

Защитные лакокрасочные покрытия

Лакокрасочными материалами называют вязкожидкие составы, наносимые на поверхность конструкции тонким слоем (60...600 мкм), который через некоторое время твердеет и образует пленку, плотно сцепляющуюся с основанием.

Основными компонентами лакокрасочных материалов являются пленкообразующие вещества, пигменты наполнители, вспомогательные вещества и специальные добавки.

Пленкообразующее вещество для лакокрасочных материалов — нелетучая часть лакокрасочной среды, которая образует пленку и связывает пигмент.

Пигмент для лакокрасочных материалов — вещество в виде мелкодисперсных частиц, практически нерастворимое в лакокрасочной среде, которое благодаря своим оптическим, декоративным или защитным свойствам обеспечивает не только цвет и долговечность лакокрасочного покрытия, но и некоторые технологические свойства (например, усадку).

Лакокрасочная среда — совокупность компонентов, составляющих жидкую фазу краски (лака).

Сиккатив — металлоорганическое соединение, растворимое в органических растворителях и пленкообразующих веществах, которое добавляется для ускорения процесса сушки к продуктам, высыхающим за счет каталитического окисления. В качестве сиккативов обычно используются металлические мыла, такие как нафтенат кобальта, соли магния, кальция, цинка и бария, а также соединения циркония.

Сиккативы являются катализаторами высыхания растительных масел и маслосодержащих лакокрасочных материалов, ускоряющими их пленкообразование при комнатных и повышенных температурах.

Отвердители — вещества, обуславливающие отверждение некоторых жидких полимеров и их переход в твердые, нерастворимые и неплавкие полимеры (триэтилентетрамин (ТЭТА), полиэтиленполиамин (ПЭПА), малеиновый ангидрид).

Пластификатор — продукт, используемый для повышения эластичности твердеющей пленки. Пластификаторами служат вещества, повышающие пластичность, эластичность и мягкость полимеров и лакокрасочных полимерных материалов. Некоторые пластификаторы придают полимерным материалам негорючесть, влагостойкость и другие свойства. Пластификаторами являются дибутилфталат, нефтяные масла, канифоль и др.

Лакокрасочные покрытия выполняют три основные функции: декоративную, защитную и специальную.

Классификация лакокрасочных покрытий:

- по химической природе (эпоксидные, кремнийорганические, полиакрилатные и т.д.);
- по назначению (атмосферостойкие, химическистойкие, термостойкие, специальные и покрытия целевого назначения и т.д.);
- по строению (одно- и многослойные);
- по структуре (одно- и разнородные).

Свойства лакокрасочных покрытий определяются составом ЛКМ, видом и характером подложки, а также технологией нанесения и сушки. Условия получения и качество покрытий во многом зависят от свойств исходных материалов.

Они должны отвечать следующим главным требованиям:

- допускать возможность тонкослойного распределения на покрываемой поверхности;
- быть способными к пленкообразованию;
- образовывать покрытия, обладающие комплексом требуемых технических свойств.

Различают две разновидности жидких лакокрасочных систем:

- составы, не содержащие летучих компонентов и приготавливаемые на основе жидких мономеров, олигомеров или полимеров, наносимых в состоянии расплава (это так называемые 100%-ные лаки и краски);

- составы, содержащие летучие компоненты и представляющие собой растворы, водные дисперсии или органодисперсии твердых полимеров и олигомеров.

Вода и органические растворители выполняют роль «агентов ожижения».

В порошкообразных материалах пленкообразователями служат твердые полимеры и олигомеры, а ожижающим агентом – воздух.

Второе требование обеспечивается присутствием в составе лаков и красок пленкообразователей – мономеров, олигомеров или полимеров аморфной или кристаллической структуры.

Классификация лакокрасочных материалов по преимущественному назначению

Лакокрасочные материалы	Обозначение группы	Преимущественное назначение (условия эксплуатации покрытий)
Атмосферостойкие	1	Покрытия, стойкие к атмосферным воздействиям в различных климатических условиях, эксплуатируемые на открытых площадках
Ограниченно атмосферостойкие	2	Покрытия, эксплуатируемые под навесом и внутри неотапливаемых помещений
Консервационные	3	Покрытия, применяемые для временной защиты окрашиваемой поверхности в процессе производства, транспортирования и хранения изделий
Водостойкие	4	Покрытия, стойкие к действию пресной воды и ее паров, а также морской воды
Специальные	5	Покрытия, стойкие к излучениям; покрытия светящиеся, пропиточные, окрасочные, противообрастающие, терморегулирующие и т.д.
Маслобензостойкие	6	Покрытия, стойкие к воздействию минеральных масел и консистентных смазок, бензина, керосина и др.
Химически стойкие	7	Покрытия, стойкие к воздействию щелочей, кислот и других жидких реагентов и их паров
Термостойкие	8	Покрытия, стойкие к воздействию повышенных температур
Электроизоляционные	9	Покрытия, подвергающиеся воздействию электрических тока, дуги и поверхностных разрядов

ЛКМ подразделяются на две большие группы: **непигментированные** (100% материалы без растворителей, водорастворимые и водоразбавляемые, а также лаки) и **пигментированные** (краски, эмали, грунты и шпатлевки).

Лаками называют растворы природных или синтетических лаковых твердых смол (пленкообразователей) в летучих органических растворителях в смеси с разбавителями и пластификаторами.

Красками называют суспензии минеральных пигментов и наполнителей в органическом или неорганическом пленкообразователе.

Компоненты лакокрасочных материалов:

- пленкообразователи,
- растворители,
- разбавители,
- пластификаторы,
- пигменты
- наполнители, а также
- добавки - поверхностно-активные вещества ПАВ, отвердители, инициаторы, активаторы, ингибиторы, вулканизаторы, обеспенивающие и коалесцирующие вещества, тиксотропные добавки и вещества, предотвращающие образование корки при хранении ЛКМ, а также сиккативы (катализаторы).

Обычно ЛКМ наносят на окрашиваемую поверхность в несколько тонких слоев, причем каждый последующий слой наносят после полного высыхания предыдущего. Это позволяет снизить пористость и проницаемость защитных покрытий, а также минимизировать внутренние усадочные напряжения, возникающие в адгезированных покрытиях в процессе сшивки и испарения растворителя.

Наиболее широкое применение для защиты металлов от коррозии находят ЛКМ на основе синтетических смол: фенолоформальдегидных, эпоксидных, алкидных, виниловых и т.д.. В качестве пигментов в составе ЛКМ обычно используются природные вещества, оксиды или соли металлов, а также мелкодисперсные металлические порошки (**охра**, TiO_2 , Pb_3O_4 , Cr_2O_3 , Fe_3O_4 , ZnCrO_4 , PbCO_3 , BaSO_4 , **Zn** и т.п.). Причем роль пигмента в большинстве случаев не ограничивается приданием покрытию необходимого цвета. Указанные соединения могут служить эффективными ингибиторами, пассиваторами или даже протекторами (Zn) по отношению к защищаемому металлу. Кроме того, пигменты, также как и наполнители, способствуют повышению твердости, механической прочности и барьерных свойств покрытий.

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОКРЫТИЯ, КРИТЕРИИ ВЫБОРА

Для обеспечения оптимальной экономичности и эффективности при выборе системы покрытий для защиты от коррозии необходимо учитывать ряд факторов.

- **КОРРОЗИОННУЮ АКТИВНОСТЬ СРЕДЫ**
- **ТРЕБУЕМЫЙ СРОК СЛУЖБЫ СИСТЕМЫ ПОКРЫТИЙ**
- **ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ СТАЛИ**
- **СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ**

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ СРЕДЫ

При выборе системы покрытий крайне важно определить условия, при которых будут эксплуатироваться конструкции, оборудование или установки. Чтобы определить коррозионное воздействие внешней среды, необходимо учесть следующие факторы:

- **ВЛАЖНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА (РАБОЧАЯ ТЕМПЕРАТУРА И ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР)**
- **НАЛИЧИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**
- **ХИМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ**
- **МЕХАНИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ (УДАРНЫЕ НАГРУЗКИ, АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС И ПР.)**

Для конструкций, заглубленных в почву, необходимо учитывать их пористость и характеристики грунта, воздействию которого они подвергаются. Критически важными являются влажность и значение pH грунта, а также биологическое воздействие бактерий и микроорганизмов. При погружении в воду важным также является ее тип и химический состав.

От коррозионной агрессивности среды зависит:

- **ТИП КРАСКИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ**
- **ОБЩАЯ ТОЛЩИНА СИСТЕМЫ ПОКРЫТИЙ**
- **ТРЕБУЕМАЯ ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ**
- **МИНИМАЛЬНЫЕ И МАКСИМАЛЬНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ ПЕРЕКРЫТИЯ**

КАТЕГОРИИ КОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ В АТМОСФЕРЕ ПО СТАНДАРТУ ISO 12944

Категория коррозии	Уменьшение толщины углеродистой стали мкм/год	Типичные примеры окружающей среды	
		Снаружи	Внутри
C1 очень низкая	≤1,3	-	Обогреваемые здания с нейтральной атмосферой, например: офисы, магазины, школы, гостиницы.
C2 низкая	>1,3 до 25	Атмосфера с незначительным загрязнением. В основном сельские районы.	Неотапливаемые здания где выступает конденсат. Например: склады, спортзалы и пр.
C3 умеренная	>25 до 50	Атмосфера города и промышленных зон. Умеренное загрязнение двуокисью серы.	Производственные помещения с высокой влажностью и слабым загрязнением воздуха. Например: по производству продуктов питания, прачечные, пивоварни, молокозаводы.
C4 высокая	>50 до 80	Промышленные районы и побережье с умеренной концентрацией солей.	Химические сооружения, бассейны, домики над водой.
C5-I очень высокая (промышленная)	>80 до 200	Промышленные районы с высокой влажностью и агрессивной атмосферой.	Здания и зоны с почти постоянной конденсацией и сильным загрязнением.
C5-M очень высокая морская	>80 до 200	Прибрежные зоны с высокой концентрацией солей.	Здания или зоны с почти постоянной конденсацией и сильным загрязнением.

КАТЕГОРИИ ДЛЯ ПОЧВЫ И ВОДЫ ПО СТАНДАРТУ ISO 12944

Категория коррозии	Окружающая среда	Примеры конструкций
Im1	Пресная вода	Речные сооружения, гидроэлектростанции
Im2	Морская или минерализованная вода	Морские порты, шлюзы, плотины, сваи, пристани, морские сооружения
Im3	Почва	Заглубленные цистерны, стальные сваи, трубопроводы

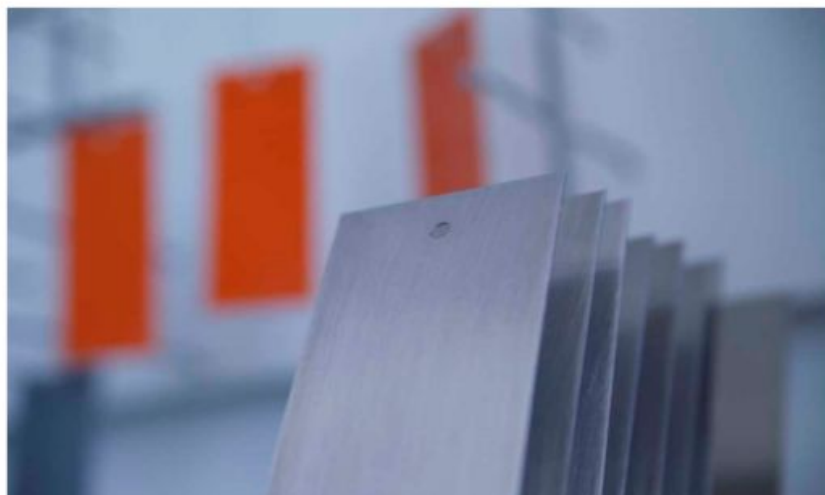
СРОК СЛУЖБЫ СИСТЕМЫ ПОКРЫТИЙ

Срок службы системы антикоррозионной защиты зависит от следующих параметров:

- Типа системы окраски;
- Конструктивного решения;
- Состояния поверхности перед подготовкой;
- Эффективности подготовки поверхности;
- Способа нанесения покрытия;
- Условий нанесения покрытия;
- Уровня коррозионных воздействий в процессе эксплуатации.

Срок службы систем покрытий согласно ISO 12944-1:

- Низкий — от 2 до 5 лет;
- Средний — от 5 до 15 лет;
- Высокий — более 15 лет.



Защитное действие покрытий обусловлено следующими эффектами:

- механическая изоляция поверхности металла от коррозионной среды (создание диффузионного барьера, затрудняющего проникновение агрессивных ионов и молекул к защищаемому металлу);
- высокое электрическое сопротивление полимерной пленки, обеспечивающее значительное увеличение степени омического контроля коррозионного процесса;
- ингибиторная или протекторная защита, осуществляемая компонентами ЛКМ;
- адсорбционная пассивация металла как следствие адсорбции компонентов ЛКМ с образованием прочной адгезионной связи.

В идеальном случае ЛКМ полностью изолирует металл от окислительных агентов. Однако, применяемые на практике покрытия в той или иной степени проницаемы, что не позволяет исключить возможность протекания под ними коррозионных процессов. Барьерный механизм защитного действия ЛКМ в этих случаях может реализовываться за счет прочной адгезионной связи, препятствующей агрегации молекул воды на границе раздела металл-покрытие и, следовательно, затрудняющей электрохимическое растворение металла.

Классификация лакокрасочных материалов по химическому составу

№пп	Обозначение	Вид краски	№пп	Обозначение	Вид краски
1	АД	полиамидные	23	НП	нефтеполимерные
2	АК	полиакриловые	24	НЦ	нитроцеллюлозные
3	АС	алкидно-акриловые	25	ПЛ	полиэфирные насыщенные
4	АУ	алкидно-уретановые	26	ПФ	пента-фталевые
5	АЦ	ацетилцеллюлозные	27	ПЭ	полиэфирные ненасыщенные
6	БТ	битумные	28	УР	полиуретановые
7	ВА	поливинилацетатные	29	ФА	фенолоалкидные
8	ВЛ	поливинилацетальные	30	ФЛ	фенольные
9	ВН	винил- и дивинилацетиленовые	31	ФП	фторопластовые
10	ВС	сополимер-винилацетатные	32	ФР	фуриловые
11	ГФ	глифталевые	33	ХП	хлорированные полиэтиленовые
12	ИД	полиамидные	34	ХС	сополи-мер-винилхлоридные
13	КО	кремнийорганические	35	МЧ	мочевинные
14	КП	копаловые	36	ХФ	перхлорвиниловые и поливинилхлорид-ные
15	КС	сополимер-карбинольные	37	ЦГ	циклогексановые
16	КТ	ксифталевые	38	ШЛ	шеллачные
17	КФ	канифольные	39	ЭП	эпоксидные
18	КЧ	каучуковые	40	ЭТ	этрифталевые
19	МА	масляные	41	ЭФ	эпоксифирные
20	МЛ	меламинные	42	ЭЦ	этилцеллюлозные
21	МС	масляно- и алкид-ностирольные	43	ЯН	янтарные
22	МЧ	мочевинные			

Краски на основе растительных масел. Масляные краски, изготовленные на натуральной или полунатуральной (оксоль) олифе, обладают хорошей атмосферостойкостью. Их можно использовать для окраски наружных поверхностей оборудования и конструкций, установленных на открытых площадках или в помещениях, но не подвергающихся воздействию сильноагрессивных сред.

Покрытия из масляных красок отличаются низкой химической стойкостью, высоким набуханием и малой механической прочностью.

Процесс высыхания масляного покрытия при комнатной температуре весьма длителен — не менее 24 ч. Масляные краски наносят на поверхность вручную волосяными кистями, накатками или методом разбрызгивания.

Битумные и каменноугольные краски и лаки. Для изготовления лакокрасочных материалов этой группы используют битумы нефтяные и каменноугольные в сочетании с растительными маслами и смолами.

Покрытия из этих лакокрасочных материалов обладают хорошей водостойкостью и химической стойкостью в слабоагрессивных средах.

Битумные композиции наносят на поверхность вручную или методом разбрызгивания с использованием специальной установки.

Лаки и эмали на основе перхлорвиниловой смолы. Перхлорвиниловые лаки и эмали представляют собой смеси перхлорвиниловой смолы с летучими растворителями с добавлением других смол, пластификаторов и пигментов.

Покрытия из перхлорвиниловых лаков и эмалей обладают достаточной химической стойкостью и высокими атмосферостойкостью и защитными характеристиками. Их применяют как наружное защитное покрытие оборудования и строительных конструкций в химических цехах с атмосферой, загрязненной парами минеральных кислот и хлора. Эти покрытия стойки и при кратковременном воздействии на них растворов минеральных кислот низких концентраций (до 10 %).

Перхлорвиниловые лаки и эмали наносят на поверхность краскораспылителем. Передвигать краскораспылитель следует равномерно со скоростью 14—18 м/мин. Рабочая вязкость эмалей и лаков при 20 °С должна составлять 19—23 с по вискозиметру ВЗ-4.

Лаки и эмали на основе фуриловых смол. Покрытия на основе фуриловых смол обладают хорошей теплостойкостью, стойкостью в растворах минеральных и органических кислот и щелочей, а также в некоторых растворителях и ароматических углеводородах.

Лак с наполнителем наносят кистью.

Лаки на основе фенолоформальдегидной смолы. Покрытия из лаков, получаемых на основе фенолоформальдегидной смолы, обладают хорошей химической стойкостью в растворах минеральных кислот, солей и в ряде органических растворителей (этиловый и метиловый спирты, толуол, бензол); они нестойки в щелочах и окислительных средах.

К недостаткам этих лакокрасочных материалов следует отнести сравнительно сложную термическую обработку, которой необходимо подвергать покрытие (горячее отверждение).

Из этой группы лакокрасочных материалов наиболее распространен бакелитовый лак.

Бакелитовый лак - это раствор резольных смол в этиловом спирте с добавкой пластификатора.

В эпоксидные лакокрасочные материалы перед их применением вводят отвердитель (3,5-5 %) - гексаметилендиамин или полиэтиленполиамин.

Покрытия сушат при 80-50 °С или в естественных условиях. Покрытия, высушенные в естественных условиях, отличаются меньшей химической стойкостью.

Обычно на поверхность наносят четырехслойное покрытие: два слоя без наполнителя и два слоя с наполнителем. Каждый слой сушат при комнатной температуре «до отлипа», а затем подвергают термообработке при 80 °С. Нагревание до 80 °С производят постепенно в течение 3-4 ч. При 80 °С покрытие выдерживают не менее 2 ч.

Лаки и эмали на основе кремнийорганических смол.

В качестве пленкообразующего вещества в производстве кремнийорганических лакокрасочных материалов применяют разветвленные полиорганосилоксаны, отличающиеся высокой термостойкостью в течение длительного времени (от 200 до 700 °С). В основном применяют соединения, содержащие и метильные, и фенильные группы, - полиметилфенилсилоксаны, которые хорошо растворяются в толуоле и ксилоле, в их смесях с простыми и сложными эфирами, кетонами, спиртами и хлорированными углеводородами.

Полиметилфенилсилоксаны наряду с высокой термостойкостью обладают морозостойкостью до минус 45-60 °С, гидрофобностью, негорючестью.

Покрытия на их основе стойки к действию различных химических реагентов (2-10%-х растворов неорганических кислот, разбавленных растворов щелочей, солей, аммиака фенола и др.), обладают хорошей атмосферо- и влагостойкостью!

В состав кремнийорганических лаков вводят модификаторы, ускорители высыхания и растворители.

Грунтовки

Грунтовка — суспензия пигмента или смеси пигментов с наполнителями в пленкообразующем веществе, создающая после высыхания однородную непрозрачную пленку с хорошей адгезией к подложке и покрывным слоям и предназначенная для повышения защитных свойств последующих покрытий.

Грунтовки образуют нижние слои лакокрасочных защитных покрытий, создавая надежное сцепление верхних слоев покрытия с окрашиваемой поверхностью.

Кроме того, они защищают металл от коррозии, выявляют текстуру древесины, закрывают поры материала, выравнивают и создают однородную поверхность перед окраской. Высушенную загрунтованную поверхность покрывают краской или лаком.

Пассивирующие грунтовки содержат в качестве пигментов цинковый, стронциевый хромы и другие хроматы. При проникновении влаги в слой грунтовки она частично растворяет пигмент и, обогащаясь ионами CrO_4^{6-} , пассивирует металл. К числу пассивирующих грунтовок относятся ГФ-031, ФЛ-ОЗ-Ж, ФЛ-086, АК-069, АК-070 и др.

Фосфатирующие грунтовки, помимо пассивирующего действия, обеспечиваемого хроматными пигментами, фосфатируют металл вследствие присутствия фосфорной кислоты. По сравнению с остальными они обеспечивают значительно лучшую адгезию к черным и цветным металлам. Во многих случаях, применяя их, можно исключить предварительное фосфатирование поверхности. К числу фосфатирующих грунтовок относятся ВЛ-02, ВЛ-08, ВЛ-023 и др.

Протекторные грунтовки содержат большое количество цинковой пыли, что обеспечивает катодную защиту металлов, особенно эффективную в морской воде.

Шпатлевка

Шпатлевка — продукт пастообразной или жидкой консистенции, применяемый для устранения небольших дефектов поверхности перед окраской.

Шпатлевка — густая вязкая масса, состоящая из смеси пигментов с наполнителями в связующем веществе. Различают лаковые, масляные и клеевые шпатлевки. Шпатлевкой заполняют неровности и выравнивают окрашиваемую поверхность. Ее наносят по слою высохшей грунтовки. Высохшую шпатлевку обрабатывают шлифовальной шкуркой.

Срок службы покрытия определяется используемым способом подготовки поверхности. Например, срок службы покрытия эмалью МЛ-12 (3 слоя), нанесенной по грунтовке ГФ-12 при пескоструйной обработке поверхности - 7 лет, при абразивной обработке - 9 лет, при обезжиривании - 3 года, а при фосфатировании с активатором - 12 лет. Активатор способствует формированию на поверхности малопористого мелкокристаллического (5-20мкм) фосфатного слоя с хорошей адгезией к металлу.

Процессы протекающие при пленкообразовании осуществляются:

- в результате химических превращений (полимеризация на поверхности подложки или поликонденсация на поверхности подложки);
- в результате физико-химических превращений (формирование покрытий из растворов полимеров и олигомеров, формирование покрытий из водных дисперсий полимеров, формирование покрытий из органодисперсий полимеров или формирование покрытий из порошковых пленкообразователей.

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

- химические (содержание основного вещества, отдельных компонентов, нелетучих и летучих веществ, водорастворимых солей, воды, золы и др., кислотное число, рН и др.);
- физико-химические [плотность, вязкость, продолжительность высыхания (отверждения), укрывистость (для непрозрачных материалов)];
- малярно-технические (сорность, степень перетира, наносимость, «розлив», стекаемость).

К основным свойствам лакокрасочных покрытий (пленок) относятся:

- декоративные (цвет, внешний вид, блеск);
- физико-механические (адгезия, твердость, эластичность, прочность при растяжении и изгибе, ударная прочность, износостойкость);
- защитные (устойчивость к атмосферным воздействиям, светостойкость, стойкость к перепаду температур, термо-, морозо- и тропикостойкость);
- малярно-технические (способность шлифоваться и полироваться);
- электроизоляционные (электрическая прочность, удельное объемное электрическое сопротивление, тангенс угла диэлектрических потерь);
- химические — стойкость к действию кислот, щелочей, агрессивных газов, воды, масла, бензина, мыльного раствора, эмульсий и других химических реагентов.

Существует множество методов испытаний лакокрасочных материалов и покрытий, а также используемых для их изготовления сырья и полупродуктов. К основным из них можно отнести следующие:

1. физико-химические (цвет, степень блеска, прозрачность, укрывистость, вязкость, плотность, маслосъемкость, летучесть, показатель преломления, светостойкость и др.);

2. физико-механические (твердость пленки, прочность покрытия при изгибе, растяжении и ударе, износостойкость, адгезия лакокрасочного материала, эластичность пленки, удлинение свободной пленки при растяжении и др.);

3. химические [кислотное и йодное число, число омыления, pH, зольность, состав (содержание основного вещества, летучих и нелетучих веществ, водорастворимых солей, ароматических веществ и т. д.), химическая стойкость и др.];

4. электрические (электрическая прочность пленки, удельное объемное электрическое сопротивление, тангенс угла диэлектрических потерь и др.);

5. атмосферостойкость (срок службы покрытия в разных климатических зонах, стойкость к выветриванию, растрескиванию и др.);

6. малярно-технические (степень перегара, наносимость, способность покрытия шлифоваться и полироваться и др.);

7. ускоренные климатические испытания (в везерометрах, гидростатах, камере солевого тумана и др.).

Способы нанесения ЛКМ на поверхность

Классификация способов окраски:

- пневматическое распыление;
- гидравлическое распыление;
- окунание и облив;
- валковый способ;
- электростатическое распыление;
- электрофоретическое осаждение;
- ручные способы нанесения жидких ЛКМ;
- получение тонких покрытий из газовой фазы;
- способы нанесения порошковых материалов.

Наиболее экономичными и экологичными на сегодняшний день являются методы безвоздушного распыления и электростатического напыления порошков.

Цинкнаполненные покрытия

Холодное цинкование – нанесение на заранее подготовленную поверхность специального цинкнаполненного состава (цинкнаполненные краски, грунты и композиции).

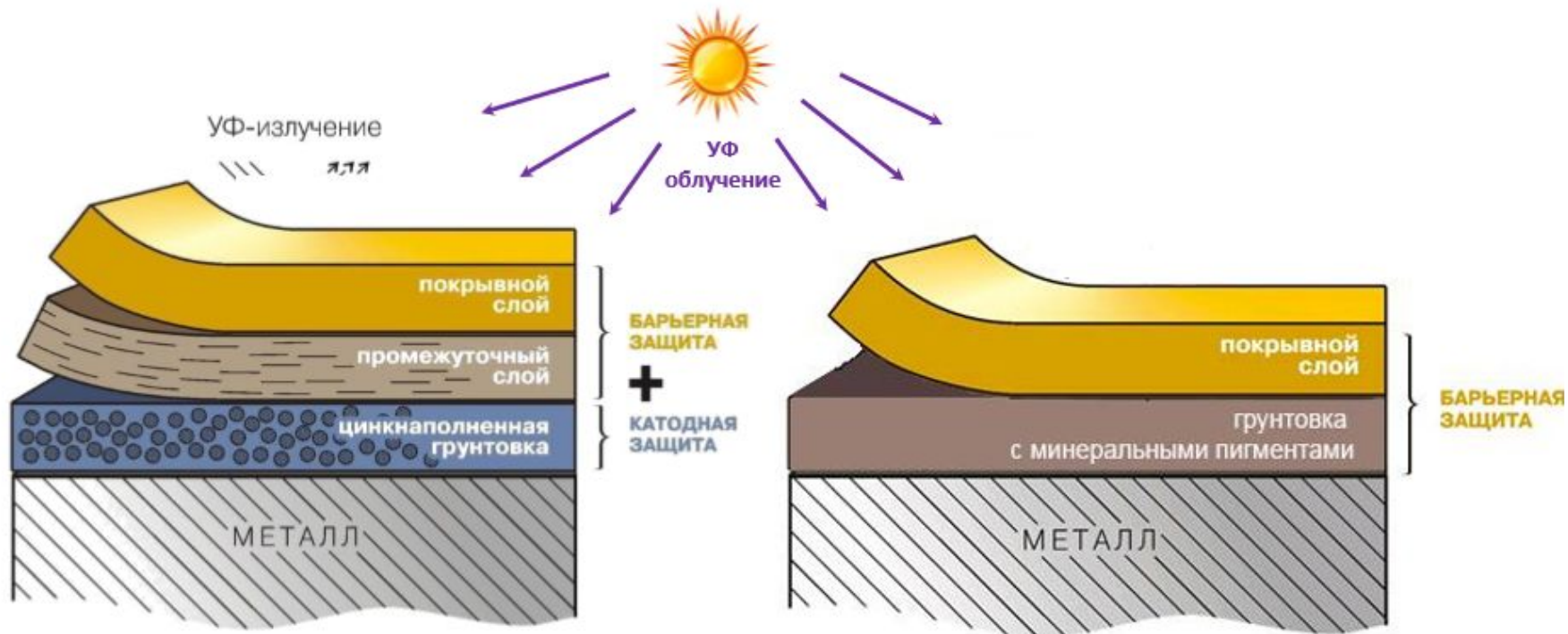
Содержание цинкового высокодисперсного порошка в составе для холодного цинкования может достигать 95-98 %.

В результате использования таких составов на изделиях формируется покрытие с антикоррозионными характеристиками, которые практически ничем не уступают по свойствам покрытиям, получаемым горячим цинкованием.

Толщина покрытия определяется количеством наносимых слоев композиции от 40 мкм – 1 слой, 120 мкм – 3 слоя. Срок службы покрытия 9–13 лет.

Согласно стандартам ISO 3549 (DIN 55969) составы для холодного цинкования, обеспечивающие активную электрохимическую защиту по всей поверхности должны содержать в сухом покрытии не менее 94% чистого цинка с размером частиц 12-15 мкм или не менее 88% цинка с размером частиц 3-5 мкм.

Структура типовых для мостостроения систем покрытий



Система покрытий из трех функциональных слоев на цинкнаполненной грунтовке

Система покрытий из двух функциональных слоев на грунтовке с минеральными пигментами

Нанесенное по всем правилам на хорошо подготовленную поверхность покрытие дает потребителю следующие преимущества:

- надежная катодная защита от коррозии;
- красивый внешний вид;
- долговечность и устойчивость;
- могут быть обработаны как элементы, так и вся конструкция в сборе, поэтому защищаются сварные швы, стыки и соединения элементов.

Недостатками цинковых покрытий являются:

- отсутствие характерного металлического блеска, что, однако, легко компенсируется высокой совместимостью практически со всеми видами лакокрасочных материалов;
- малая долговечность покрытия;
- покрытие чувствительно к механическим воздействиям.

Использование метода холодного цинкования эффективно как для получения самостоятельного покрытия и предварительного грунтования, так и для межоперационной защиты стали и ремонта ранее оцинкованных поверхностей.

Метод имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с горячим цинкованием:

- ограничения по размерам цинкуемых поверхностей отсутствуют;
- подготовку поверхности можно производить на месте;
- конструкции, покрытые составами для холодного цинкования, легко сваривать;
- оцинковывать сварные швы можно на месте;
- поврежденные (при транспортировке и монтаже) участки цинкового покрытия несложно ремонтировать;
- цинкование производится в широком диапазоне температур: от -20 до $+40$ °С;
- не требуются демонтаж, транспортировка к месту цинкования и обратно и последующий монтаж конструкций;
- имеется возможность получения эластичного покрытия, выдерживающего как механическую деформацию, так и термическое расширение и сжатие в широком диапазоне температур;
- степень сцепления с оцинкованной поверхностью других ЛКМ, в т.ч. порошковых красок, весьма высокая; -производить цинкование можно любым способом (погружением в состав, кистью, валиком, распылителем)

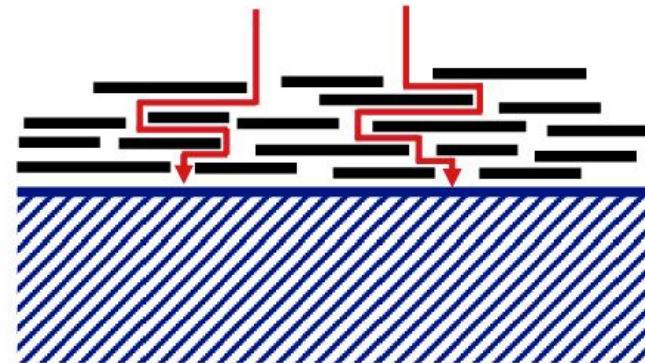
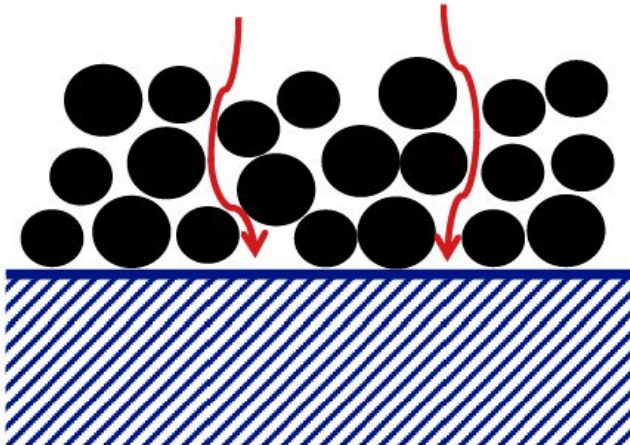
Уже сегодня составы для холодного цинкования успешно используются на практике в России и за ее пределами - как самостоятельно, так и в системах покрытий.

В частности, они применяются при защите от коррозии мостовых сооружений, тоннелей, строительных металлоконструкций, городских столбов освещения, опор ЛЭП, металлических кровель, резервуаров, трубопроводов, арматуры зданий, для антикоррозионной обработки агрегатов и деталей кузовов автомобилей.

Цинк-ламельные покрытия

Цинк-ламельное покрытие металла - это слой, состоящий из химически активной смолы с высоким содержанием хлопьев цинка и алюминия. Толщина такого слоя в среднем составляет 10-15 мкм.

Микрохлопья цинка и алюминия укладываются многослойными стопками внахлест во всех направлениях по горизонтали. Такая укладка хлопьев (чешуек) плюс их склейка связующими веществами обеспечивает плотный непроницаемый для воздуха и влаги электропроводный слой. Другими словами, **цинк-ламельное покрытие обладает высокой барьерной и электрохимической (катодной) защитой.**



- Толщина слоя покрытия ламельного цинка заметно меньше
- Лучше защитная способность покрытия
- Выше проводимость частиц цинка - повышенная катодная защита покрытия

Системы нанесения ламинарного покрытия Zn

Образцы применения в автомобильном производстве



Системы нанесения лапелевого покрытия Zn

Образцы применения в разных областях

Ветряные мельницы

Строительство



Помимо автомобильной промышленности данная технология покрытия находит применение также в производстве ветроэнергетических установок, в строительной отрасли, производстве электрооборудования, транспортном машиностроении, производстве горно-шахтного оборудования, нефтегазовой отрасли, железнодорожной, агропромышленной и пищевой промышленности и в других отраслях.

Цинк-ламельные покрытия имеет ряд следующих преимуществ:

- эстетичный внешний вид с возможностью выбора цвета;
- очень высокая коррозионная защита (240-1500 часов в камере соляного тумана, по требованиям);
- стойкость к перепадам температур;
- высокая стойкость к воздействию химикатов;
- экологичность;
- контролируемый коэффициент трения;
- отсутствие опасности водородного охрупчивания на высокопрочных изделиях;
- заданная электропроводность;
- другие свойства для улучшения скручиваемости.

Недостатки

- Очень мелкие детали могут слипаться. Происходит это из-за большей вязкости цинк-ламель-содержащего лака по сравнению с гальванической ванной.
- Крепежные детали с мелкой резьбой покрывать сложно, т.к. цинк-ламельный лак может почти полностью заполнять резьбу.
- Механический износ при транспортировке может частично удалить покрытие, что может негативно сказаться на оптических и коррозионных свойствах

Требования к условиям эксплуатации конструкции	Тип защитного покрытия			
	Гальваническое покрытие	Горячее покрытие	ТДЦ покрытие	Ламельное покрытие
В зависимости от проектной длительности защиты				
Длительная защита (до 10–15 лет)	-	++	+	-
Кратковременная защита (до 2 лет)	++	+	+	++
В зависимости от коррозионной агрессивности среды				
Высокоагрессивная среда	-	++	++	-
Слабоагрессивная среда	+	++	++	+
В зависимости от температуры эксплуатации				
При температуре до –60°C	+	+	++	++
При температуре до –20°C	+	+	++	++
В зависимости от вида болтового соединения				
В соединениях, работающих на срез	+	+	+	+
Во фрикционных соединениях с усилием натяжения $\leq 0,45 R$	+	+	+	+
Во фрикционных соединениях с усилием натяжения $\geq 0,45 R$	-	-	++	++
В зависимости от требований к декоративным свойствам				
В окрашиваемых конструкциях	-	-	+	+
В неокрашиваемых конструкциях	++	++	+	++
Примечание:				
++	предпочтительное использование			
+	допускается использовать			
-	не рекомендуется использовать			

Свойство/вид покрытия	Гальваническое цинкование	Горячее цинкование	Термодиффузионное цинкование	Цинк-ламельное покрытие
Толщина	5–12 мкм	55–85 мкм	6–110 мкм	4–20 мкм
Стойкость в соляном тумане до появления коррозии	24–96 часов	450–850 часов	До 1500 часов	Более 2000 часов
Достоинство метода	Позволяет обрабатывать детали сложной формы из тонкого металла, позволяет наносить покрытие на металл после операции сварки	Высокая коррозионная стойкость, для крупных деталей – высокая скорость нанесения покрытия	Мощная коррозионная защита и высокая адгезия к подложке (сцепление слоёв). Тонкий слой покрытия	Высочайшая коррозионная стойкость. Простота нанесения на детали сложной формы. Мягкие требования к толщине материала базы. Отсутствие водородного охрупчивания на высокопрочных изделиях. Высокая стойкость к перепадам температур и воздействию химикатов
Недостатки	Низкая коррозионная стойкость, длительное время нанесения покрытия, высокие требования к подготовке поверхности	Требования к минимальной толщине детали во избежание коробления вследствие высокой температуры при нанесении, сложность покрытия деталей средних и малых размеров	Небольшая производительность; ограничение размера деталей, на которые наносится покрытие; дороговизна и сложность технологии	Высокие требования к подготовке поверхности. Необходимость операции спекания в сушильном шкафу, что затруднительно для крупногабаритных деталей

Способы нанесения покрытия

Распыление. Материал наносится на поверхность подготовленных деталей с помощью пистолета-распылителя вручную или на автоматизированной установке. Размер деталей ограничивается только возможностями условий подготовки и дальнейшей термообработки.

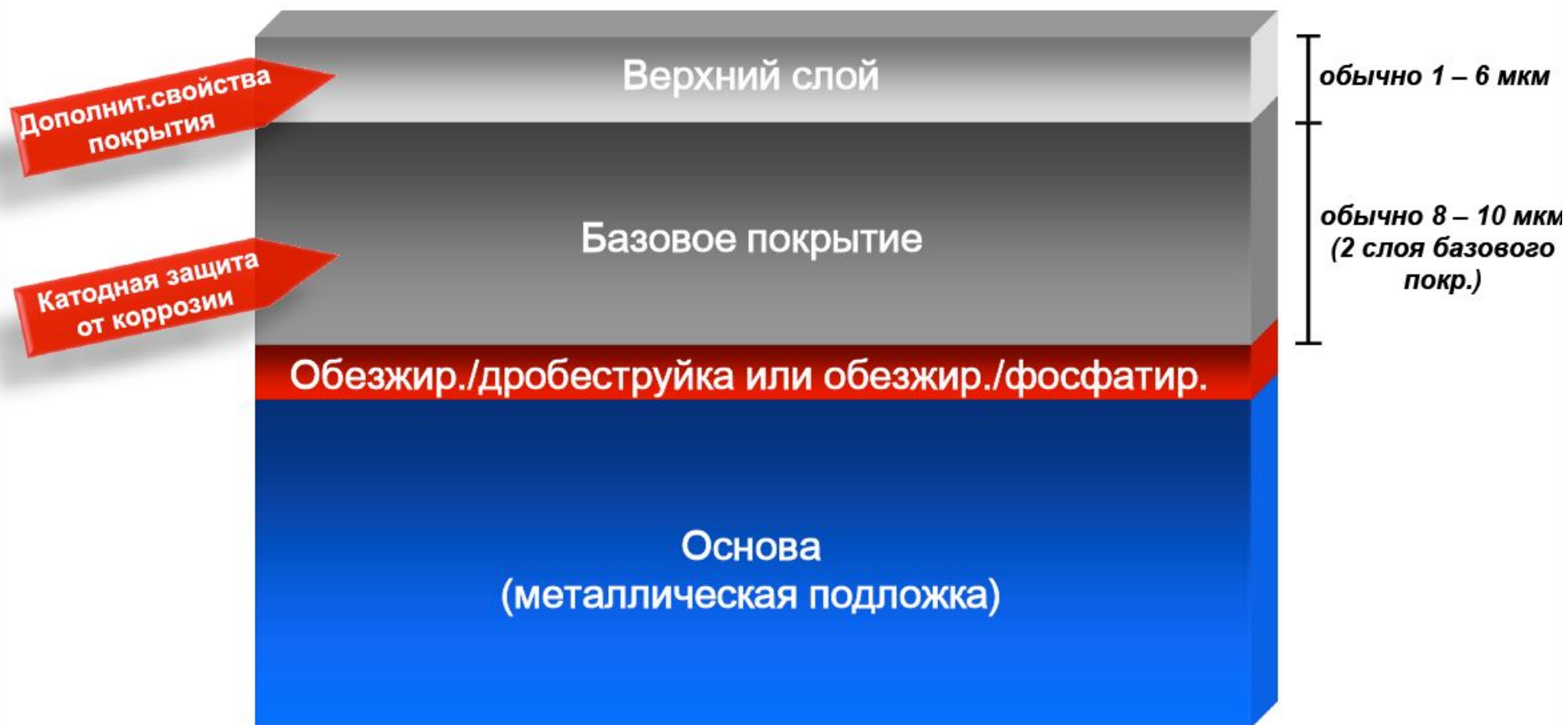
Погружение с центрифугированием. Детали загружаются в контейнер с покрывающим составом. Остатки удаляются в центрифуге. Применяется для мелких деталей.

Погружение с центрифугированием на оснастке. Детали фиксируются на оснастке, а затем вместе с ней погружаются в состав, центрифугируются и помещаются в печь. Применяется для особо ответственных деталей средних размеров.

Погружение с вытягиванием. Детали погружаются в жидкую среду покрытия, после этого плавно вынимаются. Применяется для покрытия крупных деталей.

Системы нанесения ламельного покрытия цинка

Типичная схема распределения слоев покрытия



Системы нанесения ламельного покрытия Zn

Стадии процесса



Последовательность процесса погружения-вращения (без предв. подготовки) можно повторять, чтобы добавить дополнительные слои покрытия, в зависимости от конкретных требований.