может протекать при температурах около 200 °С без катализатора и при обычной температуре в присутствии кислых катализаторов. Образующиеся покрытия на основе немодифицированных полиэфиров сетчатого строения характеризуются большой хрупкостью, низкой эластичностью, плохой адгезией, высокой твердостью. В технологии лаков и красок немодифицированные полиэфиры находят применение, как правило, в качестве модификаторов других пленкообразователей.

2.3.4. Модифицированные полиэфиры (алкиды)

Целью модификации является направленное изменение свойств полиэфира в покрытии. Для полимеров, применяемых для производства лакокрасочных материалов, большое значение имеют высокая растворимость в растворителях, способность образовывать сетчатые структуры в покрытии, по возможности при более низких температурах. Такой эффект достигается достаточно успешно при модификации полиэфиров насыщенными жирными кислотами растительных масел.

С развитием химии и технологии алкидных олигоэфиров в качестве модифицирующих одноосновных кислот стали применять кислоты канифоли, кислоты таллового масла, разветвленные кислоты и др. Производство алкидов играет доминирующую роль в лакокрасочной промышленности. Так, выпуск алкидов составляет 60 – 70% от общего выпуска синтетических пленкообразующих веществ.

Алкидные олигоэфиры обычно получают двумя способами: жирнокислотным и алкоголизным. По жирнокислотному способу в реактор загружают все компоненты: многоатомный спирт, многоосновную и одноосновные жирные модифицирующие кис-

лоты. Однако процесс не актуален в связи со сложностью получения жирных кислот из растительных масел.

Алкоголизным способом можно модифицировать алкиды без расщепления масел с образованием моноглицерида и последующей поликонденсацией с кабоновой кислотой. Окончание стадии алкоголиза необходимо устанавливать с большой точностью, так как в случае незавершенного алкоголиза в реакционной массе может остаться достаточное количество непрореагировавшего глицерина. И если в реактор раньше времени загрузить фталевый ангидрид, он этерифицирует все три гидроксильные группы глицерина с образованием немодифицированного плохо растворимого полиэфира.

Отверждение алкидов в покрытии происходит за счет окислительной полимеризации по двойным связям ненасыщенных жирных кислот растительных масел при обычной температуре. В том случае, когда при модификации в молекулу алкида было введено недостаточное количество таких кислот, в присутствии кислых катализаторов отверждение может происходить в результате реакции поликонденсации по свободным карбоксильным и гидроксильным группам.

Классификация алкидов. В зависимости от исходного спирта различают алкиды: глифталевые (на основе глицерина), пентафталевые (на основе пентаэритрита), этрифталевые (на основе этриола), ксифталевые (на основе ксилита); в зависимости от типа используемых растительных масел или жирных кислот различают олигомеры высыхающие и невысыхающие.

По содержанию масла [% (масс.)] алкиды подразделяются на сверхтощие (до 34%), тощие (35 – 45%), средней жирности (46 – 55%) и жирные (56 – 70%). Тощие невысыхающие алкиды на сыром касторовом масле называют *резилowymi*.

Свойства алкидов

Алкидные смолы представляют собой высоковязкие жидкости от светло-желтого до темно-желтого цвета и имеют молекулярную массу от 1500 до 5000. Обычно их выпускают в виде 40 – 60%-ных растворов в органических растворителях (уайт-спирит, сольвент, толуол и др.). Растворимость алкидов в алифатических углеводородах возрастает с увеличением содержания жирных кислот масел (рис. 2.2).

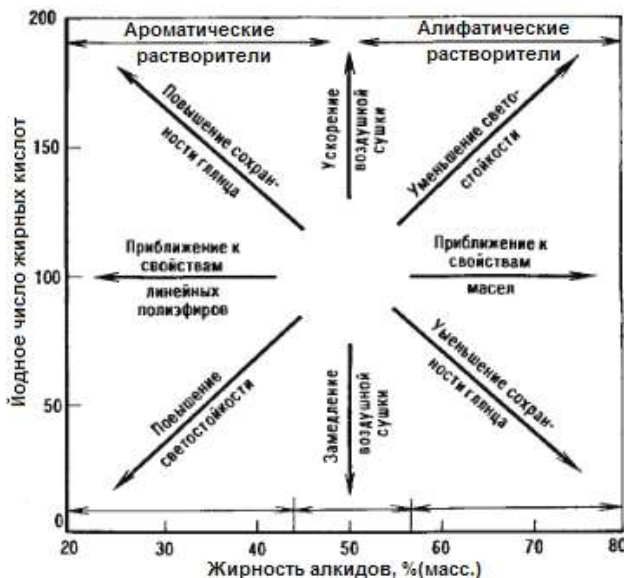


Рис. 2.2. Зависимость свойств алкидов от содержания и вида жирных кислот

Способность алкидов отверждаться на воздухе при обычной температуре зависит от типа модифицирующих одноосновных кислот (см. рис. 2.1). При модификации полиэфиров кислотами высыхающих масел (тунговое, льняное, дегидратированное касторовое) алкиды хорошо отверждаются при низких температурах. Алкиды, модифицированные полувсыхающими маслами (подсолнечное, соевое, хлопковое и др.) отверждаются медленнее, но покрытия на их основе более эластичны и менее склонны к пожелтению и потере глянца.

Следует заметить, что увеличение содержания двойных связей в алкидных полимерах обычно способствует протеканию химических реакций, ускоряющих старение покрытия. Поэтому, если на образование сетчатой структуры полимера при отверждении покрытия израсходовались не все двойные связи, имевшиеся в олигоэфире, такое покрытие будет характеризоваться повышенной склонностью к старению: быстрее темнеет на свету и при нагревании, быстрее теряет свою механическую проч-

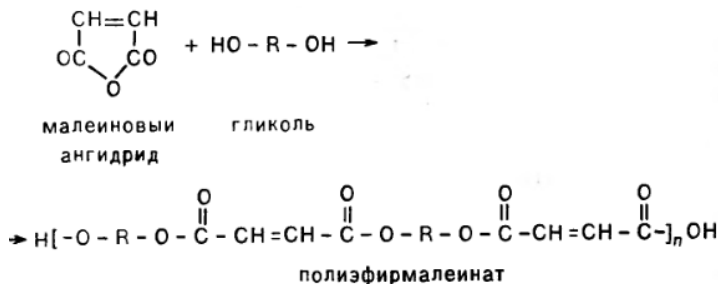
ность. С целью получения более долговечных эластичных покрытий для модификации используют различные смеси насыщенных и ненасыщенных кислот.

Применение алкидов

Алкидные полимеры используются для приготовления множества лакокрасочных композиций различного назначения: масляные краски для наружных и внутренних работ, эмали по металлу, электроизоляционные лаки. Используется свойство алкидов химически взаимодействовать по свободным функциональным группам с другими полимерами. Широкое применение нашли алкидно-карбамидо- и меламиноформальдегидные, алкидно-полиуретановые, алкидно-стирольные и другие полимеры.

2.3.5. Ненасыщенные полиэфир

Полиэфирмалеинаты — полиэфир линейного строения, полученные на основе малеиновой кислоты и гликолей (этиленгликоль, диэтиленгликоль, пропиленгликоль). Обычно вместо малеиновой кислоты используют ее ангидрид.



Наряду с малеиновым ангидридом в качестве модифицирующих добавок используют адипиновую, себациновую, изофталевую, ортофталевую кислоты. Варьируя состав и соотношение таких кислотных добавок, можно получать полиэфирмалеинаты с различной степенью ненасыщенности, а также влиять на эластичность и химическую стойкость покрытий. Используемые

в лакокрасочной промышленности полиэфирсы обычно имеют молекулярную массу 800 – 1000.

Композиции на основе полиэфирмалеинатов в зависимости от состава компонентов делятся на парафинсодержащие и беспарафиновые. Парафин требуется для увеличения жизнеспособности композиции.

Парафинсодержащие лаки содержат в качестве непредельного мономера стирол. При смешении лака с инициатором и ускорителем сополимеризация полиэфирсы со стиролом протекает с большой скоростью, поэтому лаки на основе полиэфирмалеинатов выпускают в виде многокомпонентных систем. Время, в течение которого композиция после смешения компонентов остается пригодной для нанесения на поверхность, называется *жизнеспособностью* композиции. Этот показатель зависит от степени ненасыщенности полиэфирсы, природы инициатора и ускорителя и колеблется от нескольких минут до нескольких часов.

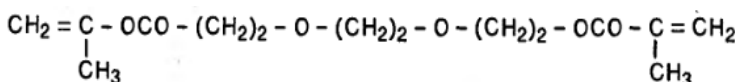
В зависимости от жизнеспособности композиция может быть двух-, трех- и четырехкомпонентной. Двухкомпонентные лаки состоят из двух компонентов: полуфабрикатный лак (раствор полиэфирсы в мономере с добавкой ускорителя) и раствор всплывающей добавки (парафин) и инициатора. Трехкомпонентные композиции состоят из трех растворов: полиэфирсы в мономере, ускорителя в мономере, стирола с инициатором. В четырехкомпонентной системе раствор всплывающей добавки фасуется отдельно. Многокомпонентные системы часто называют многоупаковочными, поскольку каждый компонент выпускается в отдельной упаковке.

Использование парафина в стиролсодержащих полиэфирмалеинатных лаках создает некоторые трудности при нанесении покрытий, так как при определенных условиях при отверждении покрытия он всплывает плохо. При нормальном течении процесса отверждения покрытия весь парафин всплывает на поверхность и удаляется с твердого покрытия при шлифовании.

Несмотря на относительно невысокую стоимость и доступность, стиролсодержащие лаки имеют ряд существенных недостатков. К ним можно отнести ингибирование сополимеризации

кислородом воздуха, возможность плохого всплывания парафина, необходимость шлифовки покрытия. Однако широкое распространение лаков этого типа объясняется рядом ценных свойств получаемых покрытий: хорошей адгезией к древесине, сильным гляncем, высокими твердостью, химической стойкостью и водостойкостью.

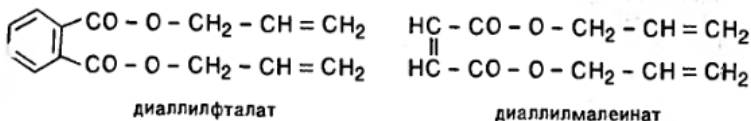
В состав беспарафиновых лаков вместо стиорла вводят акрилаты. Наиболее распространенным является триэтиленгликолевый эфир метакриловой кислоты (ТГМ-3):



Полимеризация ТГМ-3 в меньшей степени ингибируется кислородом, чем полимеризация стиорола, поэтому отпадает необходимость в изоляции отверждаемого покрытия парафиновой пленкой.

Эфир ТГМ-3 менее реакционноспособен, чем стиорол, и поэтому продолжительность сушки беспарафиновых лаков значительно больше по сравнению с продолжительностью сушки парафинсодержащих лаков. Однако время отверждения может быть сокращена до 40 – 50 мин, если его проводить при повышенных температурах. Покрытия на основе композиций, содержащих ТГМ-3, характеризуются значительно более высокими эластичностью и адгезией к различным подложкам по сравнению со стиоролсодержащими композициями.

В качестве ненасыщенных реакционноспособных мономеров используют различные эфиры аллилового спирта:



Полиэфиракрилаты получают поликонденсацией двухосновных кислот с полиолами с добавками акриловой и метакриловой кислот:



Акриловые кислоты, будучи монофункциональными соединениями, играют роль обрывателей цепи и обеспечивают в зависимости от их содержания в реакционной массе получение олигомеров с молекулярной массой 500 – 600. Применение трех- и четырех атомных спиртов позволяет ввести в молекулу олигоэфира до десятка акрилатных групп.

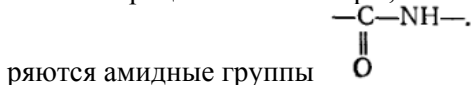
Полиэфиракрилаты способны к гомополимеризации, и поэтому отпадает необходимость при отверждении вводить в них активные ненасыщенные летучие токсичные мономеры, как, например, стирол-в полиэфирмалеинаты. Кислород воздуха не оказывает ингибирующего действия на полимеризацию при отверждении, что позволяет полностью отказаться от введения парафина в лаки.

Полиэфиракрилатные лаки являются двухупаковочными материалами и состоят из полуфабрикатного лака (50%-ный раствор полимера в смеси толуола и ацетона с добавкой ускорителя полимеризации) в растворе инициаторов (гидропероксид изопропилбензола). Отверждение полиэфиракрилатных лаков можно проводить при комнатной температуре и при повышенных температурах.

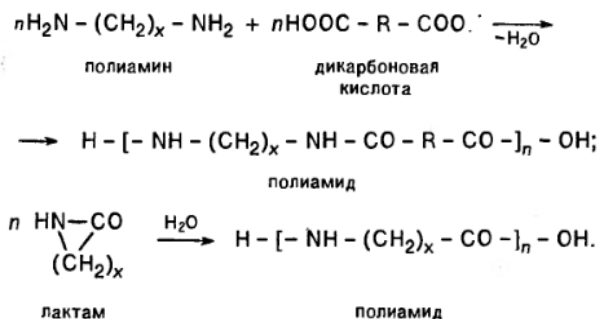
Полиэфиракрилатные лаки находят широкое применение для отделки древесины.

2.3.6. Полиамиды

Свойства и применение полиамидов. Полиамидами называют гетероцепные полимеры, в основной цепи которых повто-



Полиамиды получают поликонденсацией полиаминов с многоосновными карбоновыми кислотами или полимеризацией лактамов:



В качестве исходных продуктов могут использоваться как алифатические, так и ароматические полиамины и поликарбоновые кислоты. Ароматические соединения способствуют получению более термостойких полимеров, но с меньшими эластичностью, водо- и морозостойкостью.

Высокомолекулярные полиамиды обычно применяются в производстве синтетических волокон. В лакокрасочной промышленности полиамиды находят ограниченное применение из-за плохой растворимости в органических растворителях, низкой водостойкости и невысокой адгезии к металлам. Вследствие плохой растворимости полиамиды используются в качестве пленкообразующих в основном в порошковых композициях. Полученные из этих композиций покрытия обладают высокой механической устойчивостью, удовлетворительной стойкостью к действию химических реагентов, минеральных масел и органических растворителей. Серьезным недостатком полиамидных покрытий является их низкая водостойкость. Более широко в технологии лаков и красок, используются низкомолекулярные полиамиды в качестве отвердителей эпоксидных полимеров.

2.3.7. Фенолоформальдегидные олигомеры

Фенолоформальдегидные олигомеры представляют собой продукты поликонденсации фенолов с формальдегидом в щелочной среде.

лочной или в кислой среде. Фенолоформальдегидные олигомеры подразделяются на термопластичные (новолачные) и термореактивные (резольные). По растворимости их подразделяют на спирторастворимые, маслорастворимые и водорастворимые. Кроме того, различают немодифицированные и модифицированные олигомеры. Модифицирование фенолоформальдегидных олигомеров может быть проведено маслами, спиртами, смоляными и жирными кислотами, а также различными пленкообразующими веществами, по отношению к которым фенолоформальдегидные олигомеры играют роль сшивающего (отверждающего) агента.

Свойства и применение

Фенолоформальдегидные олигомеры относятся к числу наиболее термостойких органических полимеров: при температурах до 300 °С они практически не претерпевают никаких изменений; в основном удаляются непрореагировавшие остаточные фенол и формальдегид.

Блокирование фенольного гидроксила может обусловить значительное увеличение способности покрытия противостоять термоокислительной деструкции. Это достигается различными способами модификации фенольных олигомеров.

2.3.8. Немодифицированные олигомеры

Немодифицированные фенолоформальдегидные олигомеры составляют наиболее многочисленную группу фенолоформальдегидных олигомеров, растворимых в органических растворителях. Новолачные и резольные олигомеры растворяются в спиртах, сложных эфирах, кетонах и других полярных растворителях.

Новолачные олигомеры имеют линейную структуру и термопластичны. Они находят применение в производстве спиртовых лаков для покрытий по дереву. Покрытия на основе новолачных олигомеров хрупки и со временем приобретают красноватый оттенок вследствие окисления свободного фенола, остающегося в олигомере при его синтезе. Новолачные олигомеры могут участвовать в реакциях с другими олигомерами и мономерами с образованием термореактивных покрытий. Например, при их взаимодействии с эпоксидными олигомерами получают

ся эпоксидно-новолачные лакокрасочные материалы, обладающие исключительно высокими механическими и защитно-декоративными свойствами.

Резольные олигомеры, полученные при температурах ниже 70 °С, являются жидкими продуктами со степенью полимеризации 1-2. При 70 – 95 °С образуются олигомеры с молекулярной массой 700 – 900, представляющие собой высоковязкие или твердые материалы с температурой размягчения 70 – 90 °С. Отверждение покрытий на основе резольных олигомеров протекает с достаточной скоростью при температурах выше 100 °С, однако уже при 200 °С ухудшаются механические свойства покрытий, и они темнеют.

В присутствии кислых катализаторов отверждение резольных покрытий можно осуществляться с достаточной скоростью и при низких температурах. В качестве катализаторов используют соляную, серную, фосфорную, щавелевую и др. кислоты. Кислоты добавляют в лак перед употреблением до достижения значений pH 4. Покрытия на основе резолов обладают высокой термостойкостью и кислотостойкостью, твердостью, но с невысокими адгезией и эластичностью. Под действием света покрытия темнеют и становятся более хрупкими.

В основном резольные олигомеры применяются для антикоррозионной защиты черных металлов, а также в производстве электроизоляционных лаков, пропиточных материалов и клеев.

Плохая совместимость с маслами и другими пленкообразующими веществами и нерастворимость в дешевых лаковых растворителях ограничивают применение фенолоформальдегидных олигомеров. Для улучшения этих свойств используют фенолоформальдегидные олигомеры на основе замещенных фенолов.

2.3.9. Модифицированные олигомеры

Основной целью модификации является улучшение механических свойств покрытий по сравнению покрытий на основе немодифицированных резольных и новолачных олигомеров. В производстве лакокрасочных материалов применяют следующие способы модификации: этерификация спиртами, взаимодействие с кислотами канифоли и растительными маслами.

Приведение модифицирующего компонента в молекулу в фенолоформальдегидного олигомера улучшаются растворимость в традиционных органических растворителях и совместимость с другими пленкообразователями. Этерификацию метильных групп резольных олигомеров обычно проводят бутанолом поскольку при использовании спиртов с меньшим числом углеродных атомов не достигаются требуемые эластичность покрытия и растворимость олигомера.

Они обычно используются в композициях с эпоксидными олигомерами. Полученные покрытия обладают высокой химической стойкостью и эластичностью, применяются в производстве лаков для консервной тары и для других целей. Бутонолизация дает возможность улучшить совместимость фенолоформальдегидного олигомеров с растительными маслами в, что, в свою очередь, позволяет применять последние в качестве модификаторов резольных олигомеров.

Резольные олигомеры, модифицированные канифолью используют в качестве добавок к нитроцеллюлозным лакам, алкидам и различным синтетическим пленкообразующим синтетическим пленкообразующим веществам. Они способствуют повышению твердости и химической стойкости покрытий. Однако, при модификации канифолью в молекулу олигомера вводится большое количество карбоксильных групп, что отрицательно сказывается на водостойкости покрытий. Поэтому для модификации предложено использовать глицериновые или пентозэритровые эфиры канифоли. При модификации фенольных олигомеров растительными маслами улучшаются эластичность и адгезия покрытия. Для модификации можно использовать олигомеры на основе замещенных фенолов (на паратретбутилфеноле).

Покрытия, полученные на основе модифицированных маслами резольных олигомеров, обладают, наряду с хорошей адгезией и эластичностью, также высокими кислото-, масло, и бензостойкостью и электроизоляционными свойствами.

2.3.10. Аминоформальдегидные олигомеры

К группе аминоформальдегидных олигомеров относятся карбамидо- и меламиноформальдегидные олигомеры.

Меламин

Поликонденсация формальдегида с карбамидом и меламином протекает в несколько стадий. Вначале происходит присоединение формальдегида с образованием метиловых производных с последующей их конденсацией.

Карбамидоформальдегидные олигомеры термореактивны и имеют степень полимеризация $x=5-8$. Немодифицированные аминокформальдегидные олигомеры растворяются в воде. Растворимость олигомера повышается с увеличением длины углеводородной цепи в молекуле модифицирующего спирта, однако уменьшается растворимость метилольных производных в этом спирте, что значительно усложняет технологию получения олигомера. Оптимальные результаты были получены при использовании бутанола.

Малобутанолизированные карбаминоформальдегидные олигомеры характеризуются высокой реакционной способностью и используются в лакокрасочных материалах, отверждаемых при температурах около 100 °С или в нормальных условиях в присутствии кислых катализаторов. Олигомеры со средней степенью бутанолиза отличаются средней реакционной способностью и входят в состав композиций, отверждаемых при 120 – 130 °С. При высокой степени бутанолиза отверждение покрытий происходит при температуре выше 130 °С.

Карбамидоформальдегидные олигомеры как индивидуальные пленкообразующие вещества не применяются. Их используют в качестве модификаторов и сшивающих агентов для дру-

гих синтетических полимеров. Наиболее часто их используют совместно с алкидными олигомерами.

Карбаминоформальдегидные и меламинаформальдегидные олигомеры в сочетании с другими пленкообразующими веществами применяют в различных композициях, наносимых на деревянные и металлические поверхности (при окраске приборов: холодильников, стиральных машин, велосипедов, деталей автомобилей и т.д.). Отличительной особенностью карбаминоформальдегидных олигомеров является бесцветность, что имеет большое значение при использовании их в производстве светлых эмалей. Материалы, наносимые на металл, отверждаются при высоких температурах. Обычно их применяют в смеси с тощими алкидными олигомерами.

В отличие от карбаминоалкидных меламиналкидные композиции быстрее отверждаются при более низких температурах (до 120 °С). Меламиналкидные покрытия обладают большими водостойкостью, атмосферостойкостью и стабильностью цвета при нагревании. По атмосферостойкости они также превосходят мочевиноформальдегидные олигомеры, что обуславливает их широкое применение для окраски автомобилей, сельскохозяйственных машин, приборов и т.д.

2.3.11. Эпоксидные олигомеры

Благодаря высокой химической стойкости покрытий и способности совмещаться со многими известными пленкообразующими веществами эпоксидные олигомеры в настоящее время получили весьма широкое применение в различных отраслях промышленности.

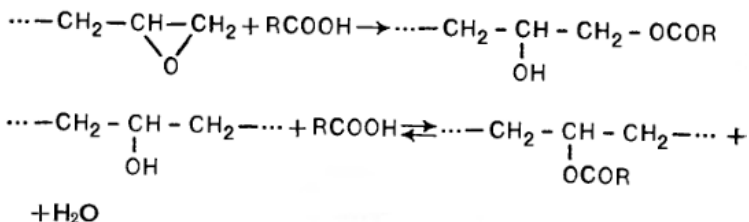
В зависимости от исходных продуктов эпоксидные олигомеры можно разделить на группы: диановые олигомеры, алифатические эпоксидные олигомеры, циклоалифатические олигомеры.

Диановые олигомеры могут быть немодифицированные и модифицированные. К модифицированным следует отнести эпоксизиферы, полиэпоксиды и диановые олигомеры, модифицированные другими олигомерами (изоцианатами, аминаформальдегидными и т.д.).

Исходным сырьем для их получения служат 4,4'-дигидроксидифенилпропан, называемый в технике дифенилолпропаном или диан и эпихлгидрин. Эпоксидные олигомеры, как правило, содержат в молекуле не менее двух эпоксидных или глицидных групп. По этим группам в основном происходит образование сетчатого полимера.

2.3.12. Эпоксидэфир

Эпоксидэфир являются модифицированными диановыми олигомерами. Они получают при взаимодействии гидроксильной или эпоксидной группы дианового олигомера с одноосновными жирными кислотами:



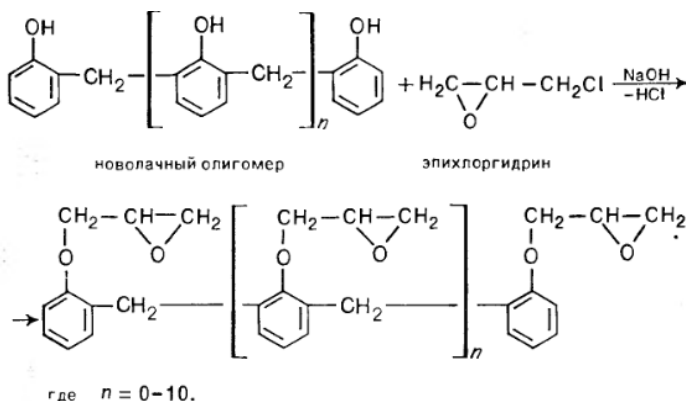
В качестве модификаторов обычно используют кислоты высыхающих и полувысыхающих масел (линолевую, линоленовую, олеиновую, стеариновую, пальмитиновую и др.), а также кислоты канифоли и таллового масла.

При введении в молекулу эпоксидного олигомера жирнокислотных остатков покрытиям на их основе придается эластичность.

По аналогии с алкидами эпоксидэфир принято разделять по степени этерификации на жирные 0.7-0.9, средние до 0.5 и тонкие — 0.3-0.45. Свойства эпоксидэфиров определяются массой эпоксидного олигомера, типом модифицирующих одноосновных кислот и степенью этерификации. Эпоксидэфир, содержащие ненасыщенные жирные кислоты, по аналогии с алкидами отверждаются на воздухе за счет окислительной полимеризации.

2.3.13. Полиэпоксиды

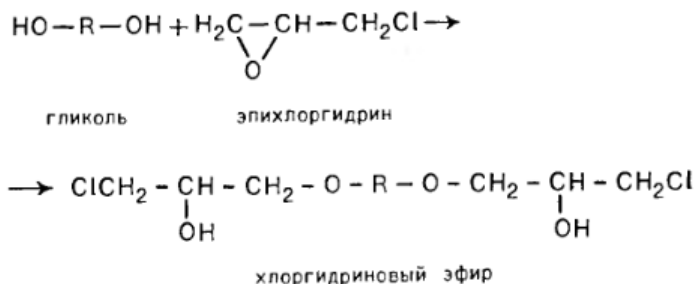
Полиэпоксиды – эпоксидированные новолачные олигомеры (взаимодействие эпихлоргидрина с новолачными олигомерами). При этом протекают реакции, аналогичные рассмотренным для диановых олигомеров:



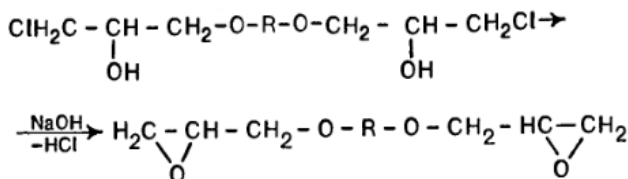
Большое число эпоксидных групп и их плотная упаковка обуславливают образование более плотной сетчатой структуры отвержденного полимера– низкая эластичность покрытий.

Алифатические эпоксидные олигомеры являются продуктами взаимодействия эпихлоргидрина с этиленгликолем, ди-триэтиленгликолем, глицерином и т.д. При этом протекают следующие реакции:

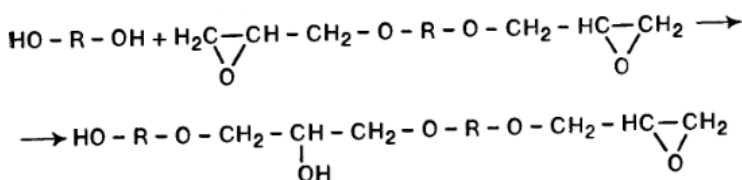
образование хлоргидриновых эфиров:



Дегидрохлорирование хлоргидринового эфира:



реакция полиприсоединения:



Они являются низковязкими жидкостями с высоким содержанием эпоксидных групп. Обычно их используют для понижения вязкости эпоксидных композиций, а также придания пластифицирующих свойств при отверждении покрытия.

Циклоалифатические эпоксисоединения — продукты взаимодействия эпихлоргидрина с циклоалифатическими диенами. При отверждении образуются полимерные сетки высокой частоты, в которых поперечные связи непосредственно соединяют циклы. Этим объясняется повышенная жесткость и теплоустойчивость отвержденного полимера.

Свойства и применение эпоксидных олигомеров

Несмотря на большое разнообразие эпоксидных олигомеров и их композиций с отвердителями, для них можно отметить некоторые общие свойства. Во-первых, это высокая химическая и термическая стойкость, хорошая адгезия к различным материалам, высокие электроизоляционные свойства. Составляя различные композиции на основе эпоксидных олигомеров с отвердителями, можно добиваться улучшения или ухудшения тех или иных характеристик отвержденного полимера в зависимости от его назначения.

Благодаря ценному комплексу характеристик эпоксидные олигомеры широко применяются не только для изготовления лакокрасочных материалов, но и в других отраслях промышленности. Их используют в качестве компонентов заливочных компаундов в электротехнике, при изготовлении клеев. В производстве лаков и красок их используют для приготовления различных материалов, образующих электроизоляционные и химически стойкие покрытия с высокой водостойкостью. В частности, покрытия на основе эпоксидных олигомеров используются в производстве лаков для консервной тары.

При получении эпоксидных лаков в качестве растворителей используют простые эфиры гликолей (целлозольвы), ароматические углеводороды, кетоны, спирты.

Обычно растворитель выбирается для каждой конкретной системы отдельно. Так, например, для эпоксидно-аминной композиции применяют смеси спиртов (к-бутанол, диацетоновый) и кетонов (ацетон, метилэтилкетон, циклогексанон), ароматические углеводороды и целлозольвы. Для эпоксидно-изоцианатных систем в качестве растворителей используют соединения, не содержащие гидроксильных групп. Обычно такие композиции растворяют в кетонах. Эпоксифиры хорошо растворяются в ксилоле и уайт-спирите.

В последние годы эпоксидные олигомеры с молекулярной массой 1400 – 2500 стали использовать в производстве порошковых красок. Это новые лакокрасочные материалы, не содержащие растворителей (см. гл. 11).

2.3.14. Кремнийорганические полимеры

По строению основной полимерной цепи кремнийорганические полимеры делятся на полиорганосилоксаны (основная цепь —Si—O—Si—), полиорганосилазаны (основная цепь —Si—N—Si—) и полиэлементоорганосилоксаны (основная цепь состоит из чередующихся атомов кремния, кислорода и другого элемента – обычно алюминия или титана).

Полиорганосилоксаны разделяют на немодифицированные и модифицированные. В технологии лакокрасочных покрытий в основном применяются полиорганосилоксаны, что обусловлено

чрезвычайно высокой термостойкостью, высокими свето- и морозостойкостью этих полимеров.

Кремнийорганические полимеры и олигомеры помимо высокой термостойкости обладают рядом уникальных свойств, к которым можно отнести следующие:

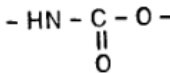
- 1) малую зависимость вязкости от температуры, что очень важно при эксплуатации смазочных материалов;
- 2) сохранение текучести при очень низких температурах (ниже минус 80 °С);
- 3) хорошие электроизоляционные свойства;
- 4) стойкость к атмосферным воздействиям;
- 5) биологическую инертность;
- 6) водоотталкивающее действие.

Благодаря этим свойствам силоксановые жидкости широко применяются как теплоносители, антивспениватели, диэлектрики, герметики, смазочные материалы, водоотталкивающие вещества.

2.3.15. Полиуретаны

Полиуретанами называют полимеры, содержащие в основ-

ной цепи уретановые группы



Полиуретановые материалы отличаются от остальных лакокрасочных композиций тем, что образование полимера – полиуретана происходит непосредственно в покрытии; на окрашиваемую поверхность наносят смесь мономерных соединений и создают условия для их полимеризации.

2.4. Пленкообразующие вещества на основе природных соединений

Несмотря на бурное развитие химии высокомолекулярных соединений и широкое применение в лакокрасочной промышленности синтетических полимеров, при производстве лаков и красок ряд природных пленкообразующих веществ еще сохраняет свое значение.

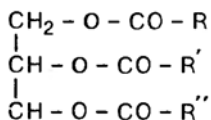
Причиной этому служит истощение сырьевых ресурсов (нефть, газ, каменный уголь) для производства синтетических материалов. Пленкообразующие вещества растительного происхождения обеспечены ежегодно возобновляемым сырьем, и при рациональном ведении хозяйства источники растительного сырья практически неисчерпаемы.

В настоящее время в технологии лаков и красок широко используются следующие природные пленкообразователи: растительные масла, канифоль, эфиры целлюлозы, битумы и др.

2.4.1. Растительные масла и продукты их переработки. Химический состав и классификация растительных масел

Получаемые из масличных растений масла представляют собой триглицериды преимущественно неразветвленных одноосновных жирных кислот. В состав триглицеридов могут входить остатки одинаковых или различных жирных кислот, содержащих обычно 18 (реже 16) атомов углерода и отличающихся по числу и положению двойных связей (изолированные или сопряженные), что сильно влияет на способность масла к высыханию (ауто-окислительному отверждению).

По химической структуре растительные масла представляют собой смеси полных эфиров глицерина и длинноцепных жирных кислот:



где R, R', R'' – остатки жирных кислот.

В состав растительных масел входят главным образом остатки длинноцепных одноосновных насыщенных и ненасыщенных кислот с четным числом атомов. Из насыщенных кислот в маслах наиболее часто встречаются миристиновая (C₁₄), пальмитиновая (C₁₆), стеариновая (C₁₈), арахидиновая (C₂₀) и бегеновая (C₂₂).

Ненасыщенные кислоты масел принадлежат к различным гомологическим рядам, отличающимся числом двойных связей. Наиболее часто встречаются ненасыщенные кислоты, приведенные на с. 190.

Положение двойной связи может меняться при нагревании и при различных химических воздействиях. Изменение положения двойных связей в молекулах жирных кислот называется изомеризацией.

В том случае, когда при изомеризации двойная связь находится дальше от карбоксильной группы, склонность таких кислот и их эфиров к полимеризации снижается. Термообработка в щелочной среде способствует миграции двойной связи в положение, смежное с карбоксильной группой.

Реакционная способность двойных связей определяет пленкообразующие свойства растительных масел. Именно по этому признаку масла делят на *высыхающие*, *полувывсыхающие* и *невысыхающие* (рис. 3.2.).

В полувывсыхающих маслах отсутствуют триеновые кислоты при высоком содержании олеиновой кислоты (30 – 40%). В невысыхающих маслах кислоты с одной двойной связью составляют более 70%:

Олеиновая	$C_{18}H_{34}O_2$	$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
Линолевая	$C_{18}H_{32}O_2$	$CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
Линоленовая	$C_{18}H_{30}O_2$	$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
Элеостеариновая	$C_{18}H_{30}O_2$	$CH_3-(CH_2)_3-CH=CH-CH=CH-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
Рицинолевая	$C_{18}H_{34}O_2$	$CH_3-(CH_2)_5-CH(OH)-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$

Для высыхающих масел характерно высокое содержание кислот с тремя двойными связями. Так, масла тунговое (получают из плодов тунгового дерева) и ойтисиковое (получают из семян розового дерева) содержат более 73% триеновых кислот. Остальные высыхающие масла содержат около 80% ненасыщенных кислот, причем содержание линоленовой кислоты в этих маслах составляет 20 – 40%.

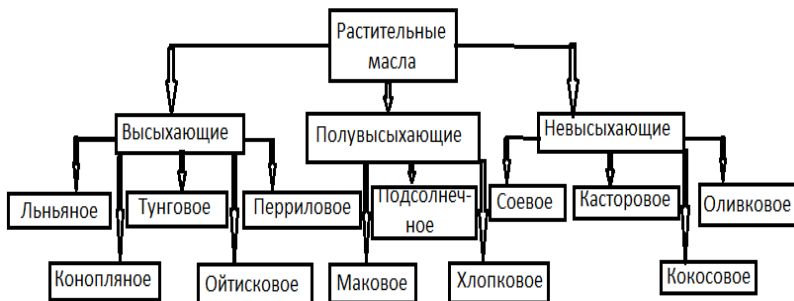


Рис. 2.3. Классификация растительных масел

2.4.2. Получение и очистка растительных масел

Извлечение масел, содержащихся в различных растениях, обычно проводят прессованием или экстракцией растворителями. При этом получают так называемые *сырые масла*, содержащие различные нежелательные примеси: свободные жирные кислоты (около 1%), нежировые примеси (около 5%). К числу нежировых примесей относятся фосфатиды, представляющие собой сложные эфиры глицерина жирных кислот и замещенной фосфорной кислоты; минеральные фосфаты, слизи, антиоксиданты, красящие вещества.

Фосфатиды и слизи гидрофильны и поэтому снижают водостойкость покрытий. Свободные жирные кислоты и продукты их распада снижают скорость высыхания покрытий, ухудшают их механические свойства. Красящие вещества придают маслам интенсивную окраску, что затрудняет их использование для получения покрытий светлых оттенков. Антиоксиданты замедляют окислительную полимеризацию – основной процесс при пленкообразовании масел. Вследствие этого растительные масла, предназначенные для производства лакокрасочных материалов, подвергают очистке от вредных примесей.

Процесс очистки (рафинации) растительных масел предусматривает следующие операции:

- 1) обработка масла кислотой для удаления слизистых веществ и фосфатидов;

2) нейтрализация щелочью для удаления свободных жирных кислот;

3) промывка масла водой для удаления остатков щелочи, солей жирных кислот, фосфатидов и других водорастворимых примесей;

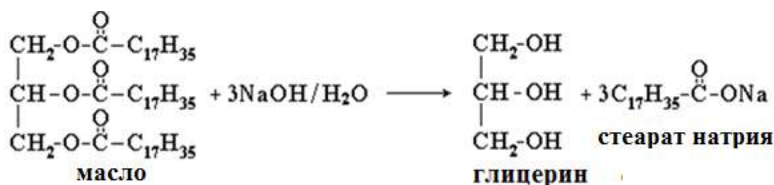
4) обезвоживание масла;

5) отбеливание масла.

Химические свойства растительных масел и процесс пленкообразования

Химические свойства растительных масел определяются наличием в их молекулах сложноэфирных группировок и двойных связей. Являясь сложными эфирами, растительные масла могут участвовать во всех реакциях, характерных для этого класса соединений: гидролизе, алкоголизе, ацидолизе.

При гидролизе образуются жирные кислоты, что используются в промышленных способах получения свободных жирных кислот масел:



Масляная пленка, нанесенная на поверхность, подвергаясь воздействию кислорода воздуха, затвердевает при нормальной температуре.

Процесс пленкообразования масел на воздухе имеет индукционный период, в течение которого происходит образование пероксидов и гидропероксидов в молекулах жирных кислот. Затем с появлением свободных радикалов начинаются полимеризационные процессы. В результате вязкость масляной пленки увеличивается, и доступ воздуха в толщу пленки уменьшается. Следствием этого является преимущественное протекание процесса радикальной полимеризации в нижних слоях покрытия.

Растительные масла образуют твердую необратимую пленку в результате образования сетчатой (пространственной) структуры вследствие протекания в основном аутоокислительной полимеризации по двойным связям жирных кислот.

Процесс взаимодействия масла с кислородом воздуха продолжается и после высыхания в покрытии. С течением времени увеличивается число поперечных связей, что способствует повышению твердости и увеличению хрупкости покрытия. Кроме того, образуются кислородсодержащие функциональные группы (гидроксильные, кетонные, эпоксидные), снижающие водостойкость покрытия благодаря увеличению его гидрофильности.

Переработка растительных масел

Растительные масла в необработанном виде находят ограниченное применение в лакокрасочных материалах вследствие длительного и недостаточно полного высыхания. Для повышения скорости высыхания растительных масел их подвергают обработке, в результате которой полувсыхающие масла превращаются в высыхающие. Кроме того, предварительная обработка масел позволяет направленно регулировать их свойства.

Улучшение качества покрытия и увеличение скорости пленкообразования достигается после следующих видов обработки: окислирования, полимеризации, дегидратации, эпоксилирования, а также модификации другими непредельными соединениями (малеиновым ангидридом, стиролом и др.).

2.4.3. Лакокрасочные материалы на основе растительных масел

На основе переработанных растительных масел готовят олифы и масляные лаки.

Олифы – это лакокрасочные материалы, содержащие переработанные растительные масла, сиккативы и в некоторых случаях – растворитель. Различают *натуральные* и *уплотненные олифы*.

Натуральные олифы готовят на основе высыхающих масел (льняного, конопляного) без добавления растворителя. Их получают путем термообработки масла при 120 – 160 °С с добав-

лением сиккатива. В некоторых случаях проводят продувку воздуха через масло. Такие олифы называют *оксиполимеризованными*. Последние имеют более темный цвет и образуют более быстро стареющие покрытия, чем покрытия на основе олиф, полученных без продувки воздухом. В целях экономии дефицитных высыхающих масел в натуральные олифы можно добавлять до 25% полувысыхающих масел.

Уплотненные олифы готовят на основе высыхающих и полувысыхающих масел, подвергнутых более глубокой полимеризации или оксидации. Поскольку такие масла имеют высокую вязкость, их разбавляют растворителями.

Покрытия на основе окисленных масел (олиф «оксоль») характеризуются хорошим глянцем и высокой адгезией, но невысокой водостойкостью: срок их службы не превышает трех лет. Для получения комбинированных олиф используют смесь полимеризованного и окисленного масел.

Олифы применяют для грунтования деревянных поверхностей, а также в производстве масляных красок: их используют для разведения густотертых масляных красок до рабочей вязкости перед употреблением.

Масляные лаки представляют собой смеси либо продукты взаимодействия растительных масел с природными или синтетическими полимерами, растворенные в органических растворителях.

Масляные лаки делят по содержанию масла на жирные (55%), средние (35%) и тощие (15%).

От содержания масла в лаке зависят многие свойства покрытия. Тощие лаки содержат небольшое количество масла и поэтому образуют покрытия с низкой атмосферостойкостью. Жирные лаки образуют более атмосферостойкие покрытия, с большей эластичностью, но отверждаются медленнее тощих.

Необходимая жирность лака в основном определяется свойствами смолы: чем ниже атмосферостойкость смолы, тем выше должна быть жирность лака. Например, при использовании аддуктов канифоли высокого качества требуется меньше масла, чем при использовании других производных канифоли.

Масляные лаки могут быть получены смешением компонентов без подогрева и при повышенных температурах. В пос-

леднем случае обеспечивается химическое взаимодействие компонентов, что положительно сказывается на качестве лакокрасочного материала.

Масляные лаки применяют для лакирования деревянных поверхностей и в качестве пропиточных электроизоляционных составов. Они используются также для получения красок, грунтовок, шпатлевок, применяемых в различных отраслях машиностроения, судостроения и других областях народного хозяйства.

2.5. Природные смолы

С развитием химии полимеров природные смолы утратили свое значение как основное сырье в производстве лакокрасочных материалов. В основном они используются в качестве модификаторов синтетических полимеров или как добавки к ним.

Природные смолы представляют собой стекловидные вещества различной степени прозрачности и окраски. Все природные смолы (за исключением шеллака) растительного происхождения и содержатся в бальзамах – жидких выделениях растений. Смолообразование происходит в результате испарения жидкой части бальзама, возможно с одновременным протеканием процессов окисления и полимеризации.

Большинство природных смол добывают в странах с тропическим климатом. Некоторые смолы («молодые») собирают непосредственно с деревьев, другие извлекают из-под корней деревьев с небольшой глубины (полуископаемые) или добывают из-под земли (ископаемые).

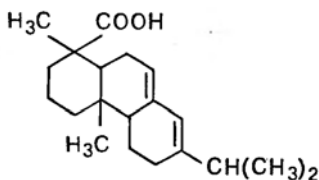
Химический состав большинства природных смол неизвестен. Растительные смолы содержат резиноловые (смоляные) кислоты и иногда ароматические кислоты, резинолы (одно- и многоатомные смоляные спирты), эфиры этих кислот и спиртов. Кроме того, в смолах могут присутствовать эфирные масла и вода.

2.5.1. Канифоль и ее производные

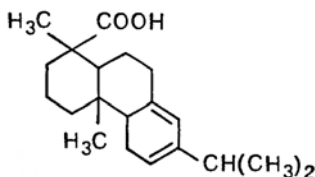
Канифоль – смола растительного происхождения, получаемая из смоляных выделений хвойных деревьев.

По химическому составу канифоль представляет собой смесь изомерных смоляных кислот $C_{20}H_{30}O_2$ и жирных кислот.

Наиболее устойчивыми изомерами смоляных кислот являются абиетиновая и *l*-пимаровая кислоты:



Абиетиновая кислота



l – пимаровая кислота

Остальные изомеры менее устойчивы и быстро переходят в абиетиновую кислоту.

В зависимости от способа получения различают канифоль *живичную*, *экстракционную* и *талловую*.

Для производства *живичной канифоли* используют живицу, представляющую собой смолистый сок, вытекающий из надрезов в коре хвойных деревьев. Собранная живица содержит 80% кислот канифоли и около 20% скипидара. Очищенную от серы живицу подают в непрерывно действующую канифолеварочную колонну, в которой острым паром отгоняют скипидар.

Сырьем для производства *экстракционной канифоли* является пневый сосновый осмол (старые осмолившиеся пни). Сущность способа заключается в изготовлении из пневого осмола технической щепы, из которой экстракцией растворителями извлекают канифоль.

Талловую канифоль получают из таллового масла, являющегося отходом целлюлозно-бумажной промышленности.

Ниже приводится примерный состав таллового масла, который колеблется в небольших пределах в зависимости от условий производства: жирные кислоты – 40%, смоляные кислоты – 40, неомыляемые примеси – 10, прочие примеси – 10%.

При дистилляции таллового масла можно получить достаточно чистые фракции смоляных кислот (канифоль) и жирных кислот (дистиллированное галловое масло).

Живичная канифоль отличается повышенной хрупкостью; цвет ее колеблется от светло-желтого до коричневого. Чистая канифоль, содержащая незначительное количество примесей, имеет более светлую окраску. Температура размягчения канифоли 60 °С.

Экстракционная канифоль темнее живичной, содержит больше примесей и имеет более низкую температуру размягчения (50 °С); содержание смоляных кислот в ней составляет около 75%.

Существенными недостатками канифоли, предназначенной для использования в лакокрасочных материалах, являются: сравнительно низкая температура размягчения, высокое кислотное число, низкая водостойкость, мягкость, хрупкость, липкость и малая устойчивость к окислению на воздухе, приводящего к ее потемнению.

Наиболее широко применяемой пока еще остается живичная канифоль, которая используется во многих отраслях (в мыловаренной промышленности, в производстве бумаги, лакокрасочной промышленности, производстве синтетического каучука и т.д.).

Экстракционную канифоль можно применять в тех же производствах, что и живичную (кроме производств высших сортов бумаги и мыла).

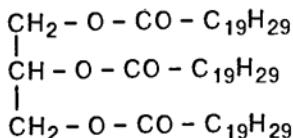
Канифоль обычно не применяют в качестве самостоятельного пленкообразующего вещества, но часто используют для модифицирования природных (копалов) и синтетических (фенолоформальдегидных, алкидных и др.) олигомеров.

Широкое применение в лакокрасочной промышленности находят продукты обработки и модификации канифоли, обладающие более высокими характеристиками по сравнению с канифолью.

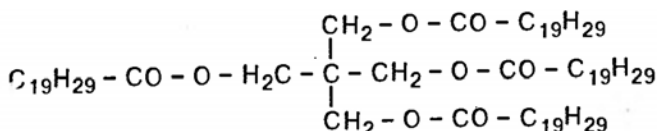
К ним относятся: резинаты, эфиры канифоли, аддукты канифоли.

Резинаты – соли смоляных кислот канифоли $C_{19}H_{29}COOMe$.

Эфиры канифоли широко применяются в лакокрасочной промышленности. В основном используется глицериновый эфир

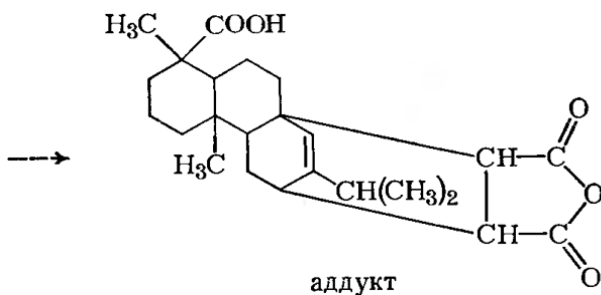
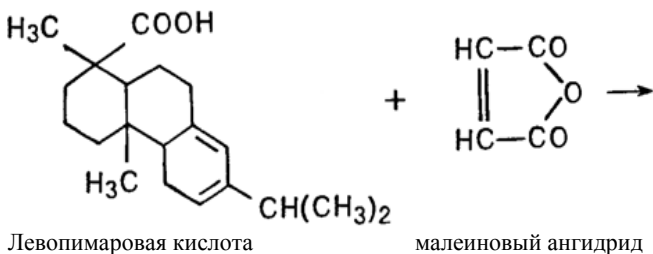


и эфир пентаэритрита



Преимуществом эфиров по сравнению с канифолью является низкое кислотное число, что позволяет применять их в различных лакокрасочных композициях.

Аdditуы канифоли. В лакокрасочной промышленности нашел применение аддукт канифоли, получаемый по реакции Дильса – Альдера взаимодействием малеинового ангидрида с 1 – пимаровой кислотой:



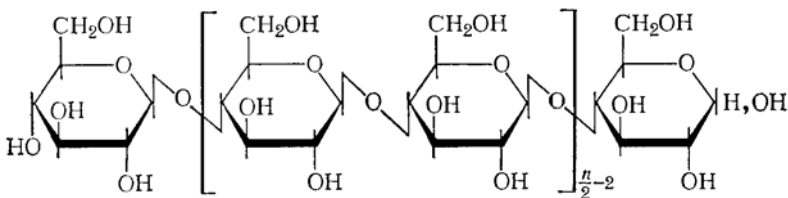
2.5.2. Другие природные смолы

Янтарь относится к группе ископаемых смол, не утративших своего значения в производстве лаков. Является смолой отживших хвойных деревьев. Встречается янтарь в виде кусков от желтоватого до бурого цвета; добывают его на берегах Балтийского моря и на Сахалине.

Янтарные лаки находят ограниченное применение в производстве электроизоляционных и консервных лаков. Другие природные смолы (шеллак, даммара, сандарак и т.д.), имевшие ограниченное применение, в настоящее время не используются в народном хозяйстве.

2.6. Эфиры целлюлозы и лаки на их основе

Целлюлоза относится к группе высших полисахаридов, являющихся природными высокомолекулярными соединениями. Молекулу целлюлозы, построенную из огромного числа звеньев моносахаридов, можно представить следующей формулой:



Целлюлоза является главной составной частью клеточных стенок растений и придает растительной ткани механическую прочность.

Чистая целлюлоза представляет собой волокнистое белое вещество без запаха, нерастворимое в органических растворителях, в водных растворах щелочей и в разбавленных минеральных кислотах. Подобно спиртам она вступает в химическое взаимодействие с концентрированными минеральными и органическими кислотами с образованием сложных эфиров. При нагревании в присутствии кислорода целлюлоза разлагается, не плавясь, уже при температуре 100°C .

Химические производные целлюлозы, применяемые в лакокрасочной промышленности, представляют собой ее эфиры. Это твердые аморфные пленкообразующие вещества, способные образовывать при обычных температурах прочные покрытия из растворов в органических растворителях.

Эфиры целлюлозы подразделяются на простые и сложные. К простым эфирам целлюлозы относятся этилцеллюлоза, бензилцеллюлоза, метилцеллюлоза и карбоксиметилцеллюлоза. К сложным эфирам целлюлозы относятся нитрат и ацетат целлюлозы и смешанные эфиры – ацетобутират и ацетопропионат целлюлозы.

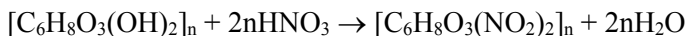
2.6.1. Нитрат целлюлозы

В конце XIX века нитрат целлюлозы начали использовать для получения искусственного волокна и в качестве пленкообразующего вещества. По внешнему виду нитрат целлюлозы – волокнистое вещество белого или желтоватого цвета.

Сырьем для получения нитрата целлюлозы являются хлопок и древесина. нитрование целлюлозы обычно проводят смесью азотной и серной кислот.

При этом протекает ряд сложных химических реакций – этерификация гидроксильных групп, частичное омыление нитроэфиров кислотами нитрующей смеси и частичная деструкция цепей целлюлозы.

Этерификацию гидроксильных групп можно представить следующей схемой:



Нитрат целлюлозы без добавок образует обратимые покрытия с невысокими адгезией, эластичностью и глянец. Для улучшения перечисленных свойств нитрат целлюлозы пластифицируют мономерными и полимерными эфирами алифатических и ароматических кислот, а также невысыхающими растительными маслами.

Покрытия на основе нитрата целлюлозы отличаются твердостью, эластичностью, атмосферостойкостью, бензо- и масло-

стойкостью. Эти свойства определяют и области применения нитролаковых материалов. Их используют для окраски грузовых и легковых автомобилей, металлорежущих станков, деталей, приборов, изделий из древесины (мебель, футляры для радиоприемников и телевизоров, карандаши и т.п.), литых деталей в тракторов и машиностроении.

Вследствие плохой адгезии к металлам нитратцеллюлозные материалы наносят на предварительно загрунтованные поверхности. После высыхания образуются полуматовые покрытия, которые полируют для получения зеркального глянца.

По сравнению с другими лакокрасочными материалами нитратцеллюлозные материалы обладают повышенной горючестью и взрывоопасностью.

2.6.2. Ацетаты целлюлозы

Ацетат целлюлозы получают путем каталитического ацетилирования целлюлозы уксусным ангидридом. При этом образуется триацетат целлюлозы:



Ацетобутират целлюлозы применяют в производстве лаков для получения свето-, тепло- и атмосферостойких покрытий. Его используют в производстве изоляции для электрических кабелей, подвергаемых действию смазочных масел и повышенных температур.

2.6.3. Простые эфиры целлюлозы

Простые эфиры целлюлозы получают при взаимодействии целлюлозы с алкил- или арилхлоридами в щелочной среде:



Этилцеллюлоза получается при взаимодействии целлюлозы с этилхлоридом в щелочной среде. Этилцеллюлоза обладает вы-

сокой химической стойкостью, тепло- и морозостойкостью. Покрытия на ее основе характеризуются высокой механической прочностью. Благодаря перечисленным свойствам этилцеллюлоза долгое время использовалась в производстве щелочестойких лаков. Однако в связи с появлением синтетических смол с более ценными свойствами области применения этилцеллюлозы несколько сузились. В основном она находит применение для изготовления лаков.

Бензилцеллюлоза получается при воздействии на целлюлозу бензилхлорида в щелочной среде. Покрытия на основе бензилцеллюлозы характеризуются наибольшей по сравнению с другими эфирами целлюлозы адгезией, высокой водостойкостью и щелочестойкостью. К недостаткам следует отнести высокую пластичность, сравнительно низкую температуру размягчения и достаточно высокую стоимость. Все это ограничивает области применения бензил целлюлозы. Преимущественно ее используют в производстве электроизоляционных лаков и лаков для пропитки бумаги.

Метилцеллюлозу получают, воздействуя метилхлоридом на целлюлозу в щелочной среде. Особенностью метилцеллюлозы является ее способность растворяться в воде при содержании метоксильных групп 27 – 32%. Это свойство метилцеллюлозы позволяет применять ее в производстве водных лакокрасочных материалов.

Карбоксиметилцеллюлоза получается при взаимодействии щелочной целлюлозы с монохлоруксусной кислотой. Карбоксиметилцеллюлоза является поверхностноактивным веществом и играет роль эмульгатора при получении полимеров эмульсионным способом. Ее применяют также в качестве загустителя и стабилизатора эмульсий и клеев. В больших масштабах Карбоксиметилцеллюлоза применяется в производстве моющих средств. На основе монокарбоксиметилцеллюлозы выпускают строительные водорастворимые краски, способные образовывать необратимые покрытия при воздействии солей поливалентных металлов.

2.7. Водорастворимые пленкообразователи

Работы в области синтеза и применения водорастворимых полимеров были начаты в 1961 г. Основная масса водорастворимых пленкообразующих веществ, используемых в производстве, относится к конденсационным полимерам.

Растворимость полимеров в воде обусловлена достаточным содержанием полярных групп в основной или боковой цепи. Полярные группы могут быть неионогенные (—OH ; —O— ; —NH_2 ; —CONH— ; кетонная) и ионогенные ($\text{—SO}_3\text{H—}$; —COOH ; —COONa и т.д.). При растворении в воде полимеров, содержащих в макромолекулах неионогенные полярные группы, взаимодействие их с водой обусловлено в основном диполь-дипольным взаимодействием и образованием водородных связей. В том случае, когда макромолекула содержит ионогенные полярные группы, реализуется и ион-дипольное взаимодействие. Поэтому ионогенные группы в большей степени способствуют растворимости полимера в воде. Полимеры, содержащие ионогенные группы, называют полиэлектролитам и. Полимеры, содержащие карбоксильные и сульфатные гидрофильные группы, обладают свойствами высокомолекулярных кислот (полианионы). Они растворяются преимущественно в водно-щелочных растворах при $\text{pH} > 7$. Содержащие аминогруппы полимеры ведут себя как высокомолекулярные основания (поликатионы); они хорошо растворяются в водно-кислотных растворах при $\text{pH} < 7$. Неионогенные олигомеры практически не используются как самостоятельные пленкообразователи, их чаще применяют для модифицирования или отверждения других полимерных материалов. Более широко применяются полианионные пленкообразователи. Термопластичные полимеры практически не используются в производстве водорастворимых материалов, так как для обеспечения требуемых защитных свойств покрытия они должны иметь высокую молекулярную массу, что не дает возможности получать достаточно концентрированные растворы. Высокое содержание свободных функциональных групп в пленке обуславливает низкую водостойкость покрытия. Для достижения высокой водостойкости покрытия в процессе пленкообразования необходимо обеспечить наиболее полное

расходование функциональных групп на образование поперечных связей.

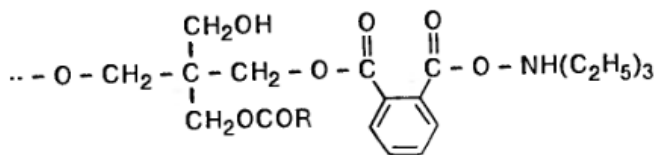
Первоначальная молекулярная масса термореактивных полимеров может быть невысока; при образовании сетчатой структуры молекулярная масса возрастает. Поскольку в этом процессе участвуют функциональные группы, стойкость покрытий к воздействию воды возрастает.

Большинство полимеров конденсационного типа растворяется в водной среде при условии небольшой степени поликонденсации и наличия некоторого количества органического растворителя (спирта, эфира).

2.7.1. Алкидные водорастворимые полимеры

Алкидные водорастворимые олигомеры отличаются от органо-растворимых меньшей степенью конденсации и, следовательно, большим содержанием концевых карбоксильных групп. Они характеризуются высокими значениями кислотного (50 – 80) и гидроксильного (150 – 200) чисел. Наличие карбоксильных групп обуславливает не только легкую растворимость полиэфира в воде, но и более быстрое отверждение покрытия по сравнению с алкидными гидроксильными группами.

Если для синтеза полиэфира используют дикарбоновые кислоты, то он растворяется в воде при использовании многоатомного спирта. Наиболее часто для этих целей применяют пентаэритрит:



При использовании пленкообразующих водорастворимых алкидных олигомеров даже при жестких режимах сушки не удастся получить покрытия высокого качества. Вследствие этого водорастворимые алкидные олигомеры обычно применяют в сочетании с другими водорастворимыми олигомерами и полимерами.

2.7.2. Фенолформальдегидные водорастворимые полимеры

Водорастворимые фенолоформальдегидные олигомеры в зависимости от строения макромолекул можно разделить на две группы:

1) низкомолекулярные олигомеры резольного типа (мономерные или димерные фенолоспирты);

2) карбоксилсодержащие фенолоформальдегидные олигомеры, растворимые в воде после обработки летучими азотистыми основаниями.

2.7.3. Эпоксидные водорастворимые олигомеры

Эпоксидные водорастворимые олигомеры представляют собой эпоксиэфиры ионного и неионного типа. Водорастворимые эпоксиэфирные олигомеры анионного типа могут быть получены при взаимодействии обычных органо-растворимых эпоксидных олигомеров с водорастворимыми карбоксилсодержащими олигомерами и полимерами. Водорастворимость такого полимера обеспечивается за счет непрореагировавших карбоксильных групп.

Эпоксиэфирные пленкообразователи могут использоваться как самостоятельно, так и в сочетании с аминокальдегидными олигомерами. К их преимуществу можно отнести светлый цвет, который не влияет на цвет полученного покрытия.

2.7.4. Акриловые водорастворимые олигомеры

Акриловые сополимеры являются одним из наиболее перспективных видов водорастворимых полимеров. Покрытия на их основе обладают хорошими декоративными свойствами – блеском, низкой грязеемкостью, высокими защитными и механическими свойствами, присущими всем акриловым сополимерам.

В том случае, когда в качестве сополимеров взяты акриловая и метакриловая кислоты, образуется карбоксил-содержащий водорастворимый полимер, способный образовывать необратимое покрытие при введении отверждающих добавок других олигомеров. При использовании в качестве сополимеров эфиров акриловой и метакриловой кислот, (мет) акриламида увеличивается растворимость сополимеров в воде и появляется способность к самоотверждению при повышенных температурах.

2.8. Битумы

Битумы представляют собой смолообразные вещества черного цвета – смесь асфальтов, углеводородных смол, а также продуктов их окисления и полимеризации. Различают природные и искусственные битумы. К природным битумам относятся ископаемые продукты: асфальты, асфальтиты, асфальтовые породы, которые в свою очередь различают по месту добычи. Из искусственных битумов наиболее распространены нефтяные битумы и в меньшей степени – сланцевые.

По способу получения различают следующие виды искусственных битумов:

- остаточные битумы – остатки после прямой перегонки нефти (мазуты, гудроны, полугудроны);
- крекинговые битумы – продукты крекинга нефти;
- экстракционные битумы – продукты экстракции растворителями;
- окисленные битумы – продукты окисления нефти или остаточных битумов кислородом, паровоздушной смесью, серой, селеном.

Особую группу искусственных битумов составляют пеки: каменно-угольные (доменные, коксовые, газовые и др.), буругольные, торфяные, древесные и жировые (глицериновые, стеариновые и др.).

В лакокрасочной промышленности применяют природные и искусственные битумы группы «специальные».

Получение, состав и свойства битумов. Получение природных битумов сводится к их сортировке на месте добычи и извлечению из породы асфальтов. Искусственные нефтяные битумы получают высокотемпературным окислением нефти, остаточных гудронов или полугудронов. Сланцевые битумы получают из природного сланцевого асфальта путем термообработки или окисления сланцевых масел, либо экстракцией растворителями. Пеки получают при переработке различных органических веществ методами пиролиза, крекинга и др.

Битумные лаки получают растворением битумов или их смесей с маслами в среде органических растворителей. Недостатком битумных лаков является их невысокая стабильность. В

процессе хранения происходит их желатинизация особенно при высоком содержании асфальтенов. Если в качестве растворителей используются ароматические углеводороды удастся получить более стабильные лаки.

Применение битумов. Лаки на основе битумов при обычной температуре в течение 2 – 8 ч образуют обратимые покрытия. Их используют для нанесения консервационных покрытий на металлические изделия на время хранения, а также для антикоррозионной защиты подводной части судов и портовых сооружений. Недостатками таких покрытий являются низкая свето- и термостойкость.

Битумно-масляные лаки нашли применение в производстве покрытий горячей сушки, обладающих высокими водостойкостью, атмосферостойкостью и электроизоляционными свойствами.

Широко используются битумы в сочетании с синтетическими пленкообразователями: маслорастворимыми фенолоформальдегидными, эпоксидными и полиуретановыми олигомерами. При этом битумы придают покрытиям водо- и термостойкость при сохранении высоких физикомеханических и адгезионных свойств, присущих синтетическим олигомерам. На основе битумов готовят также различные мастики, компаунды и другие материалы.

Контрольные вопросы:

1. Как классифицируются пленкообразующие вещества?
2. Что такое обратимый процесс пленкообразования?
3. В результате каких реакций идет пленкообразование?
4. Какие пленкообразователи обладают слабой адгезией?
5. Цель и сущность модификации полиэфиров.
6. Написать схему реакций, происходящих при отверждении немодифицированного полиэфира, полученного из глицерина и фталиевого ангидрида.
7. Написать реакции, происходящие при отверждении новолачных резольных олигомеров и олигомеров на основе замещенных фенолов
8. Сравнительная характеристика карбамидо- и меламиноформальдегидных олигомеров.
9. Влияние химического строения жирнокислотных остатков триглицеридов на способность растительных масел к пленкообразованию.
10. Способы улучшения пленкообразующей способности растительных масел.

III. ПИГМЕНТЫ

Пигменты – это нерастворимые в дисперсионных средах (воде, органических растворителях, олифах и т.п.) высокодисперсные вещества. Они обладают рядом ценных физических, химических и технологических свойств, которые благодаря этим свойствам их используют для получения декоративных и защитных покрытий различного назначения.

Пигменты обладают способностью передавать свой окрас другим телам или веществам. Они могут быть цветные (окрашенные, хроматические) или же серые, белые, черные (неокрашенные, ахроматические).

3.1. Роль пигментов в лакокрасочных покрытиях

Введение пигментов в лакокрасочные материалы дает возможность не только регулировать декоративные и оптические свойства покрытий, но и другие важнейшие показатели последних: деформационно-прочностные, изолирующие, противокоррозионные, адгезионную прочность и т.д. Кроме того, можно получать покрытия со специальными свойствами: электропроводящие и электроизолирующие, теплостойкие и термоиндикаторные, огнезащитные, антифрикционные, противообрастающие, светящиеся и др.

Свойства пигментированных лакокрасочных покрытий в первую очередь зависят от свойств полимерного пленкообразователя и пигментов, входящих в их состав. Однако структурные особенности покрытий, от которых в свою очередь зависят их свойства, во многом определяются физико-химическим взаимодействием полимерной фазы с поверхностью частиц пигментов. Такое взаимодействие в общем случае приводит к ограничению подвижности макромолекул вблизи поверхности частиц, повышению их жесткости, температуры стеклования полимера и изменению релаксационных переходов.

Введение пигментов может оказывать существенное влияние и на сам процесс формирования покрытия: пигменты могут замедлять отверждение покрытий или, наоборот, катализировать протекающие при этом химические превращения. И в том, и в другом случае изменяется структура образующейся трехмерной сетки полимера.

При пигментировании все деформационно-прочностные характеристики покрытия – модуль упругости, прочность при разрыве, относительное удлинение, износостойкость, внутренние напряжения, прочность при изгибе и ударе, долговечность – претерпевают изменения (повышаются или понижаются).

Защитные свойства лакокрасочных покрытий также во многом зависят от структуры, а следовательно, изменяются при введении пигментов. Так, например, водопроницаемость и водопоглощение покрытий зависят от структуры пленкообразователя вблизи пигментных частиц. Разрыхленные структуры способствуют аккумулярованию в них воды – наиболее распространенного коррозионно-активного агента. При этом резко возрастает водопроницаемость покрытия, что приводит к потере им защитных свойств. В случае образования уплотненных структур пленкообразователя, напротив, наблюдается повышение защитных свойств покрытий.

Одной из причин повышения защитных свойств при пигментировании покрытий является также увеличение пути молекул коррозионно-активных агентов при их диффузии к защищаемой поверхности.

Адгезионная прочность («прилипание» к поверхности) покрытий при введении пигментов, как правило, возрастает. Это обусловлено в первую очередь повышением деформационно-прочностных свойств покрытий.

Влияние пигментов на противокоррозионные свойства покрытий проявляется главным образом в электрохимических процессах, протекающих под лакокрасочным покрытием. Следует лишь отметить, что при введении пигментов подавляются анодные процессы, что способствует образованию защитных оксидных пленок на поверхности металла, изменению диффузионных характеристик покрытий и т.п.

Таким образом, даже при кратком рассмотрении роли пигментов в лакокрасочных покрытиях становится очевидным, что их свойства существенно зависят от свойств введенного пигмента и его способности взаимодействовать с полимерным пленкообразователем. ниже будут описаны свойства пигментов.

Каждый пигмент наделен особыми свойствами, которые очень важно учитывать, при подборе краски для автомобилей или домов. К данным свойствам относят красящая способность пигмента, его затвердевание, высыхание, уровень помола, химическая и физическая сопротивляемость, а также вид и высвечивание.

Красящая способность – это свойство краски покрывать определенное количество материала на один квадратный метр.

Уровень помола – чем данный уровень выше, тем более выражена будет красящая способность самой краски.

Высвечивание – способность поглощать свет и менять цвет.

Химическая и физическая сопротивляемость – способность выдерживать химическое воздействие, а также изменение в температуре, давлении и так далее.

Антикоррозия – способность пигмента сохранять стойкость и не подвергаться разложению.

Затвердевание – способность к высыханию и быстрому впитыванию красок в окрашиваемую поверхность.

Пигменты применяются в лакокрасочной промышленности для изготовления эмалей, красок, грунтовок, шпатлевок и некоторых других пигментированных материалов (строительные материалы, пластмассы, резины и т.п.).

3.2. Классификация пигментов

В основу классификации неорганических пигментов могут быть положены разные признаки. Так, пигменты можно классифицировать по цвету, химическому составу, способам производства, назначению. ни одна из этих классификаций не является оптимальной, поскольку во всех случаях в одну и ту же группу попадают пигменты, весьма различные по своим свойствам.

В настоящее время для неорганических пигментов принята двойная классификация, в основу которой положены два признака: цвет и химический состав. По этой классификации пигменты делят по цвету на две основные группы: ахроматические и хроматические. В первую группу входят белые, черные и серые пигменты, а во вторую – все цветные. Хроматические пигменты, в свою очередь, подразделяются на две подгруппы: желтые, оранжевые, красные и коричневые; зеленые, синие и фиолетовые. Схема классификации неорганических пигментов приведена на рис. 4.1.

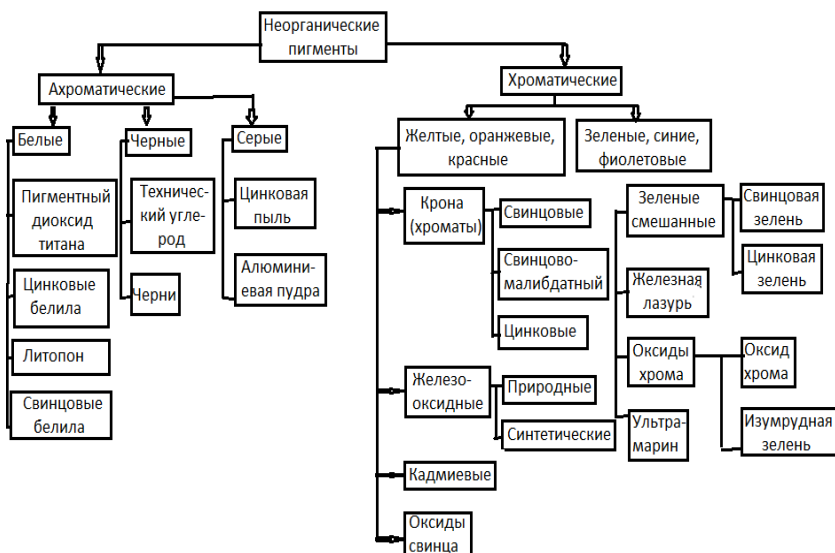


Рис. 3.1. Классификация пигментов по цвету.

По химическому составу пигменты представлены следующими классами соединений:

- элементы – технический углерод, черни, металлические порошки (цинковая пыль, алюминиевая пудра и др.);
- оксиды – диоксид титана, цинковые белила (оксид цинка), железистые пигменты, оксиды свинца, оксиды хрома и др.;

- соли – карбонаты (свинцовые белила); хроматы (свинцовые и цинковые крона, свинцово-молибдатный крон, стронциевый крон и др.); сульфиды (липопон, кадмиевые пигменты); фосфаты (фосфаты хрома и кобальта); комплексные соли (железная лазурь), алюмосиликаты (ультрамарин) и др.

3.3. Свойства поверхности пигментов

Смачиваемость. Способность пигментов смачиваться жидкостями имеет большое значение, так как этим обуславливаются легкость их диспергирования в пленкообразующих веществах, агрегативная устойчивость ЛКМ при хранении и разбавлении и т.д. В настоящее время используются совершенные методы оценки смачиваемости пигментов, например, с помощью маслостойкости пигмента. Различают два типа маслостойкости: маслостойкость 1 рода – количество льняного масла в граммах, необходимое для получения пасты из 100 г пигмента и маслостойкость 2 рода – количество льняного масла в граммах, необходимое для получения из 100 г пигмента готовой к употреблению краски. Маслостойкость 1 зависит от способности пигмента смачиваться и его дисперсности, а маслостойкость 2 – от формы частиц и также дисперсности.

Адсорбционные свойства, т.е. способность адсорбировать на своей поверхности различные вещества. Данное свойство имеет большое значение, так как для получения пигментированных ЛКМ высокого качества необходимо, чтобы макромолекулы за счет адсорбции образовывали мономолекулярные слои на поверхности пигмента. Различают физическую и химическую адсорбцию (хемосорбция).

3.4. Ахроматические пигменты

Белые пигменты – это цинковые (ZnO), липотонные (механическая смесь $BaSO_4 + ZnS$) титановые (TiO_2 с добавлением $BaSO_4$), свинцовые (карбонатные $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$, суперайт $2PbSO_4 \cdot Pb(OH)_2$).

Ранее распространенные свинцовые белила для производства товаров народного потребления в настоящее время не применяют. Они токсичны, а кроме того, покрытия на их основе от действия сероводорода темнеют. Благодаря высокому качеству и распространению природного сырья выпуск титановых белил постепенно увеличивается. Из белых пигментов они наиболее перспективны. Липотон хотя по свойствам сильно уступает диоксиду титана и цинковым белилам, но зато он значительно дешевле (меньше цинка), что позволяет широко его использовать для получения строительных красок.

Черные и серые пигменты представлены в основном техническим углеродом (сажа), чернями (углерод с примесью золы (виноградная черная, персиковая черная, жженая кость) и получают его исключительно из растительного сырья (из виноградных побегов, косточек персика, костей животных), железоксидными пигментами (смесь окислов железа 2 и 3). Темно-серая окраска может быть получена с помощью графита, а серебристо-серая – с помощью металлических порошков алюминиевой пудры и цинковой пыли.

Металлические пигменты шарообразную и чешуйчатую форму частиц. Получают их измельчением фольги (главным образом обрезков) или распылением расплавленного металла. Металлические пигменты, особенно пигменты, полученные из алюминиевой фольги, отличаются высокой укрывистостью, теплоотражательной способностью, антикоррозионными свойствами и атмосферостойкостью. Кроме того, они обладают хорошими декоративными свойствами и используются часто как декоративные пигменты. К наиболее распространенным относят медную (золотистую) бронзу (сплав меди и цинка). Ее применяют, в частности, для покрытий, имитирующих позолоту.

3.5. Хроматические пигменты

Желтые пигменты – это охра (глина, окрашенная окислами железа), свинцовый и цинковый кроны (хроматы Pb и Zn).

Красные пигменты – железный сурик, марс и мумия (железоокисные пигменты), также свинцовый сурик (оранжево-красный), искусственная киноварь (осажденный краситель).

К коричневым пигментам относят умбру (глину, окрашенную окисями железа и марганца) и некоторые разновидности железистоокисных красных пигментов (мумии, марса, сурика).

Синие пигменты – это в основном ультрамарин, малярная лазурь (милори) и фталоцианин меди – органический пигмент (пигментный краситель), по свойствам не уступающий минеральным пигментам.

Зеленые пигменты включают свинцовую и цинковую зелени (смеси кронов с лазурью), окись хрома (хромовую зелень).

Пигменты делятся на две группы: **неорганические и органические**.

3.6. Неорганические пигменты

Таблица 3.1.

Наиболее важные неорганические пигменты

Цвет	Декоративно-защитные	Противо-коррозионные	Целевого назначения*
1	2	3	4
Белые	Диоксид титана TiO_2 (рутил, анатаз). Цинковые белила (оксид цинка) ZnO Литопон $\text{ZnS} \cdot \text{BaSO}_4$	Свинцовые белила $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$. Фосфат цинка $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Типографские белила $\text{Al}(\text{OH})_3$; Al_2O_3 Светящийся сульфид цинка ZnS . Алюминат цинка (светотехн.) ZnAl_2O_4 . Титанаты Mg , Al , $\text{Zn}(\text{T})$. Борат бария $\text{BaB}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Б)
Черные	Техн. углерод (сажи, черни) Смешанный оксид железа (II, III) Fe_3O_4	–	Титанаты Fe^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} (Т, X)
Серые	Алюминиевая пудра Al	Цинковая пыль Zn . Свинцовый порошок Pb + PbO Железная слюдка Fe_2O_3	

1	2	3	4
Желтые	Свинцовый крон лимонный $2\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbSO}_4$. Свинцовый крон желтый $13\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbSO}_4$. Цинковый крон малярный $3\text{ZnCrO}_4 \cdot \text{Zn(OH)}_2 \cdot \text{K}_2\text{CrO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Желтый железооксидный FeO(OH) . Природная и синтетич. охра $\text{FeO(OH)} + \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Стронциевый крон SrCrO_4 . Цианамид свинца PbCN_2 . Цинковый крон грунтовочный $\text{ZnCrO}_4 \cdot 4\text{Zn(OH)}_2$. Силикохромат свинца $3\text{PbO} \cdot \text{PbCrO}_4 + + \text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$. Барнево-калиевый крон $\text{BaK}_2(\text{CrO}_4)_2$	Титанаты Ni^{2+} , Fe^{2+} (Т,Х). Кадмопон $(\text{CdS})_3 \cdot \text{BaSO}_4$ (Т, Х). Сульфид кадмия CdS (Т, Х)
Красные	Железооксидные природные (сурик, мумия) и синтетические Fe_2O_3 . Свинцово-молибдатный крон $7\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbSO}_4 \cdot \text{PbMoO}_4$	Свинцовые сурик Pb_3O_4 . Феррит цинка ZnFe_2O_4 . Феррит кальция CaFe_2O_4	Оксид меди (I) CuO (Б). Сульфид-селенид кадмия $\text{CdS} \cdot n\text{CdSe}$ (Х)
Оранжевые	—	Свинцовый крон $\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}$	—
Синие	Железная лазурь $\text{Fe}_4[\text{Fe(CN)}_6]_3 \cdot 4\text{KFe(CN)}_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Ультрамарин $2[\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2] \cdot \text{Na}_2\text{S}_4$		Алюминат кобальта $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (Т,Х)
Зеленые	Оксид хрома Cr_2O_3 . Изумрудная зелень $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Зелени смешанные (желтые + синие)	Фосфат хрома $\text{CrPO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Титанат хрома CrTiO_3 (Т,Х). Хромит кобальта $\text{CoO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ (Т, Х). Оксиды смешанные $\text{CoO} \cdot n\text{ZnO}$ (Т, Х)

* Принятые обозначения пигментов: Т – термостойкие; Х – для художеств. красок; Б – бактерицидные.

Неорганические пигменты вводятся в лакокрасочные материалы для того, чтоб придать им оптические и декоративные свойства, отрегулировать важные изоляционные, деформацион-

но-прочностные, противокоррозионные, адгезионные показатели, дать определенные свойства, например, противообрастающие, теплостойкие, электроизолирующие, антифрикционные, светящиеся в темноте, огнеупорные и т.д.

В большей степени свойства пигментированных лакокрасочных материалов зависят от пленкообразующего вещества и самих пигментов. А структурные особенности покрытий определяются физико-химическим взаимодействием поверхности частиц пигментов с полимерной фазой лакокрасочного материала. Часто в результате такого взаимодействия вблизи поверхности частиц уменьшается подвижность макромолекул, повышается температура стеклования полимера, изменяются также и релаксационные периоды. Введение в лакокрасочную систему пигментов может оказывать очень сильное влияние на нее и на процесс формирования защитно-декоративного покрытия. Например, ускорять отверждение лакокрасочного материала или замедлять его. В первом и во втором случае структура трехмерной сетки полимера, которая образуется, меняется.

При введении в лакокрасочную систему пигментов меняются и все деформационно-прочностные характеристики покрытия: прочность при разрыве, модуль упругости, износостойкость и т.д. Данные показатели могут как снижаться, так и повышаться.

От структуры лакокрасочного материала во многом зависят и защитные свойства покрытия, следовательно, при введении пигментов они меняются. От структуры пленкообразователя возле пигментных частиц зависит водопоглощение и водопроницаемость покрытия. Если структура разрыхлена – облегчается доступ воды к поверхности окрашенного изделия, т.е. лакокрасочное покрытие обладает низкими защитными свойствами и повышенной водопроницаемостью. Если же образуются уплотненные слои пленкообразователя – покрытие будет отличаться повышенными защитными свойствами.

Интересный факт: пигментированные покрытия зачастую отличаются повышенными защитными свойствами, по сравнению с непигментированными, т.к. коррозионно-активные агенты, во время диффузии к защищаемой – поверхности, проходят путь длиннее.

При введении в лакокрасочную систему пигментов немного возрастает и адгезионная прочность покрытия (из-за повышения деформационно-прочностных свойств). Также подавляются анодные процессы, протекающие на основном металле.

Можно сделать вывод, что свойства лакокрасочного материала и готового защитного покрытия определяются их составными частями, в частности пигментами.

3.6.1. Классификация неорганических пигментов

Неорганические пигменты можно классифицировать по различным показателям: цвету, назначению, способам производства, химическому составу. Но ни одну из этих классификаций нельзя назвать оптимальной, т.к. в одну группу попадают пигменты с различными свойствами.

Чаще всего используется двойная классификация неорганических пигментов, т.е. по двум признакам: химическому составу и цвету.

Классификация неорганических пигментов по химическому составу:

- соли (комплексные соли, алюмосиликаты, карбонаты, фосфаты и т.п.);
- элементы (цинковая пыль, технический углерод, алюминиевая пудра и т.п.);
- оксиды (оксиды цинка, свинца, титана, хрома и т.п.).

По цвету неорганические пигменты подразделяются на две большие группы: хроматические (все цветные неорганические пигменты) и ахроматические (серые, белые и черные пигменты). В свою очередь, хроматические пигменты делятся также на две группы: зеленые, коричневые, синие, фиолетовые и красные, оранжевые, желтые.

3.6.2. Химические свойства неорганических пигментов

Химические свойства неорганических пигментов полностью определяются их составом. Например, карбонат свинца (или свинцовые белила) довольно легко разрушаются даже при воз-

действию слабой кислоты. Диоксид титана (белый) обладает исключительной устойчивостью во многих агрессивных средах. Он только разрушается в подогретой концентрированной серной кислоте. Оксид цинка (тоже белый пигмент) имеет амфотерные свойства. Синий пигмент ультрамарин в своем составе содержит сульфиды натрия, поэтому в кислотах неустойчив. Также синий пигмент железная лазурь достаточно легко разрушается при воздействии слабых щелочных растворов. В ее состав входит комплекс ферроцианида железа.

В состав большинства пигментов входит несколько элементов, т.е. они не являются химически чистыми. Исследования показывают, что почти все свойства пигментов определяются их структурными особенностями, а не химическим составом. Химический состав только определяет возможность формирования той или иной структуры.

Зачастую при производстве пигментов используются технические продукты с определенной макро- и микроструктурой, переменного состава, а не чистые химические соединения. На свойства пигментов большое влияние оказывают примеси, которые зачастую специально вводятся в состав. Примеси необходимы для того, чтоб придать пигментам некоторых специфических свойств. В качестве таких добавок могут выступать модификаторы поверхности пигмента или поверхностно-активные вещества и т.п. В качестве модификаторов могут использоваться неорганические соединения, разные полимеры, ПАВ. Например, оксиды цинка, кальция, магния, кремния, фосфаты кремния и алюминия, гидроксид алюминия, фталат титана и т.д.

Для того, чтоб пигменты легко диспергировались в пленкообразующих веществах, а полученная дисперсия (эмаль, краска и т.п.) была стабильной, к пигментам добавляют поверхностно-активные вещества (ПАВ).

При синтезе пигмента могут вводиться специальные добавки, которые, например, будут обеспечивать в определенной кристаллической системе его кристаллизацию.

3.6.3. Кристаллическое строение неорганических пигментов

Кристалличность – это самое важное свойство пигмента, ведь каждая маленькая частичка представляет собой кристалл определенной геометрической формы. Форма и характеристики кристалла определяют свойства пигмента. Анизотропия – самый характерный признак кристаллического состояния. Это различие свойств в разных направлениях. Анизотропными являются оптические, тепловые, магнитные, электрические свойства кристалла, а также прочностные и скорость его роста.

Также важными особенностями кристаллического состояния являются изоморфизм и полиморфизм. *Полиморфизм* – это когда одно и то же вещество может существовать в нескольких кристаллических формах. Полиморфные модификации одного же пигмента различаются физическими свойствами (плотностью, твердостью, цветом и т.д.). Обозначаются модификации кристаллов буквами греческого алфавита (α -ZnS, β -ZnS). Пигменты чаще обозначаются исторически сложившимися названиями, например сфалерит и вюртцит.

3.6.4. Плотность неорганических пигментов

Как и твердость, плотность неорганических пигментов определяется их кристаллической структурой. Чем плотнее прилегают друг к другу структурные единицы кристалла пигмента, тем больше плотность. Плотность различных пигментов может сильно отличаться. Свинцовый сурик – один из наиболее «тяжелых» неорганических пигментов. Его плотность около 8600 кг/м³. Самым «легким» считается лазурь. Ее плотность около 1850 – 1920 кг/м³.

Узнать плотность пигмента можно при помощи двух методов: волюмометрического и пикнометрического. Суть волюмометрического метода: при введении пигмента в закрытую систему измеряют изменение объема газа (он уменьшается). А пикнометрический метод заключается в измерении объема жидкости (уайт-спирит, керосин и т.п.), которая вытесняется из системы вводимым пигментом.

Измерение плотности неорганического пигмента необходимо для того, чтоб подсчитать массу будущего лакокрасочного покрытия. А насыпную плотность определяют для того, чтоб рассчитать, сколько пигмент занимает места (необходимо для расчетов транспортировочной тары и емкостей для хранения). Насыпная плотность показывает массу единицы объема пигмента при встряхивании или свободном насыпании. Существует еще один показатель – насыпной объем. Он показывает объем единицы массы пигмента при встряхивании или свободном насыпании. Насыпной объем и насыпная плотность зависят от дисперсности частиц и их формы. Чаще всего физическая плотность пигмента, больше чем его насыпная плотность. Вот, например, насыпная плотность свинцовых кронов $700 - 1000 \text{ кг/м}^3$, а физическая плотность – $5100 - 6100 \text{ кг/м}^3$.

3.6.5. Твердость неорганических пигментов

Твердость пигментов оказывает влияние на распределение их в дисперсионной среде (пленкообразующем веществе) и на условия мокрого и сухого измельчения. Если пигмент обладает повышенной твердостью, то вышеперечисленные операции требуют больших затрат энергии, усложняется – технологический процесс. Кроме того, некоторые детали оборудования намного быстрее изнашиваются, поэтому их нужно часто менять. В некоторых случаях твердость пигмента может оказывать существенное влияние и на физико-механические свойства лакокрасочного покрытия. Например, железистые пигменты придают лакокрасочному покрытию абразивные свойства.

Твердость неорганических пигментов определяется плотностью упаковки составных единиц кристалла. Если они расположены близко друг к другу – твердость пигмента выше. В ряду сульфидов HgS , CdS , ZnS твердость увеличивается, т.к. уменьшается размер катиона, соответственно, увеличивается плотность упаковки кристалла. Твердость различных модификаций одного и того же вещества может очень сильно отличаться.

Оценивается твердость неорганических пигментов по шкале Мооса (десятибалльная). При этом 10 баллов у алмаза, а 1 – у талька. По шкале Мооса твердость рутильного диоксида титана равна 6,5.

3.6.6. Форма частиц пигмента, их дисперсность и удельная поверхность

Форма частиц пигмента зависит от способа его получения и дальнейшей обработки.

Форма частиц также оказывает влияние на свойства пигмента. Атмосферостойкость, укрывистость, маслосмолемкость и некоторые другие показатели пигмента зависят от формы его частиц. Частица пигмента может иметь кубическую, игольчатую, сферическую, чешуйчатую, зернистую, пластинчатую. Но это не значит, что все частицы одного пигмента будут иметь строго определенную, одинаковую форму. Некоторые из них могут быть даже узловатыми (иногда при термообработке частицы пигмента могут срастаться между собой).

Самым оптимальным набором свойств обладают пигменты с чешуйчатой и игольчатой формой. Игольчатые частицы выступают в качестве армирующего компонента лакокрасочного покрытия, улучшая его механические свойства и атмосферостойкость. Чешуйчатую форму имеют частицы алюминиевой – пудры. Благодаря такой форме повышается атмосферостойкость лакокрасочного покрытия (лучше, чем атмосферостойкость игольчатой формы). Дело в том, что чешуйчатые частицы пигмента всплывают в слое лакокрасочного покрытия и располагаются параллельно защищаемой поверхности. Такое расположение пигмента способствует уменьшению влаго-, пыле- и газопроницаемости покрытия, увеличению атмосферостойкости. Также увеличивается отражательная способность покрытия, т.е. окрашенное изделие меньше нагревается.

Дисперсность – очень важная характеристика, которая показывает степень раздробленности частиц.

$$\delta = r_{\max} / r_{\min},$$

где δ – дисперсность; r_{\max} и r_{\min} – максимальный и минимальный радиусы частичек),

Дисперсность возрастает с уменьшением размера частиц. Порошок может быть монодисперсным или полидисперсным. *Монодисперсный порошок* – это когда все частицы имеют оди-

наковый размер, но такое встречается очень редко. Большинство пигментов полидисперсные (частицы разного размера). От показателя дисперсности пигмента напрямую зависит экономичность его применения, защитные и оптические свойства лакокрасочного покрытия. Если пигмент измельчен очень хорошо, то его называют микронизированным или микроизмельченным. Их получают путем сверхтонкого измельчения на струйных мельницах.

Существует еще одна характеристика пигментов (и других порошков) – удельная поверхность. Удельная поверхность пигментов часто выражается в $\text{м}^2/\text{кг}$ или $\text{м}^2/\text{г}$. Величина удельной поверхности растет вместе с увеличением дисперсности порошка. Удельная поверхность оксида железа равна $11 \text{ м}^2/\text{г}$, диоксида титана – $8 \text{ м}^2/\text{г}$, оксида хрома – $3 \text{ м}^2/\text{г}$. Если порошок имеет очень высокую дисперсность, как, например, аэросил, то его удельная поверхность может достигать $17 - 340 \text{ м}^2/\text{г}$.

3.6.7. Оптические свойства неорганических пигментов

Одним из важнейших оптических свойств является цвет неорганического пигмента. От него зависит окрас лакокрасочного покрытия. Благодаря цвету, покрытие приобретает привлекательный внешний вид, кроме того, он может оказывать влияние и на защитные свойства. Вот, например, покрытие белого цвета будет отражать от своей поверхности весь падающий свет, и покрытие не будет нагреваться.

По цвету, все неорганические пигменты подразделяются на: хроматические и ахроматические. *Хроматические* – это все окрашенные, т.е. цветные пигменты. К *ахроматическим* относятся неокрашенные вещества, т.е. белые, черные (насколько их цвет приближается к идеально белому). Цвет ахроматических пигментов характеризуют показатели отражения или поглощения.

Цвет всех хроматических (окрашенных) пигментов можно охарактеризовать тремя показателями: *яркостью*, *насыщенностью* и *цветовым тоном*. Количеством отраженного света характеризуется яркость (или светлота). Чистота цвета или насыщенность – это степень приближение цвета к спектральному.

Длинной волны, которая доминирует в спектре отражения пигмента, определяется цветовой тон.

Показатель преломления оказывает влияние на укрывистость (одна из важнейших технических характеристик), т.е. и на целесообразность его применения, экономичность пигмента. Данный показатель полностью зависит от кристаллического строения пигмента. Показатель преломления увеличивается с увеличением плотности упаковки структурных единиц кристалла.

Укрывистость пигмента – это его способность создавать непрозрачный слой лакокрасочного материала (такой, что обрабатываемая поверхность не видна под слоем ЛКМ). С увеличением укрывистости пигмента уменьшается расход лакокрасочного материала, а сам ЛКМ удешевляется. Выражается укрывистость массой пигмента, которая приходится на единицу укрываемой поверхности.

Укрывистость пигмента можно определить, используя явления поглощения и отражения света. Хроматические сильно окрашенные пигменты, черные – поглощают свет, а светлые слабоокрашенные и белые, наоборот, отражают.

Показатель преломления пленкообразующих веществ около 1,4 – 1,8. Если показатель преломления пигмента больше 1,65, то он называется *кроющим*. Если величина показателя преломления пигмента близка к значению пленкообразующего вещества – такой пигмент называется *лессирующим (неукрывающим)*. Белые пигменты лессирующие зачастую используются в качестве наполнителя. Самой большой укрывистостью среди белых пигментов обладает диоксид титана. Значение укрывистости очень сильно зависит от того, насколько пигмент раздроблен (от его дисперсности).

От поверхностного слоя лакокрасочного покрытия отражается лишь малая часть светового потока. Остальные солнечные лучи рассеиваются по всему объему ЛКП и отражаются практически от каждой составляющей частички покрытия. Именно поэтому укрывистость напрямую зависит от содержания в лакокрасочном материале пигмента. Содержание пигмента можно определить с использованием величины *объемная концентрация пигмента (ОКП)*. ОКП – это соотношение пленкообразующего вещества и пигмента. С увеличением содержа-

ния пигмента линейно возрастает и укрывистость лакокрасочного материала (примерно на 10 – 15%). Потом возрастание укрывистости немного замедляется, проходит через максимальное значение и постепенно начинает падать. Дело в том, что при большом содержании пигмента в лакокрасочном материале, частицы пигмента сближаются, а световые потоки, которые от них отражаются, перекрываются. Поэтому важно также, чтоб частицы пигмента равномерно распределялись по всему объему лакокрасочного материала.

Существует три основных метода, при помощи которых можно определить укрывистость: *инструментально-математический, визуальный и метод контрастных отношений*. Инструментально-математический метод основан на теории Гуревича – Кубелки – Мунка. Данный метод проводится с использованием ЭВМ (вычислительной машины). Определяются коэффициенты отражения (яркости) покрытий, имеющих разную толщину, на черной и белой подложке. Далее рассчитывается толщина защитного слоя и укрывистость. Для реализации визуального метода необходима черно-белая шахматная доска. Лакокрасочный материал наносится на стеклянную пластину до тех пор, пока при ее наложении на шахматную доску визуально не будут различимы белые и черные квадраты (их не будет видно). Зная точный состав лакокрасочного материала, его массу и площадь стеклянной пластины, укрывистость рассчитывается легко и быстро. Метод контрастных отношений основан на вычислении коэффициента контрастности.

Коэффициент контрастности определяется отношением коэффициента яркости лакокрасочного покрытия на черной подложке к коэффициенту яркости того же покрытия, только уже на белой подложке. Если коэффициент контрастности составляет 0,98, то поверхность считается укрытой.

Светостойкость – это способность пигмента сохранять постоянный состав и оптические свойства при воздействии на него света. Практически все пигменты под длительным воздействием света меняют некоторые свои характеристики, например, могут обесцвечиваться или менять свой оттенок.

Выцветанию (или обесцвечиванию) более подвержены пигменты органического происхождения, которые имеют склон-

ность к фотохимическим окислительно-восстановительным реакциям. Обесцвечивание пигмента – это уменьшение насыщенности его цвета.

Изменение оттенка и потемнение – изменения, характерны для пигментов, неорганического происхождения. Чаще всего темнеют и меняют оттенок пигменты, которые содержат в своем составе такие катионы металлов, как Hg, Pb, анионы CrO_4^{2-} и др. Изменение цвета может быть обратимым и необратимым. Явление обратимого изменения цвета называется фототропией и характерно, например, для пигмента белого литопона. Под воздействием света пигмент темнеет, т.к. фотохимически разлагается ZnS и идет восстановление Zn^{2+} до металлического цинка. В темноте равновесие данной реакции сдвинуто в обратную сторону, и пигмент светлеет.

Светостойкость пигмента определяют при искусственном освещении либо солнечном (естественном).

3.6.8. Коррозионная и атмосферная стойкость неорганических пигментов

Лакокрасочные материалы должны обладать высокой коррозионной и атмосферной стойкостью, т.к. нашли широкое применение в различных климатических зонах и используются для создания покрытия на самых разных объектах: машинах, всевозможном оборудовании, сооружениях и т.д. Лакокрасочные покрытия должны обладать высокой устойчивостью к воздействию солнечных лучей, влажности, повышенных и пониженных температур и т.п. (таблица 4.2).

Пигмент, как и все составляющие лакокрасочного материала, должен быть термостойким и светостойким, т.к. он оказывает влияние на атмосферостойкость готового покрытия (в большинстве случаев играет основную антикоррозионную функцию).

Все пигменты по влиянию на антикоррозионные свойства лакокрасочного материала можно разделить на: нейтральные, ингибиторы и стимуляторы. Пигменты-стимуляторы при нарушении целостности лакокрасочного покрытия будут только интенсифицировать процесс коррозии, нейтральные пигменты не

окажут никакого действия, а ингибиторы коррозии будут защищать поверхность.

Все коррозионные процессы подразделяются на два вида: электрохимическая и химическая коррозия.

Белые пигменты. Белила титановые (TiO_2) – диоксид титана рутильной модификации – самый распространенный в настоящее время белый пигмент высокого качества ($\lambda = 2,72$; укрывистость – $15 \dots 25$ г/м²); свето- и атмосферостоек; применяется для всех видов красок.

Таблица 3.2.

Свойства белых пигментов

	Пигмент	nd	Плотн., г/см ³	Оптим. размер частиц, мкм	S _{уд.} м ² /г	Укрыв- вис- тость, г/м ²	Мас- лоем- кость, г/ 100 г	пдк. мг/ м ³	
	Диоксид титана								
	рутил	2,72	4,20	0,18	7-20	25-40	17-20	10	
	анатаз	2,55	3,85	0,20	9-15	30-45	20-25	10	
	Цинковые белила	2,05	5,50	0,47	6-10	100-140	12-18	0,5	
	Литопон	1,84	4,30	0,29	1,5-3,0	110-140	13-15	0,5	
	Свинцовые белила	2,09	6,65	0,49	1,25	140-200	9-12	0,01	

Белила цинковые (ZnO) – светостойкость высокая; атмосферостойкость – средняя; $n = 2,02$, укрывистость – $100 \dots 120$ г/м²; хорошо совмещается с другими пигментами, не стоек в кислых и щелочных средах (т.е. не рекомендуется для красок на минеральных связующих).

Литопоновые белила (смесь ZnS и BaSO_4) (красящая способность – средняя ($\lambda = 1,8 \dots 2,0$; укрывистость – $120 \dots 140$ г/м²)) – пигмент, обладает низкой атмосферостойкостью, желтеет от УФ-излучения и рекомендуется только для внутренних работ; применяется в грунтовках.

Желтые и красные пигменты. Как и у природных, в этой гамме преобладают пигменты на основе оксидов железа: жел-

тый железно-окисный, красный железно-окисный (редоксайд) и марсы (группа пигментов различных оттенков). Они отличаются высокой укрывистостью, атмосферо- и светостойкостью.

Более яркую и насыщенную окраску имеют свинцовые и цинковые пигменты: крон свинцовый (лимонный, желтый и оранжевый), крон цинковый (лимонный и желтый) и сурик свинцовый (оранжево-красный). Эти пигменты (кроме сурика) менее стойки, чем железно-окисные, и ядовиты (в особенности свинцовые).

Синие и зеленые пигменты. К синим пигментам, получившим широкое распространение, относится железная лазурь и ультрамарин.

Железная лазурь (милори) – ферроцианид железа и калия – пигмент интенсивного синего цвета, применяется в смеси с белыми и желтыми (для получения зеленого цвета) пигментами; не щелочестоек.

Ультрамарин – алюмосиликат натрия, содержащий серу; щелоче- и светостоек; в кислых средах обесцвечивается (в быту используется для подсинивания белья).

Кобальт синий – пигмент очень высокого качества; из-за высокой стоимости применяется редко, в основном как краска для керамики.

Среди зеленых пигментов один из лучших – **оксид хрома** (Cr_2O_3), оливково-зеленого цвета, обладающий высокой свето- и атмосферостойкостью, благодаря высокой укрывистости применяют обычно в смеси с наполнителями; используют для приготовления всех видов красок и эмалей; особенно часто применяют окись хрома в масляных красках для крыш.

Медянка (основная уксусно-кислая медь) – интенсивно окрашенный зеленый пигмент; применяется обычно в смеси с титановыми белилами для получения светло-зеленых красок. Недопустимо смешение с пигментами, содержащими цинк или сернистые соли (например, с цинковыми белилами и литопонном). Светостойкость медянки ниже, чем у оксида хрома.

Зеленые пигменты можно получить смешиванием синих пигментов с желтыми; например, зелень цинковую – смесь цинкового крона с лазурью, применяют в основном в красках для деревянных поверхностей из-за низкой щелочестойкости не

рекомендуется для окраски бетонных и оштукатуренных поверхностей и полностью не пригодна для известковых и силикатных красок.

Черные пигменты. Среди черных пигментов главнейшие – сажи, получаемые по различным технологиям. Для красок используют газовую сажу, имеющую минимальное количество примесей. Высокодисперсная сажа образует со связующим коллоидные растворы. Сажа абсолютно свето- и химически стойка. Кроме сажи, особенно для цветных штукатурок, применяется щелочестойкий пигмент железная черная (закись – окись железа – $\text{FeO Fe}_2\text{O}_3$).

Металлические пигменты представляют собой тонкодисперсные металлические порошки (алюминиевая, бронзовая пудра) с защитным покрытием; используются для защитных окрасок металлоконструкций и как второй пигмент в красках типа металлик. В водных красках не применяется.

Современные синтетические железистоокисные пигменты выпускаются с использованием высоких технологий, что позволяет не только получать продукцию высокого качества, но и контролировать множество параметров самого синтеза, которые определяют специальные свойства пигментов и дают возможность создавать продукт с заданными характеристиками. В настоящее время в промышленных масштабах используются четыре основные технологии получения железистоокисных пигментов, представленные в таблице 3.3.

Таблица 3.3.

Основные технологии получения железистоокисных пигментов

Название метода	Химические реакции, лежащие в основе
Процесс осаждения	$2\text{FeSO}_4 + 4\text{NaOH} + 1/2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeOOH} + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{FeOOH} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
Процесс Пеннимана	$2\text{Fe} + 1/2 \text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{FeOOH} + 2\text{H}_2$
Процесс Лаукса	$9\text{Fe} + 4\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ $2\text{Fe} + \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{FeOOH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ $4\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 6\text{Fe}_2\text{O}_3$
Обжиг	$2\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 28\text{H}_2\text{O} + 4\text{SO}_3$

3.6.9. Факторы, влияющие на свойства пигмента

Физические свойства и красящие способности готового продукта определяются его химическим составом, размером, структурой и формой частиц, а также другими параметрами, которые можно регулировать на стадии синтеза.

Глубина оттенка определяется двумя физическими эффектами: светопоглощением и светорассеиванием. Оба этих эффекта зависят от размера частиц, поэтому регулировка размера частиц в производственном процессе позволяет добиться получения различных оттенков цвета. Эта зависимость проиллюстрирована на примере красных железистоокисных пигментов.

Интенсивность окраски красных железистоокисных пигментов максимальна при среднем размере частиц около 0,4 мкм и уменьшается с увеличением или уменьшением размера частиц.

Влияние размера частиц становится еще более очевидным при рассмотрении кроющей способности. Железистоокисные пигменты с размером частиц меньше 0,05 мкм являются прозрачными, укрывистость максимальна при размере частиц около 0,4 мкм и уменьшается при увеличении размера частиц.

Распределение частиц по размеру имеет решающее значение для чистоты цвета. Пигменты с узким распределением частиц по размеру обладают высокой чистотой цвета, тогда как пигменты с широким распределением дают ненасыщенный цвет.

Кроме размера частиц, распределения частиц по размеру и их формы большое значение имеет химия поверхности пигментов. Модификация поверхности может быть использована для производства пигментов, точно соответствующих заданному применению.

Железистоокисные пигменты характеризуются широкой цветовой палитрой, высокой окрашивающей способностью, хорошей химической стойкостью, высокой устойчивостью к атмосферно-климатическим условиям, токсикологической безопасностью и относительно низкой ценой, что делает их незаменимыми во многих отраслях промышленности. Крупнейшими областями применения являются окрашивание строительных материалов, различных покрытий и полимеров; железистоокисные

пигменты применяются также в производстве оксидных то-
неров для принтеров, керамики, катализаторов и др.

Железоокисные пигменты применяют для окраски пласт-
масс. Важным преимуществом оксидов железа по сравнению со
многими органическими пигментами является их термическая
стабильность при температурах переработки большинства по-
лимеров.

Однако это не относится к желтым оксидам-гидроксидам
железа, которые выделяют воду и превращаются в Fe_2O_3 при
температурах около 200 °С.

Железоокисные пигменты используются и во многих дру-
гих областях Ламинаты, керамические глазури, мульча и различ-
ные другие продукты также окрашиваются железом окисными
пигментами, некоторые из которых были специально разработа-
ны исключительно для этих применений. Оксиды железа широ-
ко используются в областях, не связанных с окрашиванием
материалов, например, в качестве полупродукта в производстве
катализаторов стирола.

Железоокисные пигменты представляют собой группу
продуктов, которая постоянно совершенствуется в соответствии
с требованиями процессов производства и применения, и на-
считывает более 100 лет промышленного выпуска.

3.7. Органические пигменты

Органические пигменты в лакокрасочной промышленности
получили менее широкое распространение по сравнению с их
неорганическими сородичами. Это обуславливается тем, что
органические пигменты несколько уступают неорганическим по
своим характеристикам. Пигменты органического происхожде-
ния отличаются очень высокой интенсивностью. Эмали и крас-
ки, на их основе, привлекают своей насыщенностью, яркостью
и глубоким цветом. Но стойкость органических пигментов к
коррозии, укрывистость, устойчивость к воздействию света,
атмосферной коррозии оставляют желать лучшего. Кроме того,
данные вещества, используемые в лакокрасочной промыш-
ленности, чувствительны к воздействию химических реаген-
тов.

Органические пигменты могут обладать самым разным окрасом, от светлых желтых тонов до черного. Но преобладающее большинство – это зеленые, красные и синие цвета. Среди неорганических веществ очень мало тех, которые окрашивают краски и эмали в яркие цвета, или же они достаточно дорогие и малодоступны. Благодаря ярким органическим пигментам на рынке лакокрасочных материалов представлена более широкая цветовая гамма. В химическом отношении пигменты органического происхождения почти не имеют отличий от органических красителей, но большинство красителей могут растворяться во многих жидкостях. Пигменты при этом нерастворимы.

Основное свойство органического пигмента – его цвет. В отличие от красителей, они используются в виде порошков, состоящих из очень мелких частичек. И на цвет этого порошка очень большое влияние оказывает форма первичных частиц, их структура и размер, в принципе, зависимость цвета от данных свойств, как и в неорганических пигментах.

В лакокрасочной промышленности органические пигменты могут использоваться для придания цвета синтетическим эмалям, вододисперсионным масляным составам, краскам на клеевой основе.

Иногда предпочтение отдают именно органическим веществам. Например, железистые красные пигменты обладают небольшими насыщенностью и яркостью и их часто заменяют органическими. Свинцовые белила (белого цвета) известны своей токсичностью и не пригодны для производства лакокрасочных материалов для внутренней отделки помещений, поэтому их заменяют более безопасными материалами. Очень часто органические пигменты являются добавками к неорганическим. Это необходимо для повышения насыщенности и яркости красок.

По технической классификации пигменты органического происхождения разделены на две группы: пигментные лаки и сами пигменты. Пигментные лаки подразделяются на: полученные из основных, протравных и кислотных красителей.

Классифицируют вещества данного вида и по химическому строению. При этом учитывается общность хромовых систем.

Известны арилметановые, азосоединения, фталоцианиновые, антрахиноновые, полициклические, нитрозо- и нитросоединения.

В лакокрасочной промышленности широкое распространение получили: антрахиноновые, фталоцианиновые, азокрасители и пигментные лаки.

Антрахиноновые пигменты в лакокрасочной промышленности

Среди материалов данной группы самое широкое применение получил пигмент синий антрахиноновый. Он используется не только в производстве лакокрасочной продукции, но и в полиграфии и некоторых других отраслях. По прочности синий антрахиноновый пигмент схож с фталоцианином меди (органический краситель, известен также как монастраль синий). Изготавливают синий антрахиноновый пигмент путем щелочного плавления β -антрахинона с безводным ацетатом натрия и нитратом натрия.

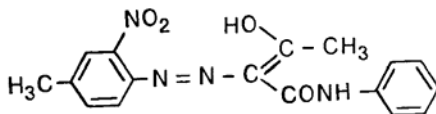
3.7.1. Фталоцианиновые красящие вещества в лакокрасочной промышленности

Наиболее ярким представителем данной группы является фталоцианин меди либо пигмент фталоцианиновый голубой. Порошок не растворяется в различного рода спиртах, маслах, большинстве растворителей органического происхождения, а также воде. Свойства фталоцианина меди и окрас могут меняться в зависимости от способа его получения. Основным достоинством данного пигмента для лакокрасочных материалов является его высокая светостойкость, устойчивость к воздействию кислот и щелочей. Кроме того, фталоцианин меди способен выдерживать высокие температуры (до 500 °С) без потери первоначальных свойств. При взаимодействии с хлором в определенных условиях цвет меняется, вещество становится зеленым, иногда с желтоватым оттенком.

3.7.2. Азокрасители в лакокрасочной промышленности

Среди всех органических пигментов, используемых в лакокрасочной промышленности, самое широкое распространение

получили именно азопигменты. Это связано с большой цветовой гаммой, насыщенностью и большой яркостью. Окрас азопигментов – от зеленовато-желтого до темно фиолетового. Самые распространенные и востребованные в лакокрасочной промышленности: желтые, красные и оранжевые. Желтый – светопрочный пигмент, отличается очень высокими показателями светостойкости.



Используется не только для производства ЛКМ, но и во многих других отраслях. Цвет азопигментов зависит от их способа получения и структурных особенностей.

Азопигмент алый ярко красного цвета. Его часто вводят в лакокрасочные материалы, используемые для наружной и внутренней отделки. Также применяется при производстве цветных карандашей, в полиграфии и др. Зачастую азопигмент алый можно найти вместе с наполнителем, который представляет собой смесь гидроксида алюминия и сернокислого бария. Среди основных свойств можно отметить высокую устойчивость к атмосферной коррозии, стойкость к воздействию щелочей и кислот.

Цвета от зеленовато-желтого до фиолетового обладают высокой красящей способностью и яркостью. В промышленности получают двумя способами: азосочетанием в водной или водно-органической среде с использованием растворителей, смешивающихся с водой, в присутствии ПАВ при 20-60 °С и pH 4-10. Азосоставляющие (ариламиды ацетоуксусной и 3-гидрокси-2-нафтойной кислот, пиразолоны и 2-нафтол) применяют в виде щелочного раствора или свежесажженной тонкодисперсной суспензии. Диазосоставляющими для моноазопигментов служат замещенные анилина, содержащие, например, атом Cl, группу NO₂, CH₃, OCH₃ или SO₂N(C₂H₅)₂, для дисазопигментов – замещенные бензидина, содержащие атом Cl, группу CH₃ или OCH₃.

3.7.3. Пигментные лаки в лакокрасочной промышленности

Пигментные лаки получают из трех видов красителей: *протравных*, *кислотных* и *основных*. Протравные красители растворяются в воде. В их состав входят заместители, благодаря которым образуются комплексы с металлами. Получение пигментных лаков из протравных красителей обусловлено именно их способностью к комплексообразованию.

На практике чаще всего используются соединения на основе ализарина (оксиантрахинонового красителя) – краплаки. Лаки розового, красного и коричневого цветов получают при комплексообразовании ализарина с Ni, Al, Sn, Mn, Ca, Fe, Co. Краплаки используются для производства нитроэмалей, масляных красок, а также в полиграфии и для изготовления художественных составов. Они обладают высокой устойчивостью к воздействию химических соединений и света. Пример краплака: лак ализарина алюминиево-кальциевый, насыщенно красного цвета с синим отливом.

Контрольные вопросы:

1. Какие химические соединения называются пигментами?
2. Для чего используются пигменты?
3. Как влияют на свойства пигментов дисперсность?
4. Что такое полидисперсность пигментов?
5. Классификация пигментов по цвету.
6. Что называют укрывистостью пигмента?
7. Какие черные пигменты находят применение в лакокрасочных материалах?
8. Чем отличаются пигменты органического происхождения?

IV. ВОДОЭМУЛЬСИОННЫЕ КРАСКИ

Водоэмульсионные краски получают пигментированием двухфазных пленкообразующих систем – водных эмульсий полимеров, стабилизированных ПАВ. Стабильность обусловлена свойствами двойного электрического слоя на границе раздела полимер – вода. Присутствие в пигментах (наполнителях) или воде водорастворимых солей поливалентных металлов может вызвать разрушение этого слоя и как следствие – коагуляцию системы. Непосредственное введение пигмента в систему, связанное со значительными механическими воздействиями на нее, также может привести к коагуляции. Поэтому пигменты и наполнители диспергируют в так называемом «водном полуфабрикате». Полученную пигментную пасту совмещают с эмульсией полимера.

4.1. Преимущества и недостатки водоэмульсионной краски

Водоэмульсионная краска обладает рядом значительных преимуществ:

1. Довольно быстро сохнет. Для высыхания иногда достаточно всего лишь пару часов.

2. Краска абсолютно безвредна и полностью безопасна для окружающей среды и здоровья человека. Во время покрасочных работ нет необходимости в срочном покидании помещения.

3. У краски нет резкого специфического запаха, который в основном сохраняется на протяжении 2-3 недель после завершения отделочных работ.

4. Составу краски можно придать практически любой цвет, добавляя при этом специальные пигменты. В магазинах для строительства, как правило, продается бесцветный тон, а к нему предлагается каталог с пигментами. Потребитель может выбрать

понравившийся оттенок и на месте специалист придаст вододисперсионной краске необходимый оттенок.

5. Сам процесс нанесения краски является достаточно простым, а инструменты для краски легко очищаются после использования.

Недостатков у вододисперсионной краски значительно меньше, чем достоинств:

- *производить процесс окрашивания можно только при температуре +5 °С;*
- *в краску включено довольно большое содержание воды. Поэтому ее не стоит применять для покраски металлических и глянцевых предметов;*
- *также ее довольно просто сделать самостоятельно, и поэтому появилась масса подделок. Такой краситель мажется после высыхания и слоится. Поэтому лучше отдать предпочтение проверенным брендам.*

4.2. Технические характеристики вододисперсионной краски

Перед тем, как купить вододисперсионную краску, нужно обратить внимание на ее технические характеристики, к которым относятся:

- состав;
- расход;
- вязкость;
- удельный вес;
- условия хранения;
- срок годности.

В состав краски входит: латекс, наполнитель, загуститель и антисептик.

Расход вододисперсионной краски – на 1 слой примерно 150 – 200 мл/м². От впитывающих способностей основания зависит требуемое количество слоев.

Вязкость – это показатель, который определяет степень разведения красящей смеси водой. Вязкость вымеряется с помощью вискозиметра и должна составлять около 40 – 45 спз. при использовании красящей кисти, 20 – 25 – при нанесении краскораспылителем.

Удельный вес составляет около 1.35 кг/л.

Время высыхания напрямую зависит от температуры и влажности воздуха, оно может варьироваться от 2 до 24 часов. Оптимальная температура во время окрашивания помещения вододисперсионной краской – это +20 °С, а влажность – 65%.

Виды вододисперсионных красок

Сегодня, в зависимости от полимера, который входит в состав краски, различают четыре основных типа вододисперсионных красок, а именно:

- поливинилацетатный,
- акриловые;
- силиконовые;
- силикатные;
- минеральные.

4.3. Свойства поливинилацетатной вододисперсии

Вододисперсионный поливинилацетатный красящий состав считается одним из самых дешевых и высококачественных. В своей основе он содержит клей ПВА и используется при окраске стен и потолка внутри помещения. Большая популярность краски вызвана ее довольно невысокой стоимостью.

Достоинства поливинилацетатного вододисперсионного красителя:

- может применяться при окрашивании картонных, деревянных, покрытых штукатуркой поверхностей и других пористых материалов;
- применяется при окраске поверхностей в помещениях, которые должны соответствовать высоким нормам пожарной безопасности;
- в составе отсутствуют вредные компоненты, пожаро- и взрывобезопасный; при использовании разнообразных добавок можно самостоятельно создать любой цвет и оттенок, а также сделать покрытие блестящим либо матовым;
- стоимость гораздо ниже других вододисперсионных;

- является отличным покрытием для гладких поверхностей стен, выровненных гипсокартоном;
- имеет быстрое время высыхания.

К недостаткам поливинилацетатной вододispersионки относятся:

- не годится для покрытия поверхностей из металла;
- боится повышенной влажности, поэтому не подходит для работ снаружи помещения;
- обладает довольно слабыми стойкими свойствами, в результате чего работать с ней можно только в сухих помещениях.
- расход при использовании красящего раствора равняется 250 грамм светлого и 150 грамм темного состава на один метр квадратный.

4.4. Акриловые вододispersионные краски

Этот вид краски в настоящее время является самым распространенным. В качестве основного компонента в составе краски служат акриловые смолы, и поэтому вододispersионная краска получила такое название.

Очень часто в состав добавляют еще латекс. Такое соединение компонентов позволяет акриловым вододispersионным краскам активно противостоять воде. Это говорит о том, что окрашенное покрытие можно без проблем мыть водой, не боясь за то, что краска придет в негодность или вообще смывается. Производители в характеристиках краски очень часто указывают, что она способна перенести до пяти тысяч мытья водой. Двойной слой такой акриловой краски с латексным наполнителем может замаскировать трещины поверхности толщиной до 1 мм. Акриловая вододispersионная краска, цена которой зависит от множества факторов, очень хорошо ложатся на поверхность из дерева, стекла, бетона, кирпича, штукатурки, бетона, а также на металл, который был заранее грунтован.

Ярким примером такого красящего средства является краска вододispersионная в/ак. У нее отсутствует специфический, неприятный запах, она безопасная, быстро высыхает, и работать с краской в/ак очень легко.

К особенностям акриловой краски относятся:

- возможность использования ее при покрытии поверхностей внутри помещения; использование при покраске поверхностей на улице, например, кирпичного или бетонного фасада;
- краску можно наносить на поверхность, обработанную составом с содержанием щелочи (штукатурки), но только через один месяц по окончании работы, так как штукатурка затвердевает довольно долгое время;
- к основным свойствам относят низкую газопроницаемость, хорошую защиту бетонного раствора от коррозии;
- данный вид краски широко распространен, и приобрести его можно на любом строительном рынке или в магазине;
- акриловой краской не рекомендуется окрашивать сооружения, имеющие плохую гидроизоляцию основания и сырые стены. В этом случае используют силиконовый либо силикатный красящий раствор.

4.5. Силиконовые водоземulsionные краски

В силиконовых красках, по аналогии с акриловыми, в составе присутствуют силиконовые смолы. Это самые дорогие эмульсии. Главный плюс этого вида красок на основе силиконовых добавок — они отлично подходят для ванных, туалетных комнат и кухонь, так как они не только отталкивают воду, но и пропускают сквозь себя воздух и даже пар.

Такая краска, несмотря на достаточно высокую стоимость, отлично подойдет для всех минеральных покрытий и без проблем способна закрасить трещины шириной до 2 мм. Силиконовые водоземulsionные краски относятся к классу паропроницаемого покрытия. Такое качество позволяет использовать краску на сырых, а также подверженных к возникновению влаги поверхностях. Ещё силиконовые краски обладают большими антибактериальными свойствами, отлично защищают помещение от плесени, грязи и грибка и совсем не боятся влажного мытья. К тому же, их можно иногда наносить на базовую поверхность даже без предварительного грунтования прямо на

старую краску. С такой краской можно на долгое время забыть про грибок.

4.5. Силикатные вододисперсионные краски

Силикатная вододисперсионная краска – это смесь водного раствора, жидкого стекла и цветных пигментов.

Этот вид вододисперсионных красок обладает прекрасной паро-, воздухопроницаемостью и хорошей атмосферной устойчивостью. Силикатная краска может прослужить не менее 20 лет. Силикатные краски – самые долговечные. Они хорошо реагируют на перепад температуры, пропускают пар и воздух. Правда, существенный минус силикатных красок – они обладают невысокой влажностойкостью и боятся атмосферных осадков, поэтому подходят исключительно для «сухих» помещений внутри дома. Для кухонь и ванных силикатные краски не подходят.

Силикатные краски недороги, очень прочные и лучше всего подходят для окрашивания бетонных и оштукатуренных поверхностей. Не дружат такие краски с металлом, камнем, стеклом, керамикой.

4.7. Минеральные вододисперсионные краски

В составе минеральных вододисперсионных красок присутствует гашеная известь или цемент. Они используются для любых поверхностей при окрашивании потолков и стен. Однако главное их назначение – это малярные работы с бетонными или кирпичными поверхностями. Недостатком таких видов вододисперсионных красок считается небольшой срок службы.

Краска вододисперсионная поливинилацетатная получается путем затирания пигментов на поливинилацетатной эмульсии. Преимуществом таких красок является то, что их разбавляют водой и с ними можно работать даже в закрытых помещениях, сохраняя хорошие условия труда. Их пленки достаточно высокой прочности, стойки к воздействию влаги, жиров и минеральных масел, а также они являются светостойкими.

Покраска водоэмульсионной краской

В покраске помещения водоэмульсионной краской есть свои нюансы.

Перед использованием краску нужно тщательно перемешать до однородной массы. Если в инструкции указано то, что краску можно разбавлять водой, то лучше это сделать, так краска более равномерно ляжет на поверхность. Если возникло желание придать интерьеру как можно больше ярких оттенков, то это совсем не проблема. Для этого необходимо купить колер для водоэмульсионно краски. Эта удобная вещь помогает сделать из обычной белой краски цветную, при этом подбирая необходимый оттенок путем перемешивания.

Изначально краску лучше развести в какой-то маленькой посудине, нанести на картон и дать ей высохнуть. Только после этого можно определить, подходит ли оттенок или нет. Стоит отметить, что краска имеет немного другой оттенок, чем высохшее покрытие.

Красящая поверхность должна быть ровной и подготовленной для покраски. Перед нанесением смеси стену или потолок нужно зашпатлевать и грунтовать грунтовкой.

На счет выбора цвета для помещения, то здесь существуют определенные правила. Если окна помещения выходят на южную сторону, то идеальными будут холодные оттенки: фиолетовый, голубой, зеленый, синий. Если окна выходят на север, то лучше подобрать теплые тона: малиновый, желтый, красный, розовый, оранжевый. При подборе оттенков не должно быть проблем, так как цвета водоэмульсионной краски очень разнообразные, благодаря этому каждый потребитель сможет удовлетворить все свои желания на счет оттенка поверхности своего помещения.

Покраска стен водоэмульсионной краской

Перед началом работы нужно максимально освободить комнату, заштукатурить все неровности, при необходимости зашпаклевать и тщательно промыть стены. Не нужно забывать про респиратор, защитные очки и перчатки.

Во время покраски шпатлеванных стен лучше всего нанести три слоя краски, причем первый является грунтом. При покраске стен с обоями достаточно будет два слоя.

Красить нужно поэтапно и параллельными полосами, причем двигаться нужно от окна к противоположному концу комнаты.

Для максимального качества окрашивания поверхностей рекомендуется применять специальные оборудования. Одним из самых популярных устройств для облегчения процесса окрашивания является краскопульт.

Краскопульт для вододисперсионной краски – это отличный помощник, который поможет окрасить любую поверхность без пропусков и оттеков. Они очень производительны и имеют большую площадь одновременного охвата поверхности.

Для того чтобы покрасить стены вододисперсионной краской с помощью кисти нужно взять широкую кисть размером 100 – 125 мм. И погрузить ее в краску на треть щетины. После этого нужно прижать кисть к стенке емкости для того, чтобы избавиться от лишней краски. Начинать накладывать краску нужно сверху вниз короткими горизонтальными и вертикальными движениями.

Нанесение вододисперсионной краски с помощью валика – самый быстрый способ покраски поверхности, но в этом случае необходимо больше слоев, чем при окраске кистью, так как валик накладывает краску более тонким слоем. Поддон нужно примерно на треть заполнить краской, затем опустить валик в красящую смесь и покатайте его по всей поверхности несколько раз. Это позволит распределить краску равномерно по всему валику. После этого можно приступить к покраске. Валик по стене нужно проводить в разные стороны, равномерно при этом надавливая на него. Нужно все делать аккуратно и не спеша, иначе краска может разбрызгаться.

Покраска потолка вододисперсионной краской

Самое главное здесь – это нанесение равномерного слоя на поверхность потолка, для этого весь валик должен быть покрыт одинаковым слоем краски. Для того чтобы добиться равномерного распределения краски нужно умокнуть валик в краску, затем раскатать его по поверхности лотка или по специально подготовленному материалу, например линолеуму. Этот процесс при необходимости можно повторить несколько раз для

идеального распределения. Если пропустить этот процесс и сразу перейти к окрашиванию потолка, то из-за неравномерного слоя после высыхания на потолку могут возникнуть пятна, от которых нельзя будет в дальнейшем избавиться.

Наносить краску водоэмульсионную краску для потолка нужно параллельными полосами, которые перекрывают друг друга примерно на 2-3 сантиметра. Продолжительность нанесения одного слоя составит около 30 минут. Чтобы добиться идеально окрашенного потолка, нужно нанести 2-3 слоя краски и чем тоньше слои, тем однороднее будет поверхность после высыхания.

В покраске потолка большое значение имеет направление покраски покрытия. Последний слой должен располагаться по направлению к источнику света. Это может скрыть возможные неоднородности в структуре покрытия. После окрашивания всего потолка, можно перейти к окраске тех мест, где не достал валик, а именно стыков и углов. Для этого можно воспользоваться кистью и аккуратно нанести небольшой слой водоэмульсионной краски на неокрашенное покрытие.

Как удалить водоэмульсионную краску

Самой нестойкой к влаге является водоэмульсионная краска для стен и потолка на основе ПВА (поливинилацетата). Для удаления такого вида краски достаточно всего лишь будет губки с мыльным средством.

Для того чтобы смыть акриловую водоэмульсионную краску, которая стойка к воде и мыльным растворам, нужно воспользоваться механическими средствами – шпателем или диском угловой шлифовальной машины.

Еще одним эффективным способом механического удаления шпателем считается предварительное оклеивание очищаемого участка газетами. Для приготовления клея нужно сварить крахмал в консистенции сметаны или же купить обычный обойный клей. После высыхания клея бумагу с краской будет легче удалять.

Также краску можно очистить с помощью стамески. Это является утомительным способом, но зато краску можно удалить очень качественно, не производя при этом лишнего шума.

Водоэмульсионную краску можно еще удалить с помощью строительного фена, отжигая участок за участком место со старой краской. При этом можно постепенно помогать шпателем. Такой способ подойдет для очистки акриловой водоэмульсионной краски.

Также можно воспользоваться смывкой на химической основе. После ее нанесения на очищаемый участок, она начнет впитываться в краску и постепенно ее разрушать.

Технологический процесс производства водоэмульсионных красок включает следующие основные операции: приготовление водного полуфабриката; получение пигментной пасты на основе водного полуфабриката; диспергирование пигментной пасты; составление краски и ее стандартизация; очистка и фасовка готовой краски.

Контрольные вопросы:

1. Назовите преимущества и недостатки водоэмульсионной краски.
2. Технические характеристики водоэмульсионной краски.
3. Свойства поливинилацетатной водоэмульсии.
4. Акриловые водоэмульсионные краски.
5. Силиконовые водоэмульсионные краски.
6. Состав силикатных водоэмульсионных красок.

V. ПОРОШКОВЫЕ КРАСКИ

5.1. Виды порошковых красок

Порошковые краски – это высокотехнологичные смеси, в составе которых имеются специальные смолы, которые, попадая на окрашиваемую поверхность, образуют пленку. Наносятся такие краски при помощи специальных распылителей.

По способу пленкообразования порошковые краски следует разделить на два основных вида:

1. Термопластичные – пленкообразование осуществляется прежде всего за счет сплавления частиц, при этом состав краски не изменяется. Такие краски термоустойчивы, но зачастую растворимы.

2. Термоактивные – пленкообразование происходит за счет химического преобразования частиц. При этом состав краски видоизменяется, делая ее достаточно устойчивой к любым внешним факторам.

По химическому составу порошковые краски делятся на три основных типа:

1. **Эпоксидные краски** – имеют весьма прочный состав. Прекрасно защищают от коррозии. Устойчив к влаге и химическим растворителям, однако под воздействием ультрафиолетовых лучей могут видоизменяться.

2. **Полиэфирные краски** – наиболее устойчивы к ультрафиолетовым лучам. Не подвержены пигментации. Довольно устойчивы к химическим растворителям, но токсичны по своему составу.

3. **Эпоксидно-полиэфирные** – альтернатива между первыми двумя вариантами. Почти не подвержен вредному влиянию солнечных, ультрафиолетовых лучей, почти не токсичен, обладает хорошими противоударными свойствами. Однако устойчивость к влаге и растворителям значительно снижена.

5.2. Преимущества порошковой окраски

Экономичность

На окрашиваемую поверхность попадает ровно столько краски, сколько необходимо для ее оптимального окрашивания. Излишки просто осыпаются, и их можно будет использовать повторно. Во время чистки оборудования так же практически не остается отходов, а отсутствие каких-либо растворителей в составе красок избавит вас от лишних хлопот по удалению токсичных паров и прочих «холодных» испарений.

Легкость в использовании

Технология нанесения стандартной порошковой краски полностью автоматизирована, поэтому научиться использовать ее правильно не составит особого труда. Также упрощает покраску тот факт, что не нужно предварительно грунтовать окрашиваемую поверхность. Да и сохнет такая краска гораздо быстрее своих жидких «собратьев» – около 30 минут;

Надежность и качество

Порошковые краски не такие пористые, как жидкие. Они практически не повреждаются при ударе и хорошо защищают металл от коррозии. Большинство порошковых красок прекрасно переносят жару, холод, ультрафиолетовые лучи и многие другие внешние факторы.

Экологически чистый продукт

В порошковых красках отсутствуют вредные для здоровья человека органические соединения, а значит, наносимый ущерб окружающей среде сводится к минимуму. Использование порошковой краски гарантированно снижает загрязнение воздуха на производстве, а также практически полностью исчезает опасность возгорания.

5.3. Недостатки порошковых красок

Несмотря на множество достоинств, порошковые краски имеют также и свои недостатки. Эти недостатки скорее связаны с условиями эксплуатации, нежели с качеством продукта, но при этом их нельзя не учитывать.

Вот некоторые из них:

- окрашивание возможно только в закрытом помещении и с использованием специализированного оборудования;
- нельзя использовать колеровку, разбавлять или видоизменять оттенки и цвет краски;
- нельзя закрасить только часть изделия (царапину, скол или какой-либо другой дефект покрытия). При необходимости нужно полностью перекрашивать объект. Однако это не является большой проблемой. Если царапина небольшая, можно воспользоваться специальным маркером;
- окраске подлежат только те изделия, которые легко переносят повышения температур, т.к. температура распыления порошковых красок порой достигает 200 градусов;
- размер окрашиваемого изделия ограничен вместительностью специализированного помещения;
- возможны сложности при окрашивании объекта нестандартной формы.

5.4. Свойства порошковых красок

Важнейшими специфическими свойствами порошковых красок являются дисперсионный состав, сыпучесть, слеживаемость, гигроскопичность, насыпная плотность, способность к псевдооживлению, электризуемость, распыляемость и др.

Дисперсионный состав. Порошковые краски, полидисперсны, причем, разброс частиц по величине достаточно большой. В системе могут находиться как истинные частицы, так и их агрегаты. Все это имеет большое значение для выбора способа нанесения краски на поверхность и получения покрытия высокого качества. Обычно допустимый размер частиц по данным ситового анализа находится в пределах 5 – 350 мкм. Для получения тонких покрытий размер частиц не должен превышать 75 мкм, а в некоторых случаях требуется и большая дисперсность. Высокодисперсные порошки быстрее плавятся, из них легче получить тонкие покрытия. Однако они сильнее увлажняются, плохо оживаются и часто неравномерно осаждаются на поверхность.

Сыпучесть зависит от состава порошковых красок. Олигомеры, на основе которых готовятся краски, должны иметь температуру стеклования не менее 60 °С. Важны также форма и размер частиц, шероховатость их поверхности, степень электризации, влажность и т.д. при плохой сыпучести затруднено нанесение красок на поверхность.

Гигроскопичность. Порошковые краски способны к водопоглощению за счет высокой удельной поверхности. Наибольшим водопоглощением обладают краски, содержащие гидрофильные компоненты. Присутствие влаги сильно снижает сыпучесть порошков, приводит к изменению электрических показателей красок, ухудшает пленкообразование. Допустимое количество влаги в красках колеблется в пределах от 0,5 до 3,0 %.

Насыпная плотность зависит от состава красок, формы и шероховатости частиц, степени их полидисперсности и колеблется от 200 до 800 кг/м³. Низкая насыпная плотность порошков является их недостатком. Такие рыхлые порошки плохо «кипят» и плохо наносятся на поверхность.

Способность к псевдооживлению. Одним из эффективных способов нанесения порошковых красок на поверхность является погружение окрашиваемого изделия в их псевдооживленный слой. Образование такого «кипящего» слоя зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются структура и свойства самого порошкового материала. Например, сильно увлажненные, мелкодисперсные, рыхлые порошки не «кипят» при воздействии воздуха или псевдооживляются с большим трудом. Для псевдооживления таких порошковых красок требуется применение более сложного и энергоемкого оборудования.

Способность к электризации. Порошковые краски, как и другие диэлектрики, склонны к электризации. Заряд статического электричества возникает при любых перемещениях порошка: при изготовлении композиций, при измельчении, пересыпании, тряске, в процессе псевдооживления. Величина заряда зависит от диэлектрических свойств краски, размера и состояния поверхности частиц, влажности окружающего воздуха и других факторов. Легко приобретают заряды эпоксидные, эпоксиполиэфирные, поливинилбутиральные, полиэтиленовые краски. Это поз-

воляет наносить их на поверхность, используя принцип электрозарядки частиц при их трении.

Электризация приводит к изменению физических свойств порошков. Так, например, уменьшается насыпная плотность, а иногда вообще теряется сыпучесть. Разряжаются порошки очень медленно, для уменьшения электризации в состав порошков добавляют антистатические добавки.

5.5. Производство порошковых красок

Существует несколько способов введения пигментов в порошковые краски:

- сухое смешение;
- смешение (диспергирование) в расплаве;
- диспергирование в растворе (дисперсии) пленкообразователя с последующей сушкой;
- осаждение полимера из раствора на поверхности частиц пигмента;
- осаждение пигмента на поверхности частиц полимера;
- эмульсионная полимеризация или поликонденсация мономера в присутствии пигмента.

Способ сухого смешения порошков – один из наиболее простых и доступных. Он используется при получении красок на основе полимеров, представляющих собой высокодисперсные порошки. В основном это термопластичные полимеры винилового ряда.

Частицы полимера, как правило, значительно больше, чем частицы пигмента: последний как бы «опудривает» полимер. Это обуславливает увеличение сыпучести, уменьшение слеживания комкования системы. Однако пигмент, выступая в роли изолирующей прослойки, мешает слиянию расплавленных частиц при пленкообразовании. Краски, полученные сухим смешением, характеризуются малой степенью наполнения – 3 – 15% (масс). Укрывистость их невысокая.

Смешение в расплаве предусматривает смачивание частиц пигмента (наполнителя) олигомером (полимером) до стадии формирования покрытия. Одновременно со смачиванием проис-

ходит диспергирование, т.е. разрушение пигментных агрегатов и равномерное распределение образовавшихся мелких частиц по всему объему лакокрасочной системы. Процесс диспергирования в расплаве подчиняется тем же закономерностям, что и диспергирование в растворе.

В соответствии с двумя описанными способами введения пигментов (наполнителей) в порошковые краски существуют и два технологических процесса их изготовления. Основной операцией в обоих случаях является диспергирование: диспергирование проводят в среде воздуха при низких температурах и в жидкой среде при повышенных температурах.

Технология изготовления порошковых красок сильно отличается от производства жидких красок, несмотря на общие принципы, лежащие в их основе. Наибольшие трудности представляет колеровка цвета и изготовление красок в соответствии с эталоном цвета. При производстве порошковых красок неприемлем способ однопигментных паст, применяемый при получении цветных жидких лакокрасочных материалов. Все пигменты и наполнители, а также остальные компоненты краски диспергируют совместно. Это обуславливает повышенные требования к качеству исходного сырья и необходимость строгого соблюдения технологических режимов.

Сухое диспергирование. Основными операциями технологического процесса при способе сухого диспергирования являются: подготовка исходного сырья; смешение (диспергирование); просев и упаковка в тару.

Для производства порошковых красок необходимо, чтобы все исходные компоненты были в твердом порошкообразном состоянии. Пигменты и наполнители, как известно, являются также в виде порошков. Однако они могут выпускаться и в виде гранул, чешуек, кусков и даже монолитов. В этих случаях требуется их механическое измельчение. То же относится и к остальным компонентам красок (отвердителям, модификаторам, стабилизаторам и др). в отдельных случаях используют добавки, представляющие собой жидкости.

Эффективность смешения зависит от вида применяемого оборудования. Наиболее часто применяют шаровые мельницы и быстроходные смесители.

Просев – одна из обязательных операций при производстве порошковых красок. При нем из краски удаляются возможные механические примеси и крупные агрегаты частиц. Иногда проводится и фракционирование по размерам частиц. Наиболее эффективными для просева являются аппараты вибрационного типа (вибросита).

Упаковка красок в мешки производится на упаковочных машинах автоматического, полуавтоматического или ручного типа.

Технологический процесс может быть организован по периодической или непрерывной схеме (рис. 5.1-5.2).

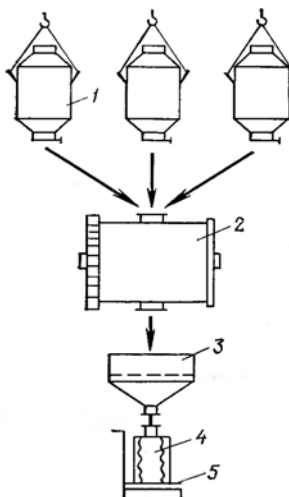


Рис. 5.1. Технологическая схема периодического процесса производства порошковых красок сухим диспергированием: 1 – контейнер; 2 – шаровая мельница; 3 – вибросито; 4 – мешок с краской; 5 – весы

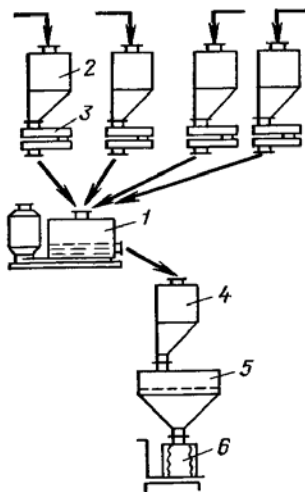


Рис. 5.2. Технологическая схема непрерывного процесса производства порошковых красок сухим диспергированием: 1 – смеситель непрерывного действия; 2 – бункер для сырья; 3 – дозатор; 4 – приемный бункер; 5 – вибросито; 6 – упаковочная машина

Сухие порошкообразные исходные компоненты в необходимых количествах отвешиваются в контейнерах 1, с помощью которых происходит транспортирование сырья и его загрузка в шаровую мельницу 2. Для просева готовой краски предназначен-

но вибросито 3. Упаковка производится в мешки 4, установленные на весах 5.

Диспергирование проводится в скоростном смесителе непрерывного действия 1. В него из бункеров 2 дозаторами 3 непрерывно подаются исходные компоненты. Готовая краска сыпается в приемный бункер 4, просеивается на вибросите 5 и поступает в упаковочную машину 6.

Контрольные вопросы:

1. Что собой представляют порошковые краски?
2. Назовите основные компоненты порошковых красок.
3. Дайте характеристику порошковым краскам.
4. Каковы важнейшие свойства порошковых красок?
5. Назовите способы получения порошковых красок.
6. Сущность получения порошковых красок способом сухого диспергирования.
7. Опишите технологический процесс получения порошковых красок.

VI. АКРИЛАТНЫЕ КРАСКИ

6.1. Свойства и особенности акрилатных красок

Акрилатные краски – это современный материал, обладающий отличными техническими характеристиками. Эти составы успешно используются как для внутренних работ, так и при отделке фасадов.

Основное преимущество этих материалов перед другими – это их универсальность. Научившись работать с ними, можно самостоятельно произвести отделку во всей квартире или покрасить изнутри и снаружи собственный дом. Возможность такого широкого применения акрилатных красок обусловлена их составом:

- вода и растворитель (отвечают за консистенцию материала);
- акрилат-сополимеры в виде дисперсии со стиролом, винилом или латексом;
- коалесцент – вещество, обеспечивающее образование прочной плёнки на окрашиваемой поверхности;
- пигмент (цветообразующий компонент);
- загустители (придают составу необходимую вязкость);
- антифриз (отвечает за морозостойкость краски при хранении);
- консервант (антиокислитель) максимально продляет срок годности материала.

Акрилатные краски подходят для отделки любых помещений, в том числе ванных комнат и кухонь, застеклённых лоджий и открытых балконов.

Преимущества

1. Экологичность. Составы не содержат токсичных веществ, поэтому их можно смело использовать для ремонта детских комнат.

2. Материал быстро сохнет (в среднем 2 – 4 часа).
3. Покрытие обладает повышенной паропроницаемостью, то есть, в помещении не будет скапливаться конденсат (не появится плесень).
4. Окрашенная поверхность отталкивает пыль и хорошо поддается очищению с применением щадящих бытовых моющих средств (можно помыть тёплой водой с мылом).
5. Покрытие устойчиво к истиранию.
6. Яркость цвета сохраняется долго, оттенок не меняется даже под воздействием прямых солнечных лучей.
7. Состав подходит для выполнения работ по натуральной древесине, а также ДВП и ДСП, хорошо ложится на штукатурку, бетон, кирпич (силикатный и глиняный), гипсокартон, цемент и асбестовую основу.
8. Прочность, эластичность, прозрачность;
9. Хорошая адгезия;
10. Покрытия с различной степенью блеска, от глянцевой до матовой поверхности;
11. По долговечности в разы превышают краски масляные и алкидные;
12. Стойкость атмосферная, светостойкость, устойчивость к ультрафиолетовому излучению;
13. Хорошо поддаются шлифовке и полировке;
14. Температура использования $-50...+175\text{ }^{\circ}\text{C}$;
15. Моющаяся, стойкая к минеральным и растительным маслам, смазкам и бензину;
16. Высокая технологичность, простота и удобство нанесения;
17. Быстрое высыхание: 15...30 минут при высокотемпературной сушке, 1...3 часа при комнатной температуре;
18. Экологическая безвредность, не имеют запаха;
19. Пожарная безопасность вододисперсионных и водорастворимых красок.

Среди **недостатков** можно отметить:

- недостаточная стойкость к растворителям;
- акриловая краска плохо совмещается с другими видами плёнообразователей;
- потеря водно-дисперсионными материалами своих свойств при замерзании;

- относительно высокая цена.

Виды и применение акриловой краски

По целевому назначению акриловая лакокрасочная продукция может быть:

- для дерева;
- для ткани;
- по стеклу;
- эластомерная – для поверхностей, подвергающихся деформации (изгиб, удлинение, кручение);
- по бетону;
- по металлу;
- автомобильная;
- для наружных работ, в том числе фасадная;
- для внутренних работ, подразделяется на такие виды: для стен, пола, для потолка, для ванны и другие;
- текстурная или штукатурка;
- художественная;
- в аэрозольных баллончиках.

Химическая промышленность предлагает широкий выбор используемых для проведения наружных и внутренних работ. Современные водно-дисперсионные акрилатные краски в отделочных материалах занимают особое место и применяются они в основном для нанесения на оштукатуренные фасады. В силу высокой стойкости к атмосферным воздействиям и ультрафиолету красители в течение длительного времени сохраняют пристойный вид.

Одним из свойств акрилатных красок является простота в применении и возможность нанесения на стену любым удобным для исполнителя инструментом. Исполнитель может использовать валик строительный, кисть малярную или пульверизатор с компрессором

Контрольные вопросы:

1. Что относится к акрилатным краскам?
2. Особенности акрилатных красок.
3. Основные свойства акрилатных красок.
4. Назовите преимущество акрилатных красок.

VII. ДЕФЕКТЫ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

7.1. Осмотическое вспучивание

Наиболее серьезные проблемы, относящиеся к покрытиям, возникают при потере адгезии между покрытием и подложкой. Отслоение всей системы вызывает необходимость проведения полной обработки поверхности, что всегда очень дорого. Если отслаивается только верхнее покрытие, то такие проблемы могут быть исправлены достаточно легко.

Обеспечение адгезии является ключевой рекомендацией для успешной работы системы покрытий. Вне зависимости от других свойств, покрытие с высокой адгезией к подложке покажет лучшую стойкость к внешним воздействиям, чем покрытие со слабой адгезией.

В процессе подготовки поверхности с нее удаляются такие загрязнения, как оксиды металлов, прокатная окалина, старые покрытия, ржавчина, пыль и посторонние химические соединения. Удаление этих посторонних веществ обеспечивает плотный контакт грунта с подложкой и достижение максимальной адгезии. При струйной очистке увеличивается также площадь поверхности сцепления, что дополнительно повышает адгезионные свойства.

Количество загрязнений на поверхности дает существенную разницу адгезионных характеристик выполняемых покрытий.

Прежде масляные системы окраски, которые наносились кистью и имевшие высокую проникающую способность и низкий молекулярный вес связующего, были в состоянии «приспосабливаться» к гораздо большему количеству загрязнений поверхности, чем покрытия с высоким молекулярным весом. Так как вследствие большого размера молекул у высокомолекулярных покрытий гораздо меньшая способность проникать

внутри загрязнений, даже при нанесении кистью. Для этих покрытий особое ударение делается на подготовке поверхности.

Проблемы смачивания поверхности краской могут также встретиться, когда сталь загрязнена маслами или жирами. Поверхности с такими загрязнениями не будут в достаточной степени смочены краской. Соответственно, краска на этих поверхностях не будет иметь достаточной адгезии к подложке, и дефекты неизбежны.

Одним из самых влиятельных факторов адгезионных свойств покрытия является **абсорбция воды и проницаемость органической пленки** для водных паров. Оба эти фактора играют важную роль в поведении пленки и ее адгезии к подложке.

Молекулы воды с их маленьким размером являются главной причиной потери адгезии.

Механизм этого влияния развивается соответственно:

- абсорбции водяных молекул в пленке;
- накоплении воды в пространстве между пленкой и подложкой;
- коррозии подложки;
- отслоению или шелушению пленки.

Количество водяных паров, абсорбируемых краской, может быть определено использованием «проникающих» измерений. Сохнувшие масляные, алкидные краски имеют большую проницаемость в сравнении с двухкомпонентными системами, такими как эпоксидные и полиуретановые.

Один из наиболее часто встречающихся видов адгезионных дефектов – вспучивание (blistering). Вспучивание – явный признак потери адгезии.

При применении органических покрытий формируется полупроницаемая мембрана. До тех пор, пока мембрана плотная и не имеет пористости, такие вещества, как соли, не проходят сквозь покрытие. Главной причиной дефектов являются небольшие количества водорастворимых веществ на поверхности под покрытием.

Осмоз – это движение воды сквозь полупроницаемую мембрану из раствора с меньшей концентрацией к раствору с большей концентрацией. Это важный феномен, когда покрытие погружено в воду, влажную среду или хранится при высокой влаж-

ности. В любом случае, верхнее покрытие образует поверхность с меньшей концентрацией, и растворимые соли внутри покрытия между слоями являются более концентрированной поверхностью.

Важность подготовки поверхности для систем окраски подтверждена многочисленными тестами, проведенными научными учреждениями многих стран (рис. 7.1).

Замеры состояния окружающей среды перед подготовкой поверхности и покраской.

Определение и проверка состояния окружающей среды перед проведением подготовки поверхности или покраской чрезвычайно важно как при проведении работ внутри цеха, так и снаружи.

Относительная влажность и точка росы воздуха являются важными рекомендациями для успешной подготовки поверхности и окраски. В случае, когда они выше предельных, данных в спецификации, конденсация на стали вызовет следующие проблемы:

- во время подготовки поверхности может вызвать ржавление стали;
- во время окраски может вызвать проблемы с адгезией и/или дефекты окраски, связанные с конденсатообразованием.

Проблемы, связанные с относительной влажностью и конденсированием влаги, встречаются ежедневно:

- во время приема душа или горячей ванны (конденсат на зеркале ванной);
- при пользовании краном холодной воды (конденсация не видна при включении горячей воды);
- при доставании бутылки или другого холодного предмета из холодильника.

Воздух представляет собой смесь некоторых газов и водяных паров, горячий воздух способен удерживать большее количество водяных паров, чем холодный.

Очевидно, что горячий воздух с большим содержанием водяных паров вызовет образование конденсата на холодной поверхности при определенной температуре.

Температура, при которой происходит конденсация влаги, часто называется **температурой точки росы**. При этой температуре воздух имеет относительную влажность около 100%.

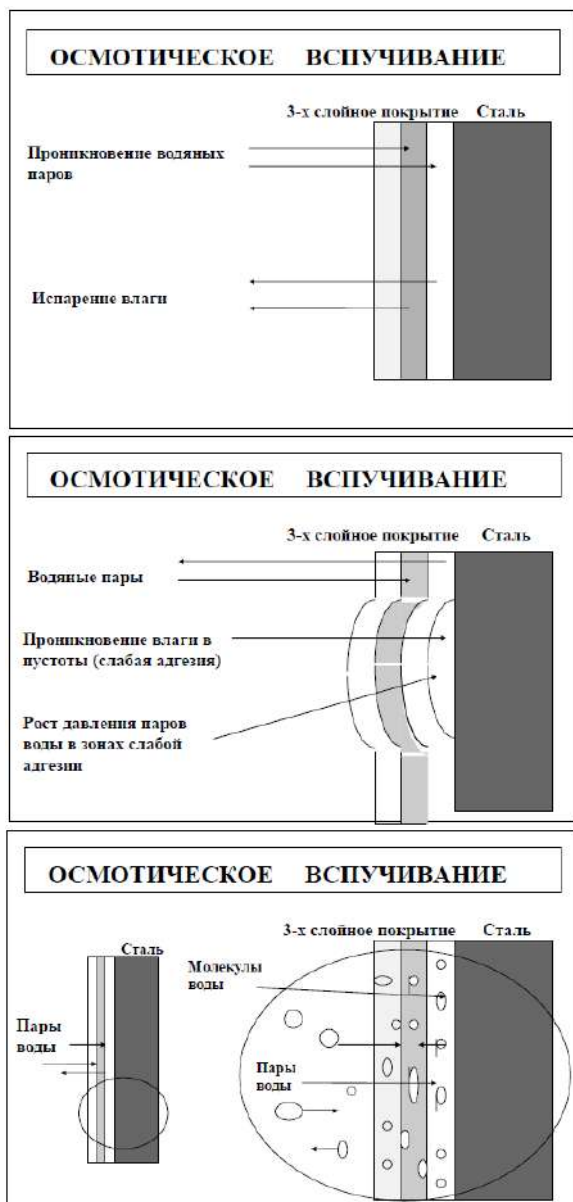


Рис. 7.1. Осмотическое вспучивание ЛКМ

Зачастую, когда нет тумана или дождя, влажность выражается через **относительную влажность**, меньшую 100%.

Влажность

Качество окрасочных работ зависит, кроме всего прочего, от влажности воздуха во время окраски.

Когда влажность достаточно высока, существует риск конденсирования влаги на поверхности, подлежащей окраске.

Присутствие некоторого количества влаги на поверхности может:

- инициировать начало коррозионных процессов;
- снизить адгезию покрытия к стали;
- снизить свойства краски при ее высыхании.

Влажность воздуха обычно описывается термином **относительная влажность(RH)**.

7.2. Относительная влажность

Это отношение суммы водяных паров в данном объеме воздуха при данной температуре к максимальному количеству водяных паров, которое этот объем воздуха может удерживать при этой температуре.

Относительная влажность часто выражается в процентах. Обычно относительная влажность на открытом воздухе варьируется в пределах 50 – 90%, но может быть и выше.

При относительной влажности 100% говорят, что воздух насыщен.

Температура, при которой воздух становится насыщенным (100%) и количество водяных паров представлено как растворенный газ, который станет конденсироваться в виде жидкости при некоторой выдержке поверхности на воздухе, называется **точкой росы**.

Легко понять, что если относительная влажность снижается, то испарение влаги будет происходить тем быстрее, чем теплее воздух и чем большее количество влаги он может впитать. Соответственно, чем выше относительная влажность, тем медленнее будет происходить испарение воды. Это важное утверждение, так как растворимость жидкой фазы (воды) в газообразной (воздух) будет **максимальной**.

Исходя из этого, при проведении окрасочных работ, верхний предел для нанесения покрытия – относительная влажность 85%. При более высокой относительной влажности замедляется испарение растворителей. Практически нулевое испарение будет наблюдаться при RH 100%. Это выразится в остатках растворителей в нанесенной пленке покрытия и катастрофических дефектах под покрытием – осмотическом вспучивании или обширном шелушении покрытия.

Конденсация

Вода, конденсируемая при охлаждении воздуха, остается на всех поверхностях, включая и подлежащие окраске.

Конденсация влаги на открытом воздухе зачастую встречается тихими ясными вечерами при сильном снижении температуры воздуха. Конденсат может присутствовать долгое время в зависимости от времени года и погодных условий.

Конденсация может также иметь место при холодной поверхности (например, стальной) и теплом и влажном окружающем воздухе. К примеру, верх корпуса судна, если в танках содержится холодная жидкость. Вероятность конденсатообразования выше при переменных погодных условиях.

Перед покраской

Климатические условия должны быть оценены на предмет вероятности конденсатообразования.

- Если температура стали опускается ниже точки росы, то конденсация неизбежна.
- Для продолжительных работ рекомендуется проверку влажности и точки росы необходимо проводить часто.

Для успешной окраски необходимо, чтобы во время окрасочных работ и в течение нескольких часов после нанесения краски температура подложки оставалась выше точки росы окружающего воздуха.

Для обеспечения качественной окраски:

- окраска не должна начинаться, когда относительная влажность превышает 85% (если иное не рекомендовано производителем краски);
- окраска должна возобновляться, когда температура подложки как минимум на 30 °C выше точки росы.

Способы снижения влажности (дегьюмидификации)

В порядке воздействия на точку росы количество водяных паров может быть снижено.

Это может быть достигнуто двумя путями: *охлаждением* и *осушением*.

Применение охлаждения для удаления влаги из воздуха является традиционным методом дегьюмидификации. При этом процессе воздух при начальной температуре и содержании влаги принудительно охлаждается.

Таким способом воздух достаточно охлаждается до состояния конденсатообразования – до точки насыщения.

Дальнейшее охлаждение вызывает образование конденсата, который удаляется внутренним дренажом. После дренажирования холодный воздух вдувается, например, в помещение, и, поскольку он там нагревается, общее количество содержащейся в нем влаги снижается. Как результат, воздух может абсорбировать большее количество водяных паров, что означает общее снижение RH в помещении.

Осушители представляют собой вещества с высокой способностью впитывать влагу. В окрасочной промышленности наиболее предпочтительным является адсорбент **силикагель**. После протекания процесса его зерна приобретают больший диаметр.

Осушенный таким способом воздух вдувается в зону проведения очистных или окрасочных работ. В результате этого процесса влага из воздуха адсорбируется на поверхности зерен силикагеля.

Во избежание насыщения силикагеля влагой часть его периодически удаляется для восстановления адсорбирующих свойств в струе горячего воздуха.

Типовые растворители, применяемые сегодня при производстве и нанесении красок, тяжелее воздуха. Например, в танках они оседают на дно и насыщают воздух. Когда это происходит, испарение растворителей замедляется или прекращается. Растворители будут оставаться в пленке покрытия после ее отверждения. Путь для предупреждения этого – постоянная вентиляция танка с тем, чтобы растворители испарялись из покрытия.

Значение проблем, приведенных выше, в большой важности проверки атмосферных условий до начала работ.

Контрольные вопросы:

1. Назовите дефекты лакокрасочных материалов.
2. Механизм развития потери адгезии.
3. Какие факторы влияют на адгезионных свойств покрытия?
4. Что такое осмотическое вспучивание?
5. Что случится с поверхностью в присутствие некоторого количества влаги?
6. Что такое относительная влажность?
7. Назовите способы снижения влажности.

VIII. ТИПЫ КОРРОЗИИ

8.1. Общая коррозия

Общее поражение больших площадей поверхности металла является одним из наиболее распространенных типов коррозии. Оно обычно характеризуется химической или электрохимической реакцией, которая протекает равномерно по всей поверхности или на большой площади. Металл получает утончение и в итоге – теряет свои свойства.

При таком типе поражения поверхности анодные и катодные процессы распределяются равномерно по всей поверхности металла.

Общая коррозия ведет к снижению толщины материала линейно во времени. Условие сквозного прободения может быть подсчитано из условий коррозии.

Например, при условии коррозии 0.13 мм/год (5 mpy) потеря толщины металла будет составлять 1.52 мм (0.060'') в течение 12-ти летнего периода. При норме коррозии 1.59 мм (1/16'') это можно считать равнозначным 12-ти летнему периоду работы, и при хранении в танке – 25 лет.

Трубы теплообменников с толщиной стенок 2.11 мм (0.083'') могут допускать не более 50% потери толщины (т.е. 1.02 мм (0.040'')) в течение 8 лет при условии 0.13 мм/год (5 mpy).



8.2. Гальваническая (биметаллическая) коррозия

Гальваническая коррозия наблюдается, когда металл или сплав электрически соединен с другим или с проводящим неметаллом (графит, прокатная окалина) в коррозионной среде (электролите).

Условия корродирования одного из металлов или сплавов обычно усиливаются, в то же время для другого – они снижаются. Т.е. металл с более отрицательным в свободном состоянии коррозионным потенциалом (активный член пары) будет подвержен коррозии более интенсивно.

Инспекция защитных покрытий

На процесс гальванической коррозии в основном влияют следующие факторы:

- разница электрохимических потенциалов металлов или сплавов, соединенных в электрическую пару;
- величина площадей анодной и катодной зон;
- расстояние между анодом и катодом;
- электросопротивление гальванической цепи.

Наиболее распространенный способ предсказания развития гальванической коррозии – это погружение гальванической пары в интересующий электролит и тестирование. В большинстве случаев гальваническая коррозия может быть предсказана исходя из гальванической серии. В гальванической серии металлы и сплавы расположены в соответствии с их потенциалами, измеренными, например, в морской воде.

Также на развитие процесса гальванической коррозии влияют площадь поверхности, расстояние между анодом и катодом и их геометрические параметры.

Когда поверхность более благородного металла или сплава (катода) больше в сравнении с площадью более активного члена пары (анода), мы получим наиболее неблагоприятные условия развития гальванической коррозии.

И, наоборот, при большей площади анодной зоны (больше – активный член и меньше – более благородный) гальваническая коррозия развивается в меньшей степени.



Анод

Катод

8.3. Язвенная (питтинговая) коррозия

Язвенная коррозия – это форма локального поражения, результатом которой являются поры в металле. Эти поры могут быть как малого, так и большого диаметра, но чаще всего они относительно малы. Они могут быть причиной сквозного прободения металла или сплава. Часто поры изолированы либо расположены так близко друг к другу, что выглядят как шероховатость поверхности. В общем, поры можно представить как отверстия или каверны, диаметр которых равен или меньше их длины. Питтинг это одна из наиболее коварных форм коррозии. Он приводит к разрушению оборудования вследствие сквозного прободения при очень незначительной потере общего веса всей конструкции (рис. 8.1).

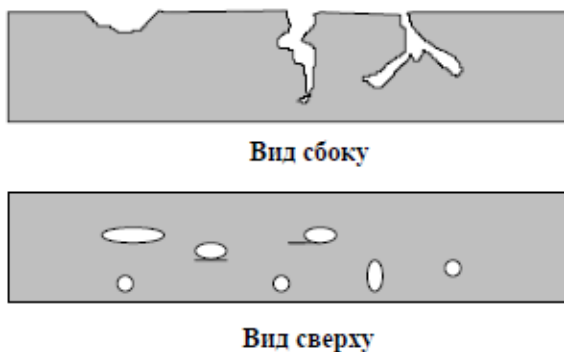


Рис. 8.1. Язвенная коррозия ЛКМ

Язвенная коррозия часто развивается в местах пор или поврежденных участков:

- непроводящего слоя металлической поверхности (окисной пленки);
- металлического покрытия поверхности, которое является более благородным по отношению к основному металлу. Это может инициировать питтинг на основном металле.

Язвенная коррозия часто наблюдается у нержавеющей стальных сплавов. На развитие коррозии влияют такие факторы, как температура и движение Среды.

8.4. Щелевая коррозия

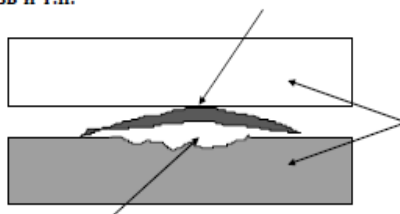
Щелевая коррозия является типом интенсивной локальной коррозии, часто встречающейся в щелевых зазорах металлических поверхностей, подверженных воздействию корродирующей среды. Такой тип поражения обычно ассоциируется с малостью объема стоячего раствора, причиной которой выступают отверстия, поверхности прокладок, коленные соединения, щелевые зазоры под болтами и головками заклепок. В итоге такой тип коррозии называют *щелевой коррозией* или иногда *депозитной*.

Для развития щелевой коррозии зазор должен быть достаточно широким для допуска раствора внутрь и, в то же время, достаточно узким, чтобы поддерживать застойность раствора в зоне щели, ограничивая процессы миграции и диффузии ионов. Растворы, содержащие хлорид-ионы, наиболее проводимые для развития щелевой коррозии.

Механизм процессов щелевой коррозии достаточно сложен, но может быть описан как очень медленный доступ кислорода, необходимого для поддержания окисной пленки, например, для нержавеющей стали или алюминиевых сплавов.

Не всегда необходимо наличие непосредственно щелевого зазора – этот тип коррозии может иметь место и на поверхности металла, покрытой песком, грязью или мусором (рис. 8.2).

Песок, грязь и т.п.



Металлические поверхности

Зона развития щелевой коррозии

Рис. 8.2. Щелевая коррозия ЛКМ

8.5. Эрозионная коррозия

Эрозионная коррозия является формой разрушения, происходящего при относительном движении между металлической поверхностью и электролитом. Частицы металла или продуктов его коррозии вымываются с поверхности электролитом. Мягкие металлы частично подвержены такому типу коррозии, к примеру, медь, латунь, чистый алюминий и свинец, однако большинство металлов подвержены эрозионной коррозии в значительно меньшей степени.

Некоторые факторы, чаще всего инициирующие эрозионную коррозию:

- внезапные изменения внутренних диаметров или направлений трубопроводов;
- плохо пригнанные прокладки или соединения, образующие различные неровности на гладкой поверхности металла;
- зазоры, позволяющие части жидкости отклоняться от основного потока;
- наличие продуктов коррозии и других взвешенных частиц, которые могут изменить ламинарность потока жидкости.

Проявление результатов эрозионной коррозии можно наблюдать в виде пазов, промоин, волновых и круглых ям и отверстий. Зачастую они могут иметь весьма специфический вид, называемый «копытным» разрушением (рис. 8.3).



Рис. 8.3. Эрозионная коррозия ЛКМ

Избирательное выщелачивание

При этом типе коррозии один элемент, как правило, более активный, избирательно удаляется из сплава. Как результат, компоненты сплава реагируют со средой в пропорциях, отличных от первоначальных. Исходя из общего термина, частные случаи часто называют соответственно **децинкификация латуни**, **деалюминизация алюминиевых бронз**. То же самое и в случае **графитизации серых чугунов** (здесь удаляемым элементом является железо).

Хорошо известным примером избирательного выщелачивания является децинкификация бронзы. Она легко узнаваема, когда сплав приобретает красномедный цвет, т.е. контрастирует с желтым цветом бронзы.

Известны два основных типа децинкификации. Один – поверхностного вида (сплошной), другой – локальный.

Обедненные цинком зоны механически ослаблены и пористы и могут встречаться на сплавах с высоким содержанием цинка.

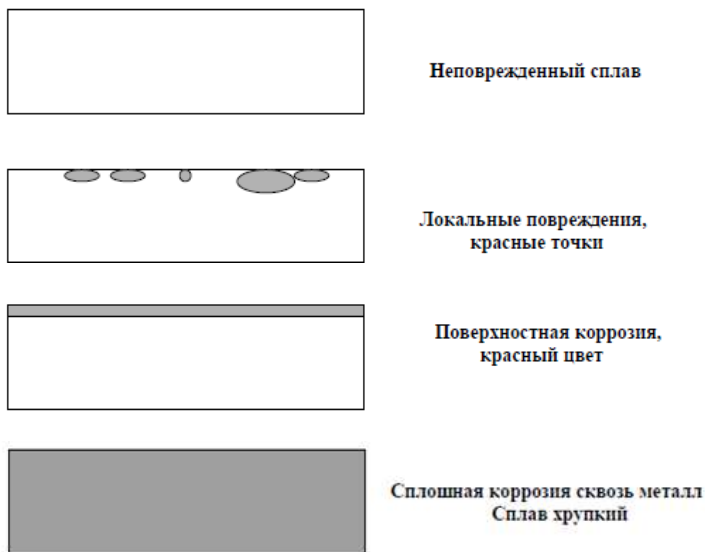


Рис. 8.4. Децинкификация бронзы

8.6. Коррозионное растрескивание

Трещины могут образовываться на многих конструкционных материалах при работе в коррозионной среде в присутствии механического воздействия, которое само по себе не опасно. Трещины, образованные при таком комбинированном воздействии, часто трудно определить и при дальнейшем их росте может произойти внезапное катастрофическое разрушение.

Хорошо известными материалами, проявляющими склонность к коррозионному растрескиванию в среде хлоридов, являются аустенитные нержавеющие стали, содержащие хром и никель, и определенные алюминиевые сплавы. Вообще, склонность к коррозионному растрескиванию повышается при повышении температуры. Для определенных сплавов может быть определена комбинация Среды при конкретной температуре, ниже которой склонность к растрескиванию практически равна нулю.

В офшорной индустрии большинство горячих трубопроводов из нержавеющей стали струйно очищается мелким неметаллическим абразивом и покрывается эпоксидным покрытием. Это делается для снижения вероятности коррозионного растрескивания, особенно на изолируемых трубопроводах из нержавеющей стали, работающих при температуре выше 60 °С.

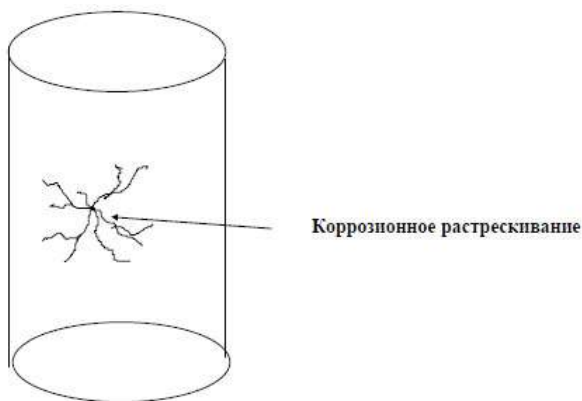


Рис. 8.5. Коррозионное растрескивание

8.7. Способы защиты от коррозии

8.7.1. Катодная защита

Катодная защита – это способ защиты стали, при котором сталь, которую мы хотим защитить, является катодом в гальваническом элементе. Как мы видели ранее в разделе гальванической коррозии, катод не корродирует. Процесс коррозии разбивается на аноде.

Этот способ защиты известен уже более 160 лет и широко применяется для защиты корпусов судов, нефтеперекачивающего оборудования и трубопроводов.

Как работает этот тип защиты?

Коррозионный процесс полностью зависит от обоих металлов и окружающего электролита. Как мы уже видели, все металлы обладают определенным электрическим потенциалом при погружении в раствор электролита, например, в морскую воду.

Потенциал измеряют против представленного электрода.

Следует помнить: сталь корродирует в кислотах и не корродирует в растворах щелочей.

Это говорит о том, что коррозия стали, т.е. ее энергетический уровень зависит от окружающей среды. Бельгиец Пуарбэкс тщательно изучал этот вопрос и создал диаграммы потенциалов/рН, показывающих, когда коррозионные процессы будут иметь место. Он также определил, что ниже определенного значения потенциала коррозии не будет совершенно.

Назначение катодной защиты – поставить сталь (или другой материал) в состояние, когда она будет не в состоянии корродировать в данной среде.

Сталь корродирует при погружении в морскую воду. Цинк также корродирует в морской воде. Но когда сталь электрически соединена с цинком, то цинк будет корродировать и отдавать энергию. Эта энергия будет получена сталью. Так как сталь все время получает энергию, то она не может ее отдавать и, таким образом, защищена от коррозии цинком. В этом случае цинк будет анодом, а сталь – катодом.

При погружении стали в морскую воду ее потенциал, будет иметь значение от -0.60 до -0.65 вольт при измерении против

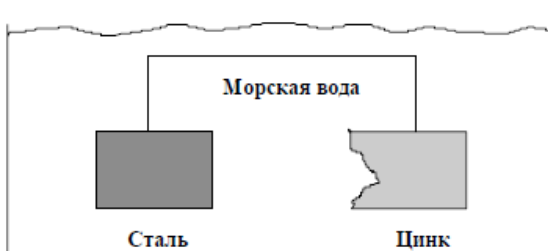
представленного электрода из меди/ сульфата меди (Cu/CuSO_4). Без защиты сталь будет корродировать в морской воде. Сталь будет только частично защищена при потенциале между $-0.60 - 0.85$ вольт. При значении -0.85 вольт сталь полностью защищена. Дальнейшее снижение потенциала вызовет **сверх-защиту**. При сверхзащите происходит ошелачивание выделение водорода, что может вызвать вспучивание краски.

Катодная защита может осуществляться двумя путями:

- системой расходуемых анодов;
- системой защиты наложенным током

8.7.2. Системы расходуемых анодов

В таких системах защитные свойства обеспечиваются добавлением внешних анодов из менее благородного (более анодного) металла, чем защищаемая сталь. Когда сталь контактирует с анодом, тот отдает стали определенную часть энергии и тем самым защищает ее.



Аноды обычно изготавливают из цинковых или алюминиевых сплавов. Оба типа сплавов могут применяться для защиты стали в морской воде. Аноды в форме прутков, полос, относительно тонких брусков содержат внутри менее электроотрицательный материал (например, сталь) для обеспечения непрерывности и механической прочности.

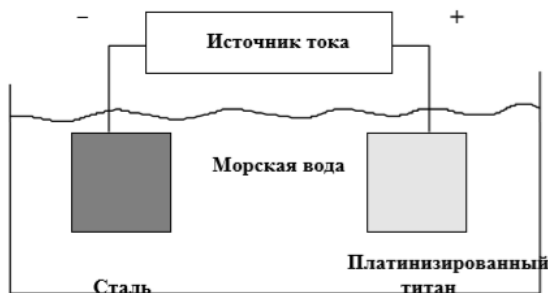
Внутренняя стальная пластина должна иметь форму и обработку, необходимые для обеспечения механического крепления к защищаемой стали. Зачастую их приваривают к стали.



Магниевые аноды не применяются для защиты стали в морской воде, но они могут использоваться как очищающие аноды для внутренних объемов танков.

8.7.3. Система защиты наложенным током

Эта система является альтернативной для судов и офшорных конструкций, передача потенциала в ней осуществляется от источника тока. Аноды делают более или менее химически стойкими. Они могут быть изготовлены из платинизированного титана или графита. Они не разрушаются и являются нейтральными анодами.



При работе системы наложенного тока обычно рекомендуется автоматический контроль. Это позволяет все время измерять потенциал стали относительно представленного электрода. При изменении потенциала изменяется величина тока.

Количество анодов при использовании систем наложенного тока гораздо меньше, так как они рассчитаны на более высокие токи. Это вызывает сверхзащиту в зоне, близко прилегающей к аноду. Во избежание разрушения покрытия на этих участках вокруг анода наносится толстое покрытие (поле). Толщина может составлять от 1 до 1.5 мм, чаще всего поля наносятся диаметром 2...3 метра вокруг анодов.

Системы защиты наложенным током могут применяться как на стационарном оборудовании для нефтепродуктов, так и для судов. При использовании расходующихся анодов увеличивается сопротивление движению. Напротив, в системах наложенного тока аноды обычно обтекаемые и сопротивление незначительно.

Катодная защита и краски

До платформы Oseberg B, которая начала добычу нефти в Норвежском секторе Северного моря в 1986 году, все погружные стальные платформы оснащались катодной защитой систем расходующихся анодов. Позднее большинство стальных платформ были окрашены эпоксидными/эпоксидно-каменноугольными покрытиями ниже ватерлинии. Применение красок и покрытий позволило снизить количество анодов: назначением анодов стала защита стали от коррозии в тех местах, где краска или покрытие разрушено.

Краски, применяемые в сочетании с катодной защитой, должны быть стойкими к щелочной среде, следовательно, использование масляных или алкидных красок невозможно ввиду их разрушения. Предпочтительно применение каменноугольных, эпоксидных, эпоксимастиков, виниловокаменноугольных. Также важно, чтобы краска имела достаточную стойкость к сверхзащите во избежание катодного отслоения (cathodic disbonding, потеря адгезии).

Защитные краски предотвращают коррозию стали различными способами:

- сдерживающая (ингибиторная) защита – пассивируют стальную поверхность;
- барьерная защита – предотвращают реагирование поверхности с водой и кислородом;

– катодная защита – расходуют себя при защите стали.

Сегодня традиционным считается нанесение более чем одного слоя покрытия, для обеспечения необходимой защиты на длительный период времени. Такие окрасочные системы состоят из различных слоев, начиная с грунта (рис. 8.6).

Грунт для стали должен обеспечивать хорошую адгезию к подложке, часто имея в своем составе антикоррозионные пигменты, и формировать хорошую основу для нанесения следующего слоя – промежуточного покрытия.

Промежуточное покрытие должно хорошо сцепляться с грунтом и обеспечивать необходимую структуру покрытия. Добавление ламинирующих пигментов повышает водонепроницаемость системы.

Верхнее покрытие является окончательным слоем окрасочной системы с требуемыми цветом и глянцем. Этот слой подвергается воздействию окружающей среды, солнечной радиации, дождя и химических реагентов.

Краски промежуточных и верхних покрытий обычно называют по типу связующего, например, виниловые или эпоксидные.

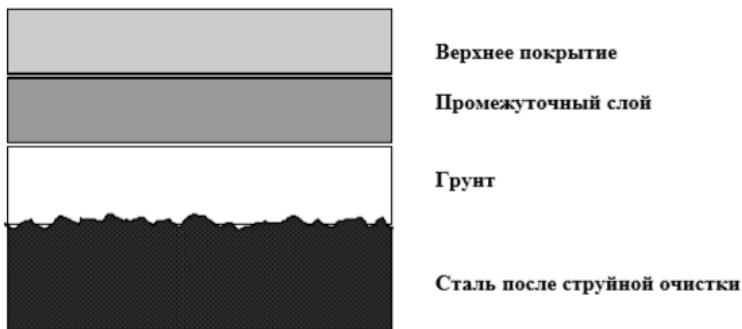


Рис. 8.6. Различных слоев окрасочных систем

Состав красок

Основными составляющими красок являются:

- пигменты
- связующие

- наполнители
- растворители
- добавки

Связующее

Главной задачей связующего является обеспечение связывания пигментов вместе и обеспечение адгезии к подложке. Связующее в большой степени определяет свойства краски. В большинстве красок связующее – это пластичный органический материал. В то же время некоторые связующие являются неорганическими, например, силикаты и цемент.

Связующее также определяет механизм сушки или отверждения краски:

- ✓ Краски физической сушки (испарение растворителя):
 - виниловые
 - хлоркаучуковые
 - акриловые
 - битумные
 - каменноугольные
- ✓ Краски кислородного окисления (реакция между связующим и кислородом воздуха):
 - алкидные
 - масляные
 - эпоксиэстеровые
- ✓ Краски химического отверждения (два или более компонента реагируют друг с другом):
 - эпоксидные
 - эпоксиэпоксинокаменноугольные
 - полиуретановые
 - полиэстеровые

Важно отметить, что краски физической сушки растворяются в том же самом растворителе, который использован в краске. Этот тип красок обычно обеспечивает хорошую межслойную адгезию. Растворитель в последующем слое растворяет предыдущее покрытие, что как бы «сплавливает» оба слоя вместе.

Сопrotивляемость таких красок растворителям, бензину или нефти очень слабая. В то же время, химически отверждаемые краски обладают большей стойкостью к этим типам химических соединений.

Краски, основанные на пластичных дисперсиях, такие как латексные, являются физически сохнущими красками. В то же время сухая краска не растворима в воде.

Пигменты

Пигменты обеспечивают цвет краски и ее глянец. Также они часто служат для обеспечения некоторой защиты от ультрафиолетовой радиации солнечных лучей. Некоторые пигменты являются активными ингибиторами и входят в состав грунтов.

Светонепроницаемые пигменты

- двуокись титана – белый
- кальциевые компаунды – красный, желтый
- железные компаунды – красный, желтый

Пигменты, ингибирующие коррозию

- хромат цинка (сегодня используется редко)
- фосфат цинка
- свинцовый сурик (сегодня используется редко)

Ламинирующие пигменты

- слюдяной оксид железа (mio)
- алюминиевые чешуйки
- стеклянные чешуйки

Ламинирующие чешуйки дают эффект лифтинга (эффект палой листвы), когда краска сохнет, то чешуйки укладываются параллельно поверхности поверх друг друга, образуя превосходное покрытие, снижающее проникновение воды сквозь него.

Обычно пигменты представляют собой порошки, размер частиц которого около 1 мкм. Важно, чтобы пигменты были тщательно размешаны в связующем и связующее полностью обволакивало пигмент.

Не все пигменты являются ингибиторами коррозии, некоторые из них обеспечивают необходимый краске цвет; в основном это неорганические пигменты.

Наполнители

Наполнители, или экстендеры, – это минеральные вещества, добавляемые в краски в виде порошков. Они обеспечивают структуру слоя краски и ее свойства. Часто они белого

или серого цвета и обычно не обладают какими-либо скрытыми преимуществами.

Внешний вид покрытия часто определяется количеством экстендеров и пигментов. Если их концентрация по объему вы-сока, то поверхность краски будет матовой.

- оксиды, в основном, кремния
- карбонат кальция (мел)
- силикат алюминия (китайская глина, слюда)
- силикат магния (тальк)

Растворители

Вообще, растворители это то в красках, чего следует избегать, однако, связующие часто имеют определенные свойства, которые требуют добавления растворителей. Растворители растворяют связующее, что обеспечивает краскам нужные для правильного нанесения свойства.

Некоторые из связующих сухие, другие – очень вязкие; в обоих случаях рекомендуются растворители.

- уайт-спирит
- ксилен
- толуен
- метил-этил-кетон (бутанон; МЭК)
- ацетон

Растворитель должен сочетаться со связующим. Не все растворители растворяют каждый тип связующего. Многие особенности должны быть сообщены производителем краски относительно добавления растворителя в краску. Например, способность связующего растворяться в данном типе растворителя, скорость испарения растворителя. Очень важно, чтобы рабочий использовал нужный тип растворителя для краски. Разбавитель для краски часто, но не всегда, представляет собой смесь растворителей.

Основное назначение растворителей – растворение связующего. Разбавители применяют для снижения вязкости краски.

Некоторые растворители называют действительными, что означает полное растворение ими связующего, в отличие от так называемых скрытых сольвентов (дилуентов), которые не полностью растворяют связующие.

Добавки

Добавки могут быть различного рода и типа и служат для обеспечения различных свойств.

Сиккативы используют в красках кислородного окисления (таких, как алкидные или масляные) для ускорения процесса сушки. Они представляют собой комбинацию кобальта, марганца, кальция, циркония и жирных кислот. Они влияют на абсорбцию кислорода в красочной пленке.

Другие катализаторы влияют на скорость отверждения и применяются в других типах красок, например, полиэстеровых.

Контрольные вопросы:

1. Назовите типы коррозии.
2. Что такое общая коррозия?
3. Какие факторы влияют на процесс гальванической коррозии?
4. Что такое язвенная коррозия?
5. Какие факторы влияют на развитие коррозии?
6. Где часто встречается щелевая коррозия?
7. Назовите факторы, чаще всего инициирующие эрозионную коррозию.
8. Что такое катодная защита?
9. Системы расходимых анодов.

IX. СПОСОБЫ НАНЕСЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Существуют различные способы нанесения ЛКМ на окрашиваемую поверхность. Различают способы нанесения жидких и порошковых ЛКМ.

Нанесение жидких ЛКМ основано на:

- превращении их в аэрозоли с последующим осаждением (коагуляцией) в тонком слое;
- смачивании поверхности (адсорбции);
- отложении (осаждении) вещества из жидкой среды (раствора или дисперсии) при воздействии электрического тока, нагревании и т.д.;
- испарении и последующей адсорбции из газовой или паровой фазы (для мономеров).

К *первой* наиболее распространенной группе способов относится распыление: пневматическое, электростатическое, гидравлическое (безвоздушное), аэрозольное. Общим для всех этих способов является то, что жидкий ЛКМ предварительно диспергируется – превращается в состояние аэрозоля.

Вторую группу способов составляют окунание, облив, окрашивание валиками, в барабанах, кистями и другими ручными приспособлениями.

Третью группу представляют такие перспективные способы, как электро- и хемоосаждение и электрополимеризация.

К *четвертой группе* относятся сравнительно новые способы: полимеризация в тлеющем разряде, инициированная полимеризация мономеров из паровой фазы и др. В этом случае, как и при электрополимеризации, процесс нанесения (осаждения) мономерного или олигомерного пленкообразующего вещества совмещается с процессом его химического превращения, приводящего к образованию покрытия.

Нанесение порошковых лакокрасочных материалов основано на их способности легко превращаться в аэрозоли. Аэрозоли осаждаются на твердой поверхности в результате:

- электризации аэрозольных частиц (сообщается заряд, противоположный по знаку заряду поверхности);
- контактирования аэрозоля с нагретой поверхностью;
- контактирования аэрозоля с липкой поверхностью подложки;
- конденсации аэрозоля на холодной поверхности.

В отдельных случаях применяют нанесение порошковых красок на горизонтальную поверхность насыпанием, насеиванием и т.д.

Более 75% всех ЛКМ (как жидких, так и порошковых) в настоящее время наносится способами, основанными на аэрозольной технологии. Это обусловлено тем, что в состоянии аэрозолей наиболее легко осуществляется дозирование ЛКМ, зарядка и тонкослойное распределение по поверхности. Однако многие из этих способов связаны с большими потерями ЛКМ. Особенно это относится к способу пневматического распыления, где среднее значение потерь составляет 45%.

Все способы нанесения жидких и порошковых красок подразделяются на механизированные и ручные. Первые используются при окрашивании объектов и изделий в условиях массового, поточного и нередко мелкосерийного производства; вторые – в быту, а также при единичном производстве в промышленности и строительстве.

ЛКП характеризуются определенными пределами толщины, чаще всего 10 – 300 мкм. Общая толщина ЛКП транспортного средства, полученного в соответствии с отечественной заводской технологией окраски, составляет, как правило, 90 – 110 мкм, при перекраске же в заводских условиях она может достигать до 130 – 140 мкм.

9.1. Типы покрытий

Хорошо известны многие типы покрытий, отличных от красок, наносимых на стальную поверхность для обеспечения ее длительной защиты. Ниже будут подробно рассмотрены следующие типы покрытий:

- резиновые облицовки (футеровки)
- порошковые покрытия
- восковые составы
- ленты
- гальванизация
- термальное напыление

Резиновые облицовки

На многих районах, где необходима длительная защита стали, использование резиновых футеровок преобладает.

Нанесение футеровок обычно производится на нанесенный связующий грунт с последующей облицовкой резиновыми листами. Окончательно продукт, предназначенный для подводных районов или в танках, подвергается непродолжительному (holiday) обследованию и вулканизации в автоклавах. Процесс отверждения в автоклаве происходит при высоких температурах и давлении.

После отверждения футеровки часто еще раз подвергаются повторному обследованию.

Резиновые футеровки применяют в зависимости от назначения, например, внутри танков, для защиты вокруг приемных патрубков морской воды.

Порошковые покрытия

Порошковыми покрытиями обычно называют некоторые продукты, которые, в отличие от красок, не содержат каких-либо растворителей. Состав порошковых покрытий почти такой же как у обычных красок:

- связующие
- пигменты
- наполнители
- добавки

Обычно небольшие объекты домашнего потребления покрывают порошковыми покрытиями, но также и более габаритные изделия, например, трубы, могут быть покрыты порошками.

Электростатическое напыление

Этот метод использует распыляющий пистолет, электризирующий порошок, и разность потенциалов между окрашиваемым

объектом и заземлением. Разность потенциалов и электризация порошка позволяют краске налипать на поверхность окрашиваемого объекта. Часто используются порошковые эпоксидные покрытия.

Погружение в порошковую ванну

Этот метод заключается в предварительном нагреве изделия до температуры чуть выше точки плавления порошка. Затем объект погружается в порошок, которых начинает плавиться. После этого объект охлаждается в водяной ванне. Термин текучая ванна образован вследствие постоянного перемешивания порошка струей воздуха.

Ленты и облицовки

Использование ленточных покрытий также часто применяется для трубопроводов, клапанов и трубных соединений. Лентами часто оборачивают стальные предварительно загрунтованные изделия. Обычно ленту наматывают с 50% перекрытием.

Некоторые типы ленточных покрытий.

- Петролатумные ленты (хлопчатая сетка пропитана специальными жирами или петролатумом. Верхний температурный предел составляет 45 – 70 °С).
- Битумные ленты (применяются для защиты трубопроводов в земле).
- Смоляные ленты (ленты этого типа модифицированы фибerglassом и до настоящего времени использовались при строительстве трубопроводов в Северном море. Полная толщина покрытия часто составляет 5-6 мм).

Временные покрытия

В замкнутых объемах, например, во внутренних каналах автомашин, обычно применение находят различные восковые материалы. Некоторые из них предназначены для обеспечения только временной защиты и очень часто удаляются паром, другие – для более длительной защиты.

9.2. Технология малярных работ

При выполнении малярных работ нужно иметь под рукой различные вспомогательные материалы: гипс для заделки

трещин и исправления дефектов поверхности, раствор для ремонта штукатурки или флюатирования пятен и налетов на поверхности кладки дымоходов, обезжиривающие средства, пластырь для закрывания мест, не подлежащих окраске, и др. Однослойная окраска не обеспечивает достаточной защиты основания, поэтому нужно последовательно наносить несколько слоев краски, каждый из которых выполняет свои функции. нижний слой служит для сцепления многослойного покрытия с основанием. Накрывочный слой, завершающий красочное покрытие, защищает нижние слои от внешних воздействий и выполняет декоративные функции. Если масляную краску нанести в один слой, поверхность будет морщинистой, а со временем на ней появятся трещины.

Число слоев зависит от вида краски, требуемого качества покрытия и вида основания. Клеевую краску наносят в два слоя, вододисперсионную – в три, а некоторые глянцевые политуры – в шесть и более слоев. Каждый последующий слой должен содержать больше пигмента и меньше связующего. Например, эмульсию из грунтовки сильно разводят водой, а для накрывочного слоя совсем не разбавляют.

Прежде чем приступить к окраске, нужно приготовить основание. Окрашиваемая поверхность должна быть очищена от грязи, ржавчины, жировых пятен и, кроме того, высушена (это особенно касается деревянных поверхностей). Если в порах древесины останется вода, краска туда не проникнет. Она останется лежать на поверхности, а потом отвалится. Если древесина на поверхности сухая, а внутри влажная, при нагревании под солнечными лучами и при других воздействиях водяные пары будут давить снизу на красочное покрытие и разорвут его. Для получения качественного красочного покрытия не нужно красить при низких или слишком высоких температурах, а также на солнце, на сквозняке, в тумане и при слабом дожде. Во время малярных работ температура должна быть не ниже 5 °C.

Кисть при покраске держат с небольшим наклоном к поверхности. В краску ее погружают, окуная не полностью, а лишь на четверть длины волос, избыток краски с кисти удаляют о край банки. Вначале краску наносят на грани, в углах и труднодоступных местах и только потом на гладкие поверхности.

Когда окрашивают поверхности над головой, краска часто стекает на ручку кисти. Чтобы этого не происходило, можно взять старый резиновый мячик, разрезать его пополам и в одну из половинок продеть рукоятку кисти. Чтобы мячик не соскочил с ручки, под ним укрепляют резинку. Если нет мячика, на ручку надевают круг пергамина диаметром 5 – 7 см.

При очистке потолка, если он ранее не был окрашен, прежде всего удаляют старый набел. Небольшой набел можно смыть горячей водой при помощи кисти и тряпки, а толстый нужно счищать скребком в сухом виде. Можно предварительно смочить его горячей водой при помощи кисти и через 40 минут удалить скребком или шпателем.

Скребок или шпатель располагают под углом к поверхности и, слегка нажимая на инструмент, скользящими движениями вперед снимают слой набела. Таким же образом удаляют брызги раствора, наслоения краски и другие загрязнения. Трещины на потолке и на стенах необходимо сначала расширить, а затем подмазать соответствующим составом. Подмазку производят шпателем, заделывая при этом не только расшитые трещины, но и раковины и впадины, которые есть на поверхности. После высыхания подмазанные места шлифуют и подгрунтовывают.

9.3. Технология нанесения краски

Спецэффекты, получаемые при использовании различных инструментов или особой технологии нанесения краски. Технология нанесения декоративных покрытий для имитаций различных сложных текстур сводятся к следующим этапам.

1. На поверхность наносится базовый плотный слой, обычно самый темный.

2. В краску следующего слоя, который обычно чуть светлее базы, добавляется такой модный нынче глезаль, или, если проще, разбавитель. Этот слой называется *лиссерочным*. Разбавитель придает краскам прозрачность и лиссерочные свойства.

3. В зависимости от поставленной цели определенным образом.

В основном краски поставляются производителем в баррелях или банках и могут рассматриваться как полуфабрикаты. На

поверхность краски наносятся определенными методами. Для достижения этого возможны различные способы:

- окрасочная перчатка или рукавица;
- кисть;
- валик;
- распыление.

Окрасочная перчатка или рукавица

Использование окрасочных перчаток или рукавиц иногда просто необходимо, но только для окрашивания труднодоступных мест. Изготавливают перчатки из овечьей шкуры, при окраске рука в перчатке погружается в краску, и затем краска наносится на поверхность.

Кисть

Кисть – это хороший выбор, когда окраска выполняется на труднодоступных поверхностях, таких, как сварные швы, кромки, углы, шпигаты и т.п.

Этот метод достаточно трудоемкий и, поэтому, дорогой. Слой краски, наносимый кистью, будет характеризоваться большим разбросом толщин, в зависимости от доступности поверхности и профессионализма маляра. Обычно достигаемая толщина при окраске кистью составляет 40 – 50 мкм. Некоторые из противокоррозионных красок могут наноситься кистью, а некоторые настолько вязкие или быстросохнущие, что их нанесение затруднено.

В целом, считается, что использование кисти позволяет окрасить поры, сварные швы и т.п. И тем не менее, при нанесении второго слоя красок физической сушки первый слой будет частично растворяться, и слои перемешаются.

Валик

Нанесение красок валиком возможно на большой плоской поверхности, труднодоступной для окраски распылением. Применение валика позволяет маляру выполнить работу быстрее в сравнении с кистевой окраской, покрывая большую площадь за тот же интервал времени.

Внешний вид покрытия после окраски валиком будет различным, в зависимости от типа «меха» валика и длины его во-

лоса. Вполне возможно получить в результате окраски валиком мелкие воздушные пузырьки в красочной пленке.

В противокоррозионной защите не рекомендуется применение валика при нанесении грунта на стальные конструкции. Также не рекомендуется наносить валиком быстросохнущие краски, такие, как виниловые и хлоркаучуковые. Высокомолекулярные мастики тоже слишком вязкие для нанесения валиком.

Распыление

Когда краска наносится традиционным методом, для распыления и переноски частиц краски применяется сжатый воздух. Этот метод наиболее часто применяется, когда предъявляются высокие требования к окончательному виду покрытия, например, при окраске автомобилей.

Краска извлекается из контейнера (сверху или снизу пистолета) сжатым воздухом. Так как краска проходит сквозь сопло, то краска перемешивается с воздухом при давлении около $2 - 5 \text{ кг/см}^2$.

Нормальное расстояние до поверхности составляет 40 – 60 см, факел должен быть перпендикулярен окрашиваемой поверхности. Перекрытие слоев может составлять до 50%. При окрашивании важно, чтобы маляр контролировал толщину мокрого слоя и корректировал соответственно скорость окраски.

Безвоздушное распыление

Применяя оборудование для безвоздушного распыления мы также используем сжатый воздух, который подается по шлангам для приведения в действие воздушного насоса.

Внутри насоса воздух приводит в действие больший из двух цилиндров и создает давление в меньшем цилиндре, нагнетающем краску под высоким давлением. Коэффициент сжатия часто определяют как отношение площадей двух цилиндров.

Эти соотношения варьируются от 8:1 до 60:1. Давление распыла сопла может быть рассчитано путем умножения входящего давления на коэффициент сжатия.

Используя установку с коэффициентом 45:1 и входящее давление 4 Бар, получим приблизительное давление распыла $4 \times 45 = 180$ Бар.

В целом, предпочтительно иметь установку с большим коэффициентом, чем требуется, это обеспечит требуемую текучесть краски при нанесении.

Тем не менее, нет необходимости иметь слишком большое давление, так как это может вызвать поверхность нежелательного вида. Слишком большое давление не дает преимуществ. Неудовлетворительное давление вызывает нежелательную толщину (потеки, наплывы). Правильное давление даст желаемый вид поверхности.

Когда краска не смешивается с воздухом, мала вероятность того, что краска будет загрязнена маслом или водой. Производительность такого способа окраски 250 – 300 м² в час.

В порядке достижения правильного окрашивания также важно, чтобы оборудование было способно прокачать требуемое количество краски, и, при необходимости, сопло должно быть заменено, а вязкость должна регулироваться подогревом краски или добавлением растворителя. При использовании подогрева важно заметить, что живучесть двухкомпонентных красок снижается.

Проблемы, связанные с безвоздушным нанесением

Многие из красок при применении требуют перемешивания. Это, в первую очередь, необходимо для красок, содержащих тяжелые пигменты, например, цинк. Скорость перемешивания не должна быть слишком высокой, чтобы воздух не остался в краске. Неправильная скорость перемешивания может быть причиной пористости покрытия.

Номограмма для определения количества краски, истекающего в минуту

Для использования диаграммы требуется знать давление распыла и размер сопла:

- давление распыла определяется умножением подводимого давления на коэффициент сжатия установки (например. Давление 5 Бар x коэфф. 60:1=300 Бар);
- размер сопла, например, 0,021''

1. Найдите на диаграмме внизу 300 бар.
2. Проведите линию вдоль линии 300 бар.

3. Найдите пересечение линий 300 бар и кривой 0,021''.

4. Проведите линию влево от точки пересечения.

5. Количество краски по левой оси будет 2,6 литров в минуту.

В дальнейшем мы еще столкнемся с определением количества краски. Но, пожалуйста, запомните эти простейшие правила:

- 1:1:1000 1 литр краски покрывает площадь 1 м^2 с толщиной мокрого слоя 1000 мкм.
- 1:10:100 1 литр краски покрывает площадь 10 м^2 с толщиной мокрого слоя 100 мкм.
- 10:100:100 10 литров краски покрывают площадь 100 м^2 с толщиной мокрого слоя 100 мкм.

9.4. Дефекты окраски

Даже самые квалифицированные рабочие в той или иной степени допускают ошибки в работе. Некоторые из наиболее часто встречающихся ошибок, случающихся при нанесении краски, могут быть легко исправлены во время производства работ. Другие проявляются позднее и иногда требуют полного или частичного удаления одного либо нескольких слоев краски.

Основные типы окрасочных дефектов:

- **потеки, наплывы, сосульки.** Стеkanie краски, часто вызвано ее избытком.
- **Сухой распыл.** Излишек растворителя в краске быстро испаряется во время нанесения. Часто проблемы быстро испаряющихся красок, например, цинк этилсиликатных и некоторых других при их нанесении, когда окрасочный пистолет находится далеко от поверхности.
- **Апельсиновая корка.** Этот дефект представляет собой сморщенную поверхность, напоминающую апельсиновую корку. Может возникать при слишком близком положении пистолета к поверхности или при слабом распыле.
- **Рисунчатость.** Тонкие поверхностные трещины, распределенные по поверхности в виде более или менее правильных узоров.
- **Грязевые трещины.** Встречается, когда цинк этилсиликатные краски нанесены слишком толсто. Они напоминают трещины в сухой грязи.

- **Морщинистость.** Часто встречается в масляных красках при их нанесении слишком толсто, когда наружный слой уже высох, а внутренний еще остается мягким.
- **Поры.** Мелкие поры формируются в покрытии при нанесении и сушке. Вызваны мелкими газовыми пузырьками, которые лопаются и образуют мелкие отверстия и кратеры в покрытии.
- **Отслаивание, шелушение.** Отслаивание краски от подложки или нижнего покрытия, вызванное загрязнениями: мел на поверхности, пыль, ржавчина, слишком гладкая поверхность, излишек живучести краски.
- **Рыбы глаза.** Участки поверхности, которые плохо смочены краской. Это, в основном, вызвано маслами, жиром или силиконовыми загрязнениями поверхности.
- **Неудовлетворительный внешний вид.** Остатки абразива, сварочные брызги и т.п. под покрытием. Может быть также вызвано одним или более упомянутыми дефектами.
- **Межслойная проницаемость.** Пятнистое изменение цвета верхнего слоя краски, вызванное миграцией битумных компонентов из каменноугольных эпоксидов, битумных и асфальтовых материалов.
- **Кратеры и трещины.** Дефекты образуются при быстром испарении растворителей или когда краска нанесена поверх пористого покрытия. Мелко вулканический вид.
- **Покраснение, оцвечивание.** Вызвано потерей глянца и ослаблением цвета. Может встречаться у аминоокисляемых эпоксидов во время их сушки при высокой влажности воздуха.
- **Меление.** Мел в виде порошка формируется на поверхности покрытия. Проявляется на эпоксидных красках под воздействием солнечной радиации.
- **Пузырение, пустоты.** Пузырение может проявиться со временем. Пустоты в краске могут содержать пары растворителей или газ, которые абсорбируют воду, вызывая пузырение.
- **Водные пятна.** Конденсация или другие способы попадания воды на поверхность во время сушки покрытия вызывают появление пятен на краске.

Контрольные вопросы:

1. Назовите различные способы нанесения ЛКМ на окрашиваемую поверхность.
2. На чем основано нанесение жидких ЛКМ?
3. Сущность нанесение порошковых лакокрасочных материалов.
4. Назовите типы покрытий и различия их.
5. Технология нанесения краски.
6. Назовите основные типы окрасочных дефектов.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Толщина сухой пленки (DFT) наносимого покрытия может быть определена путем расчета, если известны процент сухого остатка краски (%solids) и толщина мокрой пленки (WFT). Эта информация может быть получена из публикуемых производителем краски технических условий на материал (TDS).

Для расчетов существует, безусловно, множество способов. Ниже приведены наиболее простые формулы для расчета в качестве руководства.

Многие компании-производители красок для вычислений применяют «теоретическую» и «практическую» укрывистость. Термин укрывистость часто определяют как способность краски покрывать поверхность с определенной толщиной сухой пленки.

ПРИМЕР 1:

На стальную конструкцию нанесено 200 мкм мокрой пленки. Сухой остаток краски 60% от объема. Определить DFT.

Сухой остаток – 60%, значит, остальные 40% – это растворители, которые испарятся при сушке. Если нанесено 200 мкм мокрой пленки и 40% из них испарятся, то то, что останется, будет толщиной сухой пленки DFT. Таким образом, сухая пленка составит 120 мкм.

$$\text{Формула 1: } DFT = \frac{WFT \times \% \text{сух.ост.}}{100 \%}$$

ПРИМЕР 2:

На стальную конструкцию наносится краска с толщиной сухого слоя (DFT) 100 мкм. Сухой остаток краски 50%. Определить толщину мокрого слоя.

Краска должна наноситься с толщиной мокрого слоя (WFT) 200 мкм, поскольку 50% ее состава это растворители, которые при высыхании испарятся.

$$\text{Формула 2: } WFT = \frac{DFT \times 100 \%}{\% \text{сух.ост.}}$$

ПРИМЕР 3:

Зачастую оператору необходимо снизить вязкость краски добавлением растворителя. Это, конечно, влияет на требуемые DFT и WFT.

На стальную конструкцию наносится краска с толщиной сухого слоя 75 мкм. Сухой остаток 50% и краска разбавлена растворителем на 20 %. Определить WFT. Краска должна наноситься с толщиной мокрого слоя 180 мкм.

Формула 3:
$$WFT = \frac{DFT \times (100 + \% \text{раств.})}{\% \text{сух.ост.}}$$

Вы можете также определить процентное содержание сухого остатка после 20 % разбавления краски. Это проще всего сделать относительно 1 литра краски.

Если разбавить на 20% 1 литр краски, то ее объем повысится до 1.2 литра. Отношение старого процентного содержания сухого остатка к новому объему краски дает новое процентное содержание сухого остатка краски.

$$\begin{aligned} & \text{Новое процентное содержание сухого остатка краски} = \\ & = \frac{\text{Исходной сухой остаток краски}}{\text{Новый объем краски}} = \frac{50\%}{1,2} = 41,7\% \end{aligned}$$

Формула 1:
$$WFT \frac{DFT \times 100\%}{\% \text{сух.ост.}} = \frac{75 \times 100}{41,7} = 180 \text{ мкм.}$$

Для проведения расчетов приблизительного количества краски должно быть известно или подсчитано следующее:

- площадь поверхности окрашиваемой конструкции
- внешний вид конструкции (геометрия)
- исходная шероховатость поверхности
- толщину сухого либо мокрого слоя
- количество слоев для каждой краски
- процентное содержание сухого остатка для каждой краски

ПРИМЕР 4:

Окрашивается наружная поверхность танка, площадь 500 м². Методом безвоздушного распыления наносится следующая система окраски:

Краска	DFT	% сухого остатка
Цинковый эпоксид	25 мкм	70%
Высокомолекулярный эпоксид	100 мкм	50%
Полиуретановое верхнее покрытие	75 мкм	50%

Считая, что при окраске не происходит потерь, подсчитаем требуемое количество краски.

Формула 4:

$$\begin{aligned} \text{Количество краски} &= \frac{\text{Площадь(м}^2\text{)} \times DFT}{10 \times \% \text{сух.ост.}}; \\ \text{Цинковый эпоксид} &= \frac{500 \text{ м}^2 \times 25 \text{ мкм}}{10 \times 70\%} = 18 \text{ литров}; \\ \text{Высокомолекулярный эпоксид} &= \frac{500 \text{ м}^2 \times 100 \text{ мкм}}{10 \times 50\%} = 100 \text{ литров}; \end{aligned}$$

$$\text{Полиуретановое верхнее покрытие} = \frac{500\text{ м}^2 \times 75\text{ мкм}}{10 \times 50\%} = 75 \text{ литров.}$$

ПРИМЕР 5:

Исходные данные аналогичны примеру 4: площадь 500 м², безвоздушным распылением наносится следующая окрасочная система:

Краска	DFT	%	сухого остатка
Цинковый эпоксид		25 мкм	70%
Высокомолекулярный эпоксид		100 мкм	50%
Полиуретановое верхнее покрытие		75 мкм	50%

При этом фактор потерь составляет 40%. Какое количество краски требуется?

При подсчете количества краски с учетом фактора потерь важно правильно произвести расчет. Если подсчитали требуемое количество краски, например, 100 литров, и фактор потерь составляет 40%, это означает, что после окрашивания на поверхности останется только 60% нанесенной краски. Таким образом, фактор использования составит 0.6.

Действительное количество краски должно составлять:

$$\frac{100 \text{ литров} \times 100 \text{ мкм}}{60} \quad \text{или} \quad \frac{100 \text{ литров}}{0,6} = 167 \text{ литров.}$$

Формула 5: Количество краски =
$$\frac{\text{Площадь(м}^2\text{)} \times DFT}{10 \times \% \text{сух.ост.} \times \text{факт.использ.}}$$

Потребное количество краски для окрасочной системы должно составлять:

$$\text{Цинковый эпоксид} = \frac{500\text{ м}^2 \times 25\text{ мкм}}{10 \times 70\% \times 0,6} = 30 \text{ литров.}$$

$$\text{Высокомолекулярный эпоксид} = \frac{500\text{ м}^2 \times 100\text{ мкм}}{10 \times 50\% \times 0,6} = 167 \text{ литров.}$$

$$\text{Полиуретановое верхнее покрытие} = \frac{500\text{ м}^2 \times 75\text{ мкм}}{10 \times 50\% \times 0,6} = 125 \text{ литров.}$$

ПРИМЕР 6:

Обычно покрытия наносятся на струйно очищенную сталь. Стальная поверхность при этом приобретает определенную шероховатость. Соответственно, площадь стальной поверхности увеличивается и требуется дополнительное количество грунта. Сколько же дополнительно краски требуется в зависимости от шероховатости?

Некоторые из производителей краски используют определенные формулы зависимости количества дополнительной краски от шероховатости.

Шероховатость, определенная как значение R_y (мкм)	«Мертвый объем» (Количество краски, необходимое, чтобы заполнить шероховатость (литр/ m^2))
30	0.02
45	0.03
60	0.04
75	0.05
90	0.06

Формула 6: «Суммарный мертвый объем» =

$$= \frac{\text{Площадь}(m^2) \times \text{«мертвый объем»} \frac{л}{m^2}}{\% \text{сух.ост.} \times \text{факт.использ.}} \times 100\%$$

«Мертвый объем» – это фактор, который имеет значение только для грунтового слоя в окрасочной системе.

ПРИМЕР 7:

Танк с площадью поверхности 500 m^2 окрашивается снаружи. Методом безвоздушного распыления наносится следующая система окраски:

Краска	DFT	% сухого остатка
Цинковый эпоксид	25 мкм	70%
Высокомолекулярный эпоксид	100 мкм	50%
Полиуретановое верхнее покрытие	75 мкм	50%

Расчитать теоретическую укрывистость для каждой краски.

Формула 7:

$$\text{Теорическая укрывистость} = \frac{\% \text{сух.ост.} \times 10}{DFT};$$

$$\text{Цинковый эпоксид} = \frac{75 \times 10}{25} = 30 \text{ } m^2 / \text{литр};$$

$$\text{Высокомолекулярный эпоксид} = \frac{50 \times 10}{100} = 5 \text{ } m^2 / \text{литр};$$

$$\text{Полиуретановое верхнее покрытие} = \frac{50 \times 10 \text{ мкм}}{50} = 10 \text{ } m^2 / \text{литр}.$$

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА

$$1. DFT = \frac{WFT \times \% \text{сух.ост.}}{100\%}.$$

$$2. WFT = \frac{DFT \times 100\%}{\% \text{сух.ост.}}.$$

3. $WFT = \frac{DFT \times (100 + \% \text{раств.})}{\% \text{сух.ост.}}$.
4. Количество краски = $\frac{\text{Площадь}(\text{м}^2) \times DFT}{10 \times \% \text{сух.ост.}}$.
5. Количество краски
(с учетом потерь) = $\frac{\text{Площадь}(\text{м}^2) \times DFT}{10 \times \% \text{сух.ост.} \times \text{факт.использ.}}$.
6. «Мертвый объем» =

$$= \frac{\text{Площадь}(\text{м}^2) \times \text{«мертвый объем»} \frac{1}{\text{м}^2} \times 100\%}{\% \text{сух.ост.} \times \text{факт.использ.}}$$
7. Теорическая укрывистость = $\frac{\% \text{сух.ост.} \times 10}{DFT}$.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ СВЯЗУЮЩЕГО

Материалы: непигментированный лакокрасочный материал (лак, эмаль и т.д.), дистиллированная вода.

Инструменты и посуда: секундомер, резиновая груша, стаканы стеклянные на 50 мл, колба с притертой пробкой, мерные цилиндры.

Оборудование и приборы: вискозиметр Оствальда, вискозиметр Уббе-лоде, водяной термостат.

Наиболее важными характеристиками лакокрасочных систем являются структурно-механические или реологические свойства и молекулярная масса связующего полимера. Все эти свойства связаны в первую очередь со структурой и химической природой материала.

1) Определение вязкости раствора поливинилового спирта с помощью вискозиметра Оствальда

Методика работы

Налить в правое колено вискозиметра Оствальда до заполнения шарика 10 мл раствором поливинилового спирта, затем раствор засосать с помощью резиновой груши в верхний шарик левого колена (при этом уровень исследуемого раствора должен быть немного выше верхней метки шарика). Измерять вязкость нужно при постоянной температуре, равной 25 °С; для этого вискозиметр следует погрузить в термостат и выдержать до начала измерений 5 – 10 мин. По секундомеру отметить время, необходимое для истечения жидкости через капилляр; секундомер включить в момент, когда верхний мениск жидкости проходит верхнюю метку шарика, и остановить, когда мениск достигнет нижней метки шарика. Аналогичный опыт провести со стандартной жидкостью – водой, вязкость которой известна.

Обработка результатов

Определить вязкость η по формуле:

$$\eta = \frac{\eta_0 t}{t_0},$$

где η – вязкость исследуемой жидкости; η_0 – вязкость стандартной жидкости; t_0 – продолжительность истечения стандартной жидкости.

Отношение η_0/t_0 обозначают буквой C и называют постоянной прибора. Тогда форма для определения вязкости системы имеет вид:

$$\eta = Ct,$$

где $C = 0,03345$.

Задание

1. Определить вязкость исследуемого лакокрасочного материала. Каждое измерение повторить 3 раза. Вязкость определить как среднее арифметическое из трех измерений.

2. Результаты записать в журнал в виде таблицы, составленной по форме, приведенной ниже:

Материал	Концентрация	Продолжительность	Среднее значе-	η , Па · с

Лабораторная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И СТЕПЕНИ ВЫСЫХАНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1) Определение продолжительности высыхания лакокрасочных материалов.

В основе определения лежит изучение кинетики испарения растворителей при комнатной температуре.

Материалы: лаки ПФ-283, НЦ -2144, водоземulsionная краска, эмалевая краска.

Инструменты и посуда: ампулы и пробирки из бесцветного стекла, штатив для пробирки с задней стенкой из молочного стекла.

Для испытания на предварительно очищенную ацетоном поверхность взвешенного предметного стекла наносят быстро и равномерно кисточкой 0.15-0.2 г испытуемого лака и/или краски. Материал наносить на пластину сначала в горизонтальном направлении, а затем в вертикальном. Через определенные промежутки времени образцы взвешивают. Первое взвешивание производят сразу после нанесения образца на предметное стекло. Для определения временных интервалов первые три взвешивания производят через каждые 0.5 мин. После заметного прекращения испарения растворителя, поместить образец в сушильный шкаф при 95 – 100 °С для удаления летучих.

Процентное содержание испарившихся растворителей и летучих (W , %) определяют по формуле:

$$W = (m_0 - m)/m_0 \cdot 100\%,$$

где m_0 – вес образца в начальный момент, г; m – вес материала в момент времени, г.

Концентрацию летучего компонента определяют из постоянного веса материала после полного испарения растворителя и летучих.

Оформление результатов

Результаты испытаний записать в рабочий журнал в виде таблицы, составленной по форме, приведенной ниже:

№ п/п	Время, мин	Масса, г		Содержание испарившихся летучих веществ, %	Содержание нелетучих веществ, %	Содержание летучих веществ в лаке, %
		образца с подложкой	образца без подложки			

Далее строят график зависимости испарившегося летучего компонента от продолжительности испарения.

2) Определение степени высыхания лакокрасочных материалов.

Метод предназначен для оценки продолжительности высыхания лакокрасочных материалов и заключается в определении времени, в течение которого лакокрасочный слой определенной толщины превращается в пленку с необходимой степенью высыхания.

Метод оценки степени высыхания лакокрасочных материалов основан на способности покрытий в процессе отверждения удерживать на своей поверхности бумагу, прижимаемую к пленке под определенной нагрузкой.

Высыхание оценивается пятью степенями, характеристика которых представлена ниже:

Степень высыхания	Характеристика степеней высыхания
1	После снятия нагрузки в 0,1 Н (10 г) бумага не прилипает к покрытию и не оставляет следа
2	После снятия нагрузки в 0,2 Н (20 г) бумага не прилипает к покрытию и не оставляет следа
3	После снятия нагрузки в 2,0 Н (200 г) бумага не прилипает к покрытию и не оставляет следа
4	После снятия нагрузки в 20 Н (2 кг) бумага не прилипает к покрытию, но оставляет след . \
5	После снятия нагрузки в 20 Н (2 кг) бумага не прилипает и не оставляет следа

Материалы: 5 предметных стекла; эмаль ПФ-115; эмаль МЛ-12; бумага типографская № 1 марки А.

Инструменты и посуда: кисть волосная, плоская, мягкая; стакан стеклянный 50 мл; секундомер с ценой деления 0,2 с; разновесы и гири.

Оборудование и приборы: весы технические типа; шкаф для сушки образцов на воздухе.

Для испытания предварительно очищенных ацетоном поверхности предметных стекол взвешивают. Готовят разновесы, бумагу. Размеры бумаги должны соответствовать диаметру дна прикладываемого груза. Далее быстро и равномерно наносят кисточкой 0.15-0.2 г. (масса испытуемого образца должна соответствовать массе в эксперименте 1) испытуемого лака и/или краски. Материал наносить на пластину сначала в горизонтальном направлении, а затем в вертикальном. Исходя из данных кинетики испарения растворителя, (продукт содержания летучего принять за 1(Н) через интервалы времени, соответствующие 1/2 %, 4/5%, 1% и 2% частям от К испарению растворителя (см. 1 часть работы), также после 24 часов стояния образца вырезанную бумагу укладывают на обработанное лаком (краской) стекло, затем сверху помещают груз, соответствующий первой степени высыхания (см. таблицу). Выдержать 1 мин. Если после снятия нагрузки условие для данной степени высыхания соблюдается, попробовать следующую нагрузку.

Результаты испытаний записать в рабочий журнал в виде таблице по форме, приведенной ниже:

Время высыхания, мин	Соответствующая степень высыхания

Сделать вывод.

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ЙОДОМЕТРИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ

Материалы: лак ПФ-283, НЦ -2144, йодометрическая шкала.

Инструменты и посуда: ампулы и пробирки из бесцветного стекла, штатив для пробирки, белая бумага.

Метод предназначен для определения цвета непигментированных лакокрасочных материалов, растворов смол, олиф, масел, растворителей по сравнению с цветом растворов йода в йодиде калия различных концентраций. Метод основан на том, что цвет стандартных растворов йода зависит от концентрации йода.

Подготовка. Йодометрическая шкала, представляющая собой набор растворов йода в йодиде калия (0.25; 1; 3; 5; 10; 20; 50; 100; 500; 700; 1000 мг йода в 100 мл 0,5 н растворе йодида калия).

Около 5 мл лака поместить в чистую сухую пробирку, установить пробирку в штатив между двумя ампулами с растворами сравнения по йодометри-

ческой шкале и определить визуально в проходящем свете на фоне молочного стекла, к какой ампуле шкалы по цвету больше подходит испытуемый материал. Если цвет испытуемого материала не подходит ни к одному из растворов сравнения, оценить по двум соседним растворам, между которыми расположен испытуемый раствор. В этом случае оценить цвет, например, можно следующим образом: не темнее 500 мг.

Оформление результатов

1. Оценить цвет испытуемого материала количеством йода (в мг), содержащегося в 100 мл раствора сравнения, цвет которого аналогичен цвету испытуемого материала.

2. Результаты исследований занести в рабочий журнал в виде таблицы составленной по форме, приведенной ниже:

№	Исследуемый материал	Цвет по йодометрической шкале, мг

Лабораторная работа №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ЛАКОКРАСОЧНОГО МАТЕРИАЛА И ТОЛЩИНЫ ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПЛЕНКИ

Материалы: предметное стекло, лак, эмаль, сольвент

Инструменты: кисть

Оборудование и приборы: весы аналитические, шкаф сушильный

1) Определение расхода лакокрасочного материала.

2) Определение толщины лакокрасочной пленки по расходу нелетучего материала.

За результат измерения принимать среднее арифметическое из двух определений.

Для испытания измерить длину и ширину пластины и вычислить ее площадь (см²), затем пластину очистить ацетоном и взвесить на весах, определяя массу неокрашенной пластины. Эмаль (лак) разбавить сольвентом до рабочей вязкости. Эмаль (лак) равномерно кистью нанести на пластину сначала в горизонтальном направлении, а затем в вертикальном, взвесить. Высушить эмаль (лак) при 95-100 °С в течение 1 часа. Пластину с пленкой взвесить и определить массу пластины с высохшей пленкой G₂.

Оформление результатов:

1) Определить расход эмали(лака) по следующей формуле:

$$X' = (G_2' - G_1) / S,$$

где G_1 – первоначальная масса пластины, G_2' – масса пластины после нанесения покрытия, S – площадь поверхности.

2) Определить толщину пленки t по расходу нелетучего материала X и плотности пленки ρ :

$$t = \frac{X}{\rho}.$$

Расход нелетучего материала в свою очередь определить по формуле:

$$X = \frac{G_2 - G_1}{S}.$$

Плотность определить пикнометрическим способом (см. лабораторную работу №3).

№ п/п	Наименование материала	G_1 , г	G_2 , г	G_2' , г	X' , г/см ²	X , г/см ²	t , см

3) Толщину пленки измерить микрометром и сравнить.
Сделать вывод.

Лабораторная работа №5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УКРЫВИСТОСТИ ЛАКОКРАСОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Укрывистость – это масса лакокрасочного материала (в г), необходимого для нанесения на 1 м² поверхности. Укрывистость определяется тремя методами. Метод I – визуальный метод, определения укрывистости с применением черно-белой шахматной доски, сущность которого заключается в нанесении эмалей или красок на стеклянную пластинку до тех пор, пока черные и белые квадраты на шахматной доске, подложенной под окрашенную пластинку, будут не видны.

Метод II – инструментальный метод, определения укрывистости по коэффициенту контрастности. Метод заключается в измерении коэффициента контрастности путем определения коэффициента яркости покрытий разной толщины, помещенных на белую и черную подложки. Метод предназначен для определения укрывистости эмалей и красок белых и светлых тонов отвержденных покрытиях, коэффициент яркости которых не менее 0,6. Коэффициент яркости R – это отношение яркости покрытия к яркости эталона, измеренных в

одинаковых условиях освещения с учетом угла падения света 45°. Коэффициент контрастности C – отношение коэффициента яркости от черной подложки к коэффициенту яркости от белой подложки. Поверхность считается укрытой, если коэффициент контрастности покрытия равен 0,98.

Метод III – инструментально-математический метод, определения укрывистости на черно-белой подложке с использованием ЭВМ. Сущность метода заключается в определении коэффициентов яркости неукрывающего и переукрывающего покрытия, помещенных на черную и белую подложки.

Метод I

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УКРЫВИСТОСТИ ПО ШАХМАТНОЙ ДОСКЕ

Материалы: Эмаль или вододисперсионная краска белая, пластины стеклянные

Инструменты: доска шахматная

Оборудование: весы технические

Проведение испытания

Шахматную доску изготовить следующим образом: кусок белой типографской бумаги размером 90X120 мм расчертить на 18 квадратов размером 20X30 мм и закрасить их в шахматном порядке черной тушью. После высыхания лист бумаги слегка наклеить на стеклянную пластинку размером 90X120 мм и взвесить.

Для испытания на предварительно очищенную ацетоном поверхность взвешенного предметного стеклянного стекла наносят быстро и равномерно кисточкой испытуемый лак и/или краску. Материал наносят на пластину сначала в горизонтальном направлении, а затем в вертикальном. При рассеянном отраженном дневном свете для стеклянной пластины, окрашенной эмалью с шахматной доской наблюдать, просвечивают ли черные квадраты шахматной доски. Если квадраты просвечивают, нанести еще один слой эмали, пока разница между черными и белыми квадратами окончательно не исчезнет. После полного укрытия окрашенную пластинку взвесить. Далее определить содержание нелетучих веществ в лакокрасочном материале, готовом к применению. Метод заключается в нагревании навески испытуемого материала при 95 – 100 °С до постоянной массы.

Оформление результатов

Рассчитать укрывистость краски (лака) V (в г/м²) по формуле:

$$V = \frac{D \times 100}{X}.$$

В свою очередь,

$$D = \frac{(m_1 - m_0)10^4}{S},$$

где m_1 – масса пластины с эмалью, г; m_0 – масса неокрашенной стеклянной пластины, г; S – площадь стеклянной пластины, см^2 ; X – содержание нелетучих веществ в лакокрасочном материале, готовом к применению, %.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений. Результаты испытаний записать в рабочий журнал в виде таблицы, составленной по форме, приведенной ниже:

№ п/п	Наименование материала	Содержание нелетучих, %	Масса неокрашенной пластины, г	Масса окрашенной пластины, г	V , г/м^2

Сделать выводы.

Лабораторная работа № 6

АНАЛИЗ ГОТОВОЙ ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель работы: дифференциация растворителя и связующего в лакокрасочных материалах.

1. Выделение растворителя лакокрасочной продукции. Исследование свойств.

Материалы: жидкие образцы лакокрасочных материалов (ПФ-283), концентрированная серная кислота.

Инструменты и посуда: колба для перегонки при атмосферном давлении, дефлегматор, прямой холодильник, термометр, масляная баня, алонж, приемник, мерный цилиндр (пробирка).

Оборудование и приборы: пикнометр, ИК-спектрометр с необходимым оборудованием для анализа жидкостей.

Собрать прибор для перегонки растворителей при атмосферном давлении. Для этого взять круглодонную колбу со шлифом, переходник для термометра и холодильника, прямой холодильник, термометр, аллонж с хлоркальциевой трубкой, приемник, фарфоровые кипелки. Установить колбу на штативе над воздушной баней, залить в колбу до 1/3 (максимум) исследуемую жидкость, герметично присоединить колбу с холодильником и термометром через переходник. Включить баню и следить за нагревом. После того, как в приемник упадет первая капля (температура около 40 °С), зафиксировать начало перегонки. Постепенно повышая температуру перегонки довести ее до 180 °С. Если в приемник растворитель уже практически не поступает, закончить перегонку. Убрать баню, охладить смоляной остаток на воздухе и перенести в фарфоровую чашку.

Для исследования растворителей используются такие параметры как температура кипения, плотность, растворимость в концентрированной серной кислоте, а также метод ИК-спектроскопии.

Определение плотности. Для измерений плотности жидких непигментированных продуктов используются пикнометры объемом 5 мл. (см. лабораторную работу № 3).

Определение растворимости в концентрированной серной кислоте. Для этого в мерную пробирку заливают 3 – 5 мл перегнанного растворителя и отмечают положение верхнего мениска по шкале пробирки (V_1 – исходный объем растворителя). Потихоньку не перемешивая добавляют такой же объем концентрированной (84%) серной кислоты. Спустя 2-3 часа отмечают положение границы раздела фаз по шкале пробирки (V_2 – объем растворителя после растворения в кислоте). Процент растворения вещества определяют по формуле:

$$K = \frac{V_2 - V_1}{V_1} 100\%.$$

Качественный анализ методом ИК-спектроскопии. ИК-спектроскопия занимает важное место при исследовании лакокрасочных материалов и покрытий. Метод применяется для установления типа растворителя или связующего, пигментов и наполнителей (барит, литопон, мел и т.п.), что позволяет в некоторых случаях идентифицировать их, а также проводить полуколичественный анализ по относительному содержанию пигментов, наполнителей и связующего. Для снятия ИК-спектров образцов жидких или твердых лакокрасочных материалов отбирают пробы, которые в дальнейшем проходят специальную подготовку с целью равномерного заполнения аналитического пучка спектрометра предельно мелкодисперсным и минимально рассеивающим свет веществом.

Подготовка: отобрать пробы от жидких образцов растворителя лакокрасочных материалов. Каплю исследуемой жидкости поместить между двумя солевыми пластинками, которые затем закрепить в металлической рамке. В луч сравнения поместить солевую пластинку двойной толщины.

Методика работы: поместить каплю исследуемой жидкости на солевое окошко, закрепить в держателе и поместить в кюветное отделение, включить запись спектра кнопкой «пуск».

Обработка результатов

1. Результаты анализа растворителей поместить в следующую таблицу:

Показатели	Лак
Температура кипения растворителя, °С	
Плотность, г/см ³	
Растворимость в 84-ной серной кислоте, %	

На основании табличных данных дать интерпретацию наиболее интенсивных полос ИК-спектра и идентифицировать функциональные группы растворителя.

2. Выделение нелетучих лакокрасочной продукции. Исследование свойств нелетучих.

Материалы: твердые высушенные образцы лакокрасочных материалов, полученные после отгонки растворителя, спирто-бензольная смесь, 0.1 н и 0.5 н спиртовый раствор КОН, 0.5 н HCl, 1%-спиртовый раствор фенолфталеина, порошок свежeproкаленного бромида калия.

Инструменты и посуда: колбы конические 50 мл., цилиндр мерный на 25 мл, колба для нагревания с обратным холодильником, термометр, масляная баня.

Оборудование и приборы: ИК-спектрометр.

Определение кислотного числа и числа омыления. Кислотное число выражается количеством миллиграммов КОН, которое требуется для нейтрализации свободных кислот, находящихся в 1 г смолы.

Число омыления показывает количество миллиграммов КОН, потребное для нейтрализации всех кислот, свободных и связанных, содержащихся в 1 г масла.

Разность между числом омыления и кислотным числом, указывающую количество миллиграммов КОН, необходимое для омыления нейтральной смолы, называют эфирным числом.

Для определения кислотного числа навеску 1,5-2 г измельченной смолы растворяют в 25 мл нейтральной смеси спирта и бензола (1 : 1) и титруют 0,5 н. спиртовым раствором КОН с фенолфталеином. Вычисляют кислотное число по формуле:

$$К.Ч. = \frac{a \times F \times 28}{g},$$

где а – количество КОН, израсходованное на титрование, мл; F – поправка к титру 0.5 н. КОН; g – навеска смолы, г; 28 – коэффициент, показывающий количество КОН в 1 мл 0.5 н. КОН, мг.

Для определения числа омыления к раствору, полученному при определении кислотного числа, добавляют 0,5 н. спиртовой раствор КОН до 30 мл, а затем нагревают его на водяной бане с обратным холодильником 30 мин. Избыток щелочи тотчас оттитровывают обратно 0,5 н. HCl. Параллельно с двумя пробами со смолой ставят третью контрольную пробу, содержащую все растворители, но без смолы. Число омыления определяют по формуле:

$$Ч.О. = \frac{(a - b) \times F \times 28}{g},$$

где a – количество HCl , израсходованное на обратное титрование избытка щелочи в контрольной пробе, мл; b – количество HCl , израсходованное на обратное титрование избытка щелочи в пробе со смолой, мл; F – поправка к титру 0,5 н. KOH , г – навеска смолы, г.

Качественный анализ методом ИК-спектроскопии

Подготовка: Отобрать пробы от твердых образцов лакокрасочных материалов и исследовать образец в виде таблеток с бромистым калием. Способ приготовления таблеток состоит в смешивании тонкого размолотого твердого вещества с оптически чистым порошком KBr (в соотношении 1 мг вещества на 200 – 250 мг KBr) и последующем прессовании смеси под давлением 10 т/см² с непрерывной откачкой воздуха до 10⁻³ мм рт.ст. В результате получают прозрачные тонкие диски. Использование порошка KBr обусловлено тем, что он прозрачен в широком спектральном диапазоне 4000 – 400 см⁻¹.

Методика работы: поместить таблетку с веществом в разборную кювету, закрепить в держателе и вставить в кюветный отсек разборную кювету с таблеткой, включить запись спектра кнопкой «пуск».

Обработка результатов

1. Результаты анализа нелетучих растворителей поместить в следующую таблицу.

Показатели	Лак
Кислотное число	
Число омыления	
Эфирное число	

Сравнить полученные данные со справочными данными для данного типа лака.

2. На основании табличных данных дать интерпретацию наиболее интенсивных полос ИК-спектра и идентифицировать функциональные группы связующего.

Лабораторная работа №7

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РЕЗОЛЬНОГО ЛАКА

Исходные материалы. Фенол – 18,8 г., формалин (40%-ный раствор) – 17,5 г, аммиак (25%-ная аммиачная вода) – 5% от фенола, смесь спирта и бензола в соотношении 1:1 – из расчета 1 г смолы на 1 мл растворителя.

Оборудование. Колба круглодонная на 250 мл с обратным холодильником и механической мешалкой, водяная баня, термометр, фарфоровая чашка, колба плоскодонная на 250 мл со шлифом, холодильник пришлифованный; банка с притертой пробкой на 250 мл, плитка для определения скорости отверждения; ареометр; калиброванный вискозиметр Оствальда.

1. Получение олигомеров резольного типа

В трехгорлую колбу емкостью 250 мл, снабженную обратным холодильником, механической мешалкой и термометром, помещают фенол, формалин и аммиак. Реакционную смесь нагревают на водяной бане. Когда температура реакционной смеси поднимется до 85 – 90 °С, начинается экзотермическая реакция.

После 1-1,5 ч нагревания реакционная смесь мутнеет и разделяется на два слоя: верхний – водный слой и нижний – смолообразный продукт поликонденсации. Смолообразный слой по мере дальнейшего нагревания быстро увеличивается в объеме. Как только будет ясно видно разделение двух слоев, нагревание прекращают, колбу снимают и содержимое ее выливают в фарфоровую чашку. После охлаждения смеси верхний водный слой (надсмольную воду) сливают, нижний же слой – продукт конденсации – упаривают в фарфоровой чашке в сушильном шкафу, доводя постепенно температуру до 100 °С. Получается стеклообразная масса светло-желтого цвета – резол, хорошо растворимый в спирте, в смеси спирта с бензолом. Выход 130% из расчета на фенол.

2. Приготовление лака и исследование его свойств

Резол помещают в колбу и заливают указанным количеством растворителя. Время от времени взбалтывая, смесь оставляют стоять при комнатной температуре на 2-3 ч. Если по истечении этого времени резол еще не растворился, осторожно подогревают смесь с обратным холодильником на водяной бане при 50 – 60° С до полного растворения.

Охлажденный до комнатной температуры лак применяют для пропитки различных материалов (хлопчатобумажной ткани, высокопористой бумаги), определив предварительно скорость отвержения лака, вязкость и сухой остаток.

2а. Определение скорости отвержения

Скорость отвержения лака характеризуется временем, необходимым для испарения растворителя, удаления летучих и отвержения смолы до стадии резита. Для этого сорта лака время желатинизации на плитке при 150 °С не более 100 сек.

1 г лака наносят на середину нагретой до 150 °С плитки. Одновременно включают секундомер. Лак равномерно распределяют по поверхности плитки шпателем и перемешивают со скоростью 90-100 штрихов в минуту вдоль и поперек плитки. Отмечают время, при котором улетучиваются летучие продукты и полимер затвердевает. Отмечают консистенцию полимера (твердая, резино-подобная или мягкая).

2 б. Определение плотности лаков

Для технических измерений достаточно воспользоваться ареометром. Для этого равномерно перемешанную пробу лака наливают в стеклянный цилиндр достаточной высоты. Определение плотности производится при 20 °С или при температуре, указанной на ареометре. Подогрев или охлаждение осуществляются с помощью водяной бани. Затем в цилиндр медленно опускают чистый сухой ареометр и после установления равновесия отсчитывают показание.

Лаки с повышенным содержанием полимера склонны к образованию пленки на поверхности, что приводит к неправильным показаниям ареометра. Поэтому при измерении рекомендуется слегка покачивать цилиндр с лаком. Воздушные пузыри также могут дать искаженные результаты.

2в. Определение вязкости лака

Для определения абсолютной вязкости лака измеряют время истечения определенного его объема из калиброванного вискозиметра.

10 мл лака отмеряют пипеткой и заливают в широкое колено вискозиметра Оствальда, погруженного в термостат с температурой $25 \pm 0,1$ °C. С помощью резиновой груши, закрепленной на узком колене, в вискозиметр засасывают до верхней метки лак и засекают секундомером время истечения его от верхней метки до нижней. Измерение повторяют несколько раз, причем расхождения не должны превышать 0,2 с. Время истечения лака не должно быть менее чем 40 с.

Расчет вязкости в сантипуазах производят по формуле:

$$\eta = K\rho t,$$

где K – константа вискозиметра, ρ – плотность лака при 25 °C, г/см³, t – время истечения, с.

Если известно время истечения жидкости из калиброванного вискозиметра, истомую константу определяют по формуле:

$$K = \frac{K_{\Gamma} t_0}{t_{\Gamma}}$$

где K – константа вискозиметра; K_{Γ} – константа градуированного вискозиметра; t_{Γ} – время истечения жидкости из градуированного вискозиметра, с; t_0 – время истечения жидкости из используемого вискозиметра, с.

При измерении вязкости особое внимание следует обращать на поддержание точной температуры, так как изменение температуры на 0,1° вызывает изменение вязкости приблизительно на 1%. Время истечения лака не должно быть менее 40 с. Для этого вязкость по Оствальду при 20 °C равно около 2000 – 4000 спз.

2г. Определение сухого остатка в лаке

Навеску 1-2 г лака помещают во взвешенный бюкс и высушивают при 100 °C в термостате до постоянного веса с точностью до второго знака после запятой. Затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Содержание сухого остатка y определяют по следующей формуле:

$$y = \frac{a100}{b},$$

где a – вес остатка после сушки, г; b – вес лака, г.

Лабораторная работа № 8

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АДГЕЗИИ ЛАКОКРАСОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Работа распространяется на лакокрасочные материалы и устанавливает методы определения адгезии лакокрасочных покрытий к металлическим поверхностям: 1 – метод отслаивания; 2 – метод решетчатых надрезов; 3 – метод решетчатых надрезов с обратным ударом; 4 – метод параллельных надрезов.

Работа не распространяется на лакокрасочные покрытия, толщина слоя которых превышает 200 мкм, в части методов решетчатых надрезов.

Метод решетчатых надрезов

Сущность метода заключается в нанесении на готовое лакокрасочное покрытие решетчатых надрезов и визуальной оценке состояния покрытия по четырехбальной системе.

Образцы и реактивы: лакокрасочный материал (эмаль, лак и т.д.); сольвент.

Приборы и принадлежности: пластины из листовой стали размером 60 – 150 мм и толщиной 0,9-1,0 мм или черной жести размером 70 – 150 мм и толщиной 0,2-0,35 мм; Режущий инструмент: лезвие бритвенное в держателе любого типа; одно- или многолезвийный нож с углом заточки режущей части 20 – 30° и кромкой лезвия толщиной 0,05-0,1 мм. Линейка металлическая или шаблон с пазами, расположенными на расстоянии 1, 2 или 3 мм друг от друга. Кисть волосная, плоская, мягкая, шириной не менее 10 мм, длина волос не менее 15 мм. Прибор для измерения толщины покрытий с погрешностью измерения не более 10%.

Подготовка к работе

Для проведения работы готовят два образца. Пластины для нанесения лакокрасочного материала подготавливают по ГОСТ 8832. Окрашиваемая поверхность должна быть тщательно очищена от жировых загрязнений. Пластины из стали, а также пластинки из черной жести подвергают механической обработке абразивным инструментом (шлифовальная шкурка и круги зернистостью №4 – 6) вручную или с помощью механизированного оборудования.

После механической очистки пластинки промывают нефрасом или уайт-спиритом, протирают мягкой тканью, смоченной нефрасом, уайт-спиритом или ацетоном, затем вытирают насухо или высушивают.

Чистоту пластинок проверяют, проводя по поверхности ватным тампоном или белой фильтрованной бумагой. При этом тампон или бумага не должны загрязняться.

На подготовленные пластины наносят лакокрасочный материал и после сушки определяют толщину покрытия не менее, чем на трех участках поверхности испытуемого образца, при этом различие в толщине покрытия по длине образца не должно превышать 10%.

Лакокрасочный материал наносят аппликатором, пневматическим распылением, кистью, окунанием, наливом.

Перед определением адгезии образцы холодной сушки выдерживают при 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 65 ± 5 % в течение 48 ч, а образцы горячей сушки не менее 3 ч.

Перед проведением работы бритвенное лезвие заменяют на новое, а качество режущей кромки ножа проверяют при помощи лупы. При наличии мелких зазубрин и затупления нож затачивается. При разногласиях в оценке адгезии нож затачивают, а лезвие заменяют на новое.

Проведение работы

Работу проводят на двух образцах и не менее, чем на трех участках поверхности каждого образца при условиях, при 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 65 ± 5 %.

На каждом испытуемом участке поверхности образца на расстоянии от края не менее 10 мм делают режущим инструментом по линейке или шаблону до металла длиной не менее 20 мм на расстоянии 1, 2 или 3 мм друг от друга. Режущий инструмент держат перпендикулярно поверхности образца. Скорость резания должна быть от 20 до 40 мм/с. Аналогичным образом делают надрезы в перпендикулярном направлении. В результате на покрытии образуется решетка из квадратов одинакового размера.

Расстояние между соседними решетками должно быть не менее 20 мм.

Наносят решетку с единичным квадратом размером 1x1 мм, на покрытия толщиной от 60 до 120 мкм – 2x2 мм, на покрытия толщиной от 120 до 200 мкм – 3x3 мм.

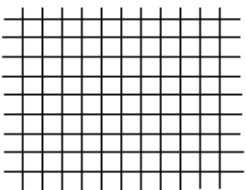
Контроль прорезания покрытия до металла осуществляется при помощи лупы.

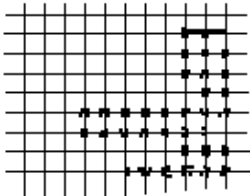
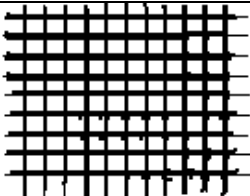
Обработка результатов

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 соответствии с табл. 1, используя при необходимости лупу.

Таблица 1

Балл	Описания поверхности лакокрасочного покрытия после нанесения надрезов в виде решетки	Внешний вид покрытия
1	2	3
1	Края надрезов полностью гладкие, нет признаков отслаивания ни в одном квадрате решетки	

1	2	3
2	Незначительное отслаивание покрытия в виде мелких чешуек в местах пересечения линий решетки. Нарушение наблюдается не более, чем на 5% поверхности решетки.	
3	Частичное или полное отслаивание покрытия вдоль линий надрезов решетки или в местах их пересечения. Нарушение наблюдается не менее, чем на 5% и не более 35% поверхности решетки.	
4	Полное отслаивание покрытия или частичное, превышающее 35% поверхности решетки.	

Перевод четырехбалльной шкалы в шестибалльную шкалу для оценки адгезии методом решетчатых надрезов приведен в таблице 3.

За результат испытания принимают значение адгезии в баллах, соответствующее большинству совпадающих значений, определенных на всех испытываемых участках поверхности двух образцов; при этом расхождение между значениями не должно превышать 1 балл.

При расхождении значений адгезии, превышающем 1 балл, испытание повторяют на том же количестве образцов и принимают среднее округленное значение, полученное по четырем образцам, за окончательный результат.

При равной повторяемости двух значений адгезию оценивают по большему значению.

Метод параллельных надрезов

Сущность метода заключается в нанесении на готовое лакокрасочное покрытие параллельных надрезов и визуальной оценке состояния по трехбалльной системе.

Образцы и реактивы: лакокрасочный материал (эмаль, лак и т.д.); растворитель.

Приборы и принадлежности: пластины из листовой стали размером 60 – 150 мм и толщиной 0,9-1,0 мм или черной жести размером 70 – 150 мм и толщиной 0,2-0,35 мм; Режущий инструмент: лезвие бритвенное в держателе любого типа; одно- или многолезвийный нож с углом заточки режущей части 20 – 30° и кромкой лезвия толщиной 0,05-0,1 мм. Линейка металлическая или шаблон с пазами, расположенными на расстоянии 1, 2 или 3 мм друг от друга. Кисть волосная, плоская, мягкая, шириной не менее 10 мм, длина волос не менее 15 мм. Прибор для измерения толщины покрытий с погрешностью измерения не более 10%. Лента липкая на полиэтилентерефталатной основе (скотч).

Подготовка к работе

Подготовка к испытанию проводят как в методе «Метод решетчатых надрезов».

Проведение работы

Адгезию с применением липкой ленты определяют на двух параллельных образцах и не менее чем на трех участках каждого образца. На каждом участке поверхности образца на расстоянии от края пластины не менее 10 мм делают не менее пяти параллельных надрезов длиной не менее 20 мм до металла на расстоянии 1, 2 или 3 мм друг от друга с помощью режущего инструмента.

Перпендикулярно надрезом накладывают полоску липкой ленты размером 10x100 мм и плотно ее прижимают, оставляя один конец полоски неприклеенным.

Быстрым движением ленту отрывают перпендикулярно от покрытия. Адгезию по методу параллельных надрезов оценивают по трехбалльной шкале (табл. 2).

Таблица 2

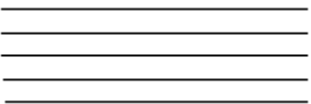
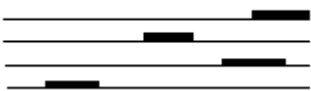

Балл	Описания поверхности лакокрасочного покрытия после нанесения надрезов и снятия липкой ленты	Внешний вид покрытия
1	Края надрезов полностью гладкие.	
2	Незначительное отслаивание покрытия по ширине полосы вдоль надрезов (не более 0,5 мм).	
3	Отслаивание покрытия полосами.	

Таблица перевода четырехбалльной шкалы в шестибалльную шкалу для оценки адгезии методом решетчатых надрезов, в баллах.

Таблица 3

Четырехбалльная шкала	Шестибалльная шкала
1	0
2	1
3	2, 3
4	4, 5

Лабораторная работа № 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ РАЗБАВЛЕНИЯ ЭМАЛИ

Эмали ПФ-115 предназначены для окраски металлических, деревянных и других поверхностей, подвергающихся атмосферным воздействиям, и для окраски внутри помещений.

Покрытие, состоящее из двух слоев эмали ПФ-115, нанесенных на подготовленную загрунтованную поверхность, в умеренном и холодном климате сохраняет защитные свойства в течение четырех лет и декоративные свойства в течение одного года.

Пленка эмали устойчива к изменению температуры от минус 50 °С до плюс 60 °С.

Образцы и реактивы: лакокрасочный материал (эмаль, лак и т.д.); сольвент, уайт-спирит; ксилол, сольвент.

Приборы и принадлежности: вискозиметр; пипетки на 5 мл; стаканы на 100 мл; стеклянная палочка.

Проведение испытания

120 – 130 г испытуемой эмали взвешивают, записывая результат взвешивания с точностью до второго десятичного знака, разбавляют смесью растворителей сольвента и уайт-спирита 1:1, ксилолом или сольвентом до рабочей вязкости 28 – 30 с по вискозиметру при температуре (20,0 ± 0,5) °С.

Обработка результатов

Степень разбавления (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m_1 \cdot 100}{m_2},$$

где m_1 – масса растворителя, израсходованная для разбавления эмали, г;
 m_2 – масса эмали, г.

Задание

1. Рассчитать степень разбавления.
2. Определить разницу разбавителей и растворителей.

Лабораторная работа № 10

СТОЙКОСТЬ ПОКРЫТИЯ К СТАТИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

Работа заключается в определении внешнего вида и защитных свойств покрытий после воздействия жидкостей в течение заданного времени.

Стойкость лакокрасочного покрытия к статическому воздействию воды, водных растворов солей, кислот, щелочей, минеральных масел, бензина и др. устанавливается тремя методами:

А – метод погружения, при котором образцы выдерживают в жидкости в течение заданного времени;

Б – контактный, при котором на заданное время на отдельные участки образца помещают тампон, смоченный жидкостью;

В – капельный, при котором на заданное время на образец наносят капли жидкости.

Эмали ПФ-115 предназначены для окраски металлических, деревянных и других поверхностей, подвергающихся атмосферным воздействиям, и для окраски внутри помещений.

Покрытие, состоящее из двух слоев эмали ПФ-115, нанесенных на подготовленную загрунтованную поверхность, в умеренном и холодном климате сохраняет защитные свойства в течение четырех лет и декоративные свойства в течение одного года.

Пленка эмали устойчива к изменению температуры от минус 50 °С до плюс 60 °С.

Эмали ПФ-115 наносят на поверхность методами распыления, струйного облива, окунаия и кистью.

При применении эмалей допускается горячая сушка покрытия при 105 °С – 110 °С в течение 1 ч.

Образцы и реактивы: Эмаль ПФ-115; пластины из листовой стали размером 70 – 150 мм и толщиной 0,5-1,0 мм или черной жести размером 70 – 150 мм и толщиной 0,2-0,35 мм; дистиллированная вода; 0,5 %-ный раствор моющего синтетического порошкообразного средства; трансформаторное масло (бензин, керосин и т.д.).

Приборы и принадлежности: термощкаф; лупа 4^х увеличения; стаканы на 50 мл, эксикаторы.

Проведение испытания

1. Определения стойкости покрытия к статическому воздействию воды.

Для проведения работы готовят по одной и той же технологии два образца, один из которых является контрольным.

Для определения стойкости покрытия к статическому воздействию воды окрашенные и высушенные образцы выдерживают на воздухе перед испытанием в течение 5 сут (при применении эмалей допускается горячая сушка покрытия при 105 °С – 110 °С в течение 1 ч.), затем образцы помещают в эксикатор на $\frac{2}{3}$ высоты в дистиллированную воду и выдерживают в течение времени, указанного в табл. 1.

После испытания образцы выдерживают на воздухе при температуре (20 ± 2) °С в течение 1 ч и осматривают внешний вид покрытия.

По внешнему виду покрытие эмали должно быть без изменений. Допускается незначительное изменение цвета покрытия.

2. Определения стойкости покрытия к статическому воздействию раствора моющего средства.

Для проведения испытаний готовят по одной и той же технологии два образца, один из которых является контрольным.

Для определения стойкости покрытия к статическому воздействию раствора моющего средства окрашенные и высушенные образцы выдерживают на воздухе перед испытанием в течение 2 ч, затем образцы помещают в эксикатор на $\frac{2}{3}$ высоты в 0,5 %-ный раствор моющего синтетического порошкообразного средства, имеющего температуру 30 – 40 °С и выдерживают в растворе при заданной температуре в течение 15 мин.

После испытания образцы выдерживают на воздухе при температуре (20 ± 2) °С в течение 1 ч и осматривают внешний вид покрытия.

По внешнему виду покрытие эмали должно быть без изменений.

3. Определения стойкости покрытия к статическому воздействию трансформаторного масла

Для проведения испытаний готовят по одной и той же технологии два образца, один из которых является контрольным.

Для определения стойкости покрытия к статическому воздействию трансформаторного масла окрашенные и высушенные образцы выдерживают на воздухе перед испытанием в течение 5 суток (при применении эмалей допускается горячая сушка покрытия при 105 °С – 110 °С в течение 1 ч.), затем образцы помещают в эксикатор на $\frac{2}{3}$ высоты в трансформаторное масло при температуре (20 ± 2) °С и выдерживают в масле в течение времени, указанного в табл. 1.

После испытания образцы выдерживают на воздухе при температуре (20 ± 2) °С в течение 2 ч и осматривают внешний вид и цвет покрытия. Допускается незначительное изменение цвета покрытия.

Таблица 1

№	Наименование показателя	Норма для эмали		Метод испытания
		Высший сорт	Первый сорт	
1	Стойкость покрытия при температуре (20 ± 2) °С к статическому воздействию воды, ч, не менее, для эмалей: красной, вишневой, черной остальных цветов	10 10	2 2	По ГОСТ 9.403
2	Стойкость покрытия к статическому воздействию 0,5 %-ного раствора моющего средства, мин, не менее	15	15	По ГОСТ 9.403
3	Стойкость покрытия при температуре (20 ± 2) °С к статическому воздействию трансформаторного масла, ч, не менее	24	24	По ГОСТ 9.403

Изменения, происшедшие с образцами (изменение блеска, изменение оттенка, побеление пленки, появление пузырей, отслаивание, сморщивание пленки, коррозия, время, через которое снова восстанавливается блеск или оттенок и т.п.), фиксируют.

Изменения покрытия определяют визуально. При осмотре сравнивают испытуемый образец с контрольным, применяя при необходимости лупу 4^х увеличения.

Лабораторная работа №11

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТЕКСТОЛИТОВЫХ ЗАГОТОВОК НА ОСНОВЕ РЕЗОЛЬНОГО ЛАКА

Исходные материалы: резольный лак (на основе фенолоформальдегидного резола) с 50%-ным содержанием связующего – 30 г; ткань хлопчатобумажная ткань – 30 г.

Оборудование. Эмалированная ванна, стеклянные палочки – 2, сушильный шкаф.

а. Пропитка ткани резольным лаком

Ткань, нарезанную на куски, погружают в эмалированную ванну с лаком, после чего двумя стеклянными палочками осторожно снимают с поверхности ткани избыточный лак. Пропитанную лаком ткань подвешивают на воздухе при комнатной температуре в течение первых 15 – 20 мин. Затем отправляют образцы в сушильный шкаф с температурой 50 – 60° С и сушат 60 – 80 мин. Во время пропитки необходимо следить за тем, чтобы ткань пропитывалась равномерно по всей своей толщине.

После сушки отношение веса смолы к весу ткани должно быть 1:1. Для контроля необходимого соотношения проводят испытания пропитанного материала

б. Определение скорости отвержения лака, нанесенного на наполнитель, по растворимости в ацетоне.

Для характеристики скорости отвержения смолообразного полимера используется определение его растворимости в ацетоне, если промежуточные продукты отвержения растворимы в ацетоне. Предварительно необходимо сделать следующие определения:

1) увеличение веса образца после пропитки и высушивания при 100 °С в течение 5 мин;

2) содержание полимера в лаке, %;

3) убыль веса пропитанного материала при его сушке.

Из бумаги, хлопчатобумажной или стеклянной ткани вырезают образец размером 10X15 см и пропитывают его равномерно лаком до поглощения 50±5% лака. Пропитанный образец оставляют на 15 мин подсохнуть на воздухе и затем определяют точное содержание в нем полимера после сушки при 100 °С в течение 5 мин. Взвешивание производят после охлаждения в эксикаторе и результаты записывают в следующем порядке:

а – вес пропитанного материала, г;
 б – вес материала, г;
 (а-б) – вес полимера в пропитанном материале, г;
 К – содержание полимера в пропитанном материале, %:

$$K = \frac{(a-b)100}{a},$$

Из середины пропитанного материала вырезают прямоугольник размером 5х15 см, который, в свою очередь, разрезают на образцы – полосы шириной по 20 мм. На конце каждого образца пробивают отверстие и образцы нумеруют 1, 2, 3, 4... и взвешивают каждый образец (начальный вес – g_н).

Образцы высушивают в сушильном шкафу при 120° С соответственно 5, 15, 30 и 45 мин, охлаждают в эксикаторе и взвешивают снова (g_т). Содержание полимера в каждом образце после отверждения рассчитывают по формуле:

$$C, \% = \frac{g_n - g_t}{g_n} 100.$$

Образцы после высушивания выдерживают в ацетоне в течение 10 мин, снова высушивают на воздухе и взвешивают. Полученные значения весов обозначают соответственно g₁, g₂, g₃, g₄... Разница в весе g_т – g₁, = g_а, составляет вес ацетонорастворимого полимера.

Содержание ацетонорастворимого полимера рассчитывают по формуле?

$$C_a, \% = \frac{g_a}{K} 100.$$

Форма записи

№ образца	Время отверждения, мин	g _н	g _т	g _а	C _а г
-----------	------------------------	----------------	----------------	----------------	------------------

в. Определение содержания полимера в пропитанном материале и потери в весе при отвержении

Содержание полимера в текстолитах (а также стеклотекстолитах и гетинаксах) определяют следующим образом.

Из пропитанной лаком ткани (или бумаги) вырезают образцы размером 5х5 см и определяют вес каждого (а). Одновременно определяют вес такого же по размеру, но не пропитанного лаком образца наполнителя (б). Разность а – б равна весу поглощенного материалом полимера.

Потеря в весе при отвержении определяется после сушки пропитанного образца при 150° С в течение 15 мин или более до постоянного веса (с). Для каждого определения берут по 3 образца. Расчет производят по формулам:

$$K = \frac{(a-b)100}{a}, P = \frac{(a-c)100}{a},$$

где K – содержание полимера в образце,%; P – потери в весе при отвержении, %.

Лабораторная работа №12

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ СШИТЫХ ПОЛИМЕРОВ МЕТОДОМ РАВНОВЕСНОГО НАБУХАНИЯ

Работа заключается в определении содержания золь-фракции в сшитом полимере, расчете структурных параметров сетки, а также изучении кинетики набухания геля в водной среде.

Образцы и реактивы: мономеры винилового эфира этиленгликоля и изопропилакриламида, сшивающий агент N,N-метилен бисакриламид.

Приборы и принадлежности: стаканы на 20 мл, ампулы на 10 мл, бюксы, аналитические весы, пипетки на 5 мл, стаканы на 100 мл, стеклянная палочка.

Методика работы:

1) Получение сшитого полимера ВЭЭГ-со-НИПААМ

Для получения сшитых полимеров готовят исходную мономерную смесь ВЭЭГ-НИПААМ составов 10:90 и 20:80 мол.%. Для этого в 1 стакан наливают 2.5 мл ВЭЭГ, 2.5 мл воды дистиллированной, добавляют 0.35 г НИПААМ, 0.01 г N,N-метилен бисакриламида и 0.006 г ДАК. Во 2 стакан 2.5 мл ВЭЭГ, 2.5 мл воды дистиллированной, добавляют 0.79 г НИПААМ, 0.011 г N,N-метилен бисакриламида и 0.006 г ДАК. Полученную смесь перемешивают до получения истинного раствора.

Установить в термостате температуру 60 °С, заполнить ампулы приготовленными растворами с помощью воронки с капилляром. Продуть аргоном с помощью длинной иглы в течение 2 – 5 мин, запаять или закрыть пробкой и поместить в термостат. Время синтеза – 10 – 15 минут. По истечении указанного времени содержимое ампул охладить под холодной водой, молотком разбить ампулы по всей поверхности.

2) Изучение кинетики набухания полимерного гидрогеля

Взять сухой отмытый образец гидрогеля, разделить на две части, взвесить на аналитических весах и поместить в стаканы с водой и водным раствором хлорида натрия с концентрацией $C = 0.01$ М объемом 50 мл. После этого через каждые 20 минут в течение 3 часов кусочки набухшего полимерного гидрогеля из стаканчика (по возможности без потерь) переносят на полиэтиленовую пленку и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0.01 г.

Степень набухания геля рассчитывают по формуле:

$$\alpha = \frac{m_0 - m}{m_0} 100\%,$$

где m – масса набухшего полимера, г; m_0 – масса сухого полимера, г.

Для определения значений равновесной степени набухания образцов гидрогелей их оставляют в водных растворах и взвешивают на следующем занятии. Полученные результаты записывают в таблицу 1.

Таблица 1

**Значения равновесной степени набухания геля
при различной ионной силе раствора**

m_0	m	α в воде, г/г	α в 0.01 н NaCl, г/г

Задание

1. Рассчитать количество золь-фракции для сшитого полимера, степень сшивания и долю активных цепей.
2. Построить график зависимости в координатах степень набухания – время на основании результатов гравиметрии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлова О.В., Фомичева Т.М. Технология лаков и красок. – М.: Химия, 1990. – 384 с.
2. Дринберг С.А., Ицко Э.Ф. Растворители для лакокрасочных материалов: справочное пособие. 2 изд. – Л.: Химия, 1986. – 208 с.
3. Карякина М.И., Попцов В.Е. Технология полимерных покрытий. – М.: Химия, 1983. – 335 с.
4. Карякина М.И. Испытания лакокрасочных материалов и покрытий. – М.: Химия, 1988. – 265 с.
5. Карякина М.И. Физико-химические основы процесса формирования и старения покрытий. – М.: Химия, 1980. – 231 с.
6. Лившиц М.Л., Пшнялковский Б.И. Лакокрасочные материалы: справочное пособие. – М.: Химия, 1982. – 360 с.
7. Ермилов П.И. Диспергирование пигментов. – Л.: Химия, 1971. – 300 с.
8. Ермилов П.И., Индейкин Е.А., Толмачев И.А. Пигменты и пигментированные лакокрасочные материалы. – Л.: Химия, 1987. – 200 с.
9. Индейкин Е.А., Лейбзон Л.Н., Толмачев И.А. Пигментирование лакокрасочных материалов. – Л.: Химия, 1986. – 160 с.
10. Кузьмичев В.И., Абрамян Р.К., Чагин М.П. Водорастворимые пленкообразователи и лакокрасочные материалы на их основе. – М.: Химия, 1986. – 152 с.
11. Яковлев А.Д. Порошковые краски. – Л.: Химия, 1987. – 216 с.
12. Гуревич М.М., Ицко Э.Ф., Середенко М.М. Оптические свойства лакокрасочных покрытий. – Л.: Химия, 1984. – 120 с.
13. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
14. Лукин В.Д., Анцынович И.С. Рекуперация летучих растворителей в химической промышленности. – Л.: Химия, 1981. – 80 с.
15. Гольдберг М.М., Корюкин А.В., Кондрашов Э.К. Покрытия для полимерных материалов. – М.: Химия, 1980. – 288 с.
16. Горловский И.А., Козулин Н.А. Оборудование заводов лакокрасочной промышленности. 3-е изд. – Л.: Химия, 1980. – 376 с.
17. Тагер А.А. – Физикохимия полимеров. – М.: Химия, 1978. – 544 с.
18. Зубов П.И., Воронков В.А., Сухарева Л.А. Высокомолекулярное соединение. – Т. 10Б. – С. 92.
19. Walsahm J.G., Edwards G.D. – J. Pait. Techn. – 1971. – V. 43. – №554. – Р. 64.
20. Верхоланцев В.В. Физико-химия пленкообразующих веществ. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1973. – 127 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
I. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ	5
1.1. Основные виды лакокрасочных материалов	13
1.2. Состав лакокрасочных материалов	58
II. СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА И КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ	63
2.1. Классификация пленкообразующих веществ	63
2.2. Основы пленкообразования	65
2.3. Синтетические пленкообразующие вещества	68
2.3.1. Полиэфиры	68
2.3.2. Химические основы получения полиэфиров	68
2.3.3. Немодифицированные полиэфиры	69
2.3.4. Модифицированные полиэфиры (алкиды)	70
2.3.5. Ненасыщенные полиэфиры	73
2.3.6. Полиамиды	76
2.3.7. Фенолоформальдегидные олигомеры	77
2.3.8. Немодифицированные олигомеры	78
2.3.9. Модифицированные олигомеры	79
2.3.10. Аминоформальдегидные олигомеры	80
2.3.11. Эпоксидные олигомеры	82
2.3.12. Эпоксифиры	83
2.3.13. Полиэпоксиды	84
2.3.14. Кремнийорганические полимеры	86
2.3.15. Полиуретаны	87
2.4. Пленкообразующие вещества на основе природных соединений	88
2.4.1. Растительные масла и продукты их переработки. Химический состав и классификация растительных масел	88
2.4.2. Получение и очистка растительных масел	90
2.4.3. Лакокрасочные материалы на основе растительных масел	92
2.5. Природные смолы	94
2.5.1. Канифоль и ее производные	94
2.5.2. Другие природные смолы	98
2.6. Эфиры целлюлозы и лаки на их основе	98
2.6.1. Нитрат целлюлозы	99

2.6.2.	Ацетаты целлюлозы	100
2.6.3.	Простые эфиры целлюлозы	100
2.7.	Водорастворимые пленкообразователи	102
2.7.1.	Алкидные водорастворимые полимеры.....	103
2.7.2.	Фенолформальдегидные водорастворимые полимеры.....	104
2.7.3.	Эпоксидные водорастворимые олигомеры.....	104
2.7.4.	Акриловые водорастворимые олигомеры	104
2.8.	Битумы.....	105
III.	ПИГМЕНТЫ	107
3.1.	Роль пигментов в лакокрасочных покрытиях	107
3.2.	Классификация пигментов.....	109
3.3.	Свойства поверхности пигментов	111
3.4.	Ахроматические пигменты	111
3.5.	Хроматические пигменты	112
3.6.	Неорганические пигменты	113
3.6.1.	Классификация неорганических пигментов.....	116
3.6.2.	Химические свойства неорганических пигментов.....	116
3.6.3.	Кристаллическое строение неорганических пигментов.....	118
3.6.4.	Плотность неорганических пигментов	118
3.6.5.	Твердость неорганических пигментов	119
3.6.6.	Форма частиц пигмента, их дисперсность и удельная поверхность.....	120
3.6.7.	Оптические свойства неорганических пигментов	121
3.6.8.	Коррозионная и атмосферная стойкость неорганических пигментов	124
3.6.9.	Факторы, влияющие на свойства пигмента	128
3.7.	Органические пигменты.....	129
3.7.1.	Фталоцианиновые красящие вещества в лакокрасочной промышленности	131
3.7.2.	Азопигменты в лакокрасочной промышленности	131
3.7.3.	Пигментные лаки в лакокрасочной промышленности	133
IV.	ВОДОЭМУЛЬСИОННЫЕ КРАСКИ	134
4.1.	Преимущества и недостатки водоэмульсионной краски.....	134
4.2.	Технические характеристики водоэмульсионной краски	135
4.3.	Свойства поливинилацетатной водоэмульсии	136
4.4.	Акриловые водоэмульсионные краски	137
4.5.	Силиконовые водоэмульсионные краски	138
4.6.	Силикатные водоэмульсионные краски.....	139
4.7.	Минеральные водоэмульсионные краски.....	139
V.	ПОРОШКОВЫЕ КРАСКИ	144
5.1.	Виды порошковых красок.....	144
5.2.	Преимущества порошковой окраски.....	145
5.3.	Недостатки порошковых красок.....	145

5.4.	Свойства порошковых красок.....	146
5.5.	Производство порошковых красок.....	148
VI.	АКРИЛАТНЫЕ КРАСКИ.....	152
6.1.	Свойства и особенности акрилатных красок.....	152
VII.	ДЕФЕКТЫ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	155
7.1.	Осмотическое вспучивание	155
7.2.	Относительная влажность.....	159
VIII.	ТИПЫ КОРРОЗИИ	163
8.1.	Общая коррозия	163
8.2.	Гальваническая (биметаллическая) коррозия	163
8.3.	Язвенная (питтинговая) коррозия	165
8.4.	Щелевая коррозия.....	166
8.5.	Эрозионная коррозия.....	167
8.6.	Коррозионное растрескивание	169
8.7.	Способы защиты от коррозии.....	170
8.7.1.	Катодная защита	170
8.7.2.	Системы расходоуемых анодов.....	171
8.7.3.	Система защиты наложенным током	172
IX.	СПОСОБЫ НАНЕСЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	179
9.1.	Типы покрытий	180
9.2.	Технология малярных работ	182
9.3.	Технология нанесения краски	184
9.4.	Дефекты окраски	188
	ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ.....	191
	ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	196
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	220

Учебное издание

Ирмухаметова Галия Серикбаевна
Токтабаева Асель Кыргызбаевна

**ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ
ЛАКОКРАСОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ**

Учебное пособие

Редактор Э. Сулейменова
Компьютерная верстка
и дизайн обложки Н. Базарбаевой

В оформлении обложки фото
использованы с сайта www.fcdnipro.dp.ua

ИБ №12247

Подписано в печать 14.09.18. Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Объем 12,6 п.л. Тираж 100 экз. Заказ №5922.

Издательский дом «Қазақ университеті»

Казахского национального университета им. аль-Фараби.

050040, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71. КазНУ.

Отпечатано в типографии издательского дома «Қазақ университеті».