



ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА





Защитными покрытиями называют тонкие слои неметаллических веществ или некорродируемых металлов, искусственно создаваемые на поверхности металлических и деревянных предметов, предохраняющие их от коррозии и гниения путем изоляции поверхности от окружающей среды. Обычно защитные покрытия выполняют и декоративные функции. Неметаллические покрытия бывают органическими и неорганическими. К органическим относятся лаки и краски, а также резина и пластмасса. Неорганические покрытия представляют полученные на поверхности металлов неорганические соединения (фосфаты, окислы) или покрытия на основе силикатных эмалей.

Коррозия металлов – это процесс разрушения (разъедания) металла вследствие его химического или электрохимического взаимодействия с окружающей средой.

в алюминия со сталью или бронзой. **Коррозия при трении под напряжением** (фреттинг-процесс) возникает в заклепочных соединениях и на деталях роликовых подшипников.

Для борьбы с коррозией используют легирование металлов, устраняют или снижают контактную коррозию за счет применения в конструкциях совместимых металлов и др.

Изделия из дерева подвергаются гниению, т.е. разрушению (разложению) спорами разных грибов и насекомыми. Для увеличения их сопротивляемости загниванию применяют консервацию. Она заключается в пропитке древесины специальными веществами – антисептиками, в качестве которых применяют креозотовое масло, нефтенат медь, фтористый натрий, хлористый цинк, а также комбинированные антисептические препараты.

покрываемой поверхности, вида и состава покрытия, способа нанесения покрытия.

В последние годы широко применяются противокоррозионные покрытия пластическими массами.

Пластмассы могут применяться в виде конструктивных деталей и изделий взамен координирующих, листовых пленочных материалов для обклейки (футеровки) металлических поверхностей, уплотняющих вязких масс (герметиков) или напыленных (газопламенным или вихревым способом) пластических материалов на их поверхность.

В настоящее время при ремонте пассажирских вагонов широко применяют металлические детали с полимерными покрытиями взамен окрашенных, никелированных и хромированных. Полимерами покрывают ручки дверей, личинки замков, оконные решетки, кронштейны полок,



Химическая коррозия возникает под действием кислорода, хлора, сернистых газов обычно при повышенной температуре (газовая коррозия), а также органических жидкостей, не проводящих электрический ток, таких как нефтяные масла, бензин (жидкостная коррозия).

Электрохимическая коррозия происходит под действием электролитов. Наиболее распространена атмосферная коррозия. Влага, находящаяся в воздухе, всегда присутствует на поверхности изделия и, растворяя в себе сероводород и углекислый газ из воздуха, она становится естественным электролитом, который, взаимодействуя с поверхностными слоями металла, вызывает их разрушение.

Почвенная коррозия воздействует на предметы, находящиеся во влажной земле. Если эти предметы попадают под действие блуждающих токов, возникает электрическая коррозия. **Контактная коррозия** появляется в конструкциях из несовместимых металлов, например, при соеди-

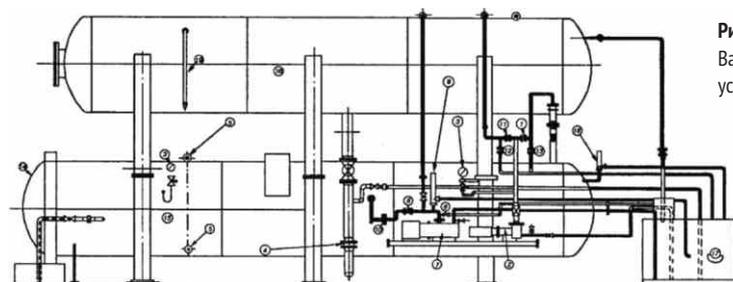


Рисунок 1
Вакуумно-нагнетательная установка фирмы «Шольц»

Для придания антигорючих свойств готовым деревянным деталям вагонов применяют их глубокую пропитку водными растворами солей антипиренов. Для этой цели применяют установку немецкой фирмы «Шольц».

Долговечность покрытия и его способность выполнять защитные функции в условиях эксплуатации зависят от качества очистки поверхности перед нанесением покрытия, материала

поручни, вешалки. Исходными материалами для таких покрытий служат термопластичные полимеры и синтетические низкомолекулярные смолы в порошкообразном состоянии.

Для защиты металлических изделий от коррозии при хранении и транспортировке применяются разнообразные смазки и лакокрасочные материалы.

Лакокрасочные материалы состоят из пленкообразователей, растворителей, пигментов или красителей, наполнителей и, иногда, пластификаторов.

Пленкообразующие вещества создают на покрываемой поверхности защитную пленку, которая должна обладать хорошей адгезией (прилипаемостью) и быть прочной. Она же одновременно служит и связующей для порошкообразных частиц пигментов и наполнителей.

К пленкообразующим относятся олифы и лаки. Исходным материалом для олиф служат растительные масла, для лаков – различные смолы. Смолы входят в состав и других лакокрасочных материалов.

Растворители – органические летучие жидкости, растворяющие пленкообразующую основу лака или краски. Разбавители в отличие от растворителя разбавляют уже растворенную среду.

рает синтетические смолы и разбавляет нитроэмали.

Пигменты – это сухие красящие порошки, не растворяющиеся в пленкообразующей основе, а образующие с ней мелкодисперсную суспензию. Различают неорганические и синтетические пигменты. К естественным пигментам относятся земляные краски, представляющие глины, окрашенные окислами металлов (главным образом окислами железа) в различные цвета – от желтого до красно-коричневого (охра, мумие, сиена, железный сурик). Такие пигменты практически не выцветают. К синтетическим пигментам относятся белила цинковые, свинцовые, титановые и литопонные, крона свинцовые и цинковые, лазурь, киноварь, свинцовый сурик. Большинство из них являются солями или окислами металлов. В качестве пигментов используют некоторые металлические порошки (алюминие-

разбавления слишком насыщенных пигментов, а также для удешевления красок. В качестве наполнителей применяют барит (тяжелый шпат), тальк, слюду, графит, мел.

Пластификаторы (смягчители) – нелетучие компоненты, придают пленке пластичность и лучший контакт с поверхностью. Обычно их вводят в состав лакокрасочных материалов на основе полимеризационных смол и эфиров целлюлозы. Пластификаторами служат дибутилфталат, трибутилфосфат, хлорированный парафин, касторовое масло.

Сиккативы ускоряют процесс сушки растительных масел и лакокрасочных материалов. Оптимальная скорость высыхания достигается при определенном количестве сиккатива. Чрезмерное введение сиккатива замедляет высыхание, вызывает преждевременное старение покрытия. В качестве сиккативов обычно применяют



В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ПРИ РЕМОНТЕ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ШИРОКО ПРИМЕНЯЮТ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ С ПОЛИМЕРНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ ВЗАМЕН ОКРАШЕННЫХ, НИКЕЛИРОВАННЫХ И ХРОМИРОВАННЫХ.

Растворителями являются продукты перегонки нефти (бензин, уайт-спирит, керосин), ароматические углеводороды (ксилол, бензол, сольвент, толуол), скипидар – продукт перегонки сосновой живицы или древесины. Существуют многокомпонентные растворители. Растворители действуют избирательно на конкретный вид пленкообразователя, но они могут быть разбавителями для других. Например, ксилол раство-

вая пудра, цинковая пыль, бронзовые порошки).

Красители являются синтетическими органическими соединениями и в отличие от пигментов растворяются в пленкообразующем веществе и растворителях. К ним относятся фталоцианиновые цветные красители и черный краситель нигроин.

Наполнители представляют собой инертные тонкодисперсные продукты. Их используют для

растворы свинцово-марганцевых и других солей нафтеновых кислот (кобальта, цинка, никеля, кальция) вместе с кислотами высыхающих или полувсыхающих масел в бензине или скипидаре.

К лакокрасочным материалам относятся грунтовки, шпатлевки, мастики, масляные и алкидные краски, лаки, эмали.

Грунтовки служат для нанесения грунта – первого слоя покрытия, которой создает антикоррозионную защиту и обеспечивает адгезию с поверхностью изделия и с последующими слоями лакокрасочного покрытия. Грунтовки состоят из пигментов, растертых на олифе или лаке с добавлением сиккатива и растворителя. От красок и эмалей грунтовки отличаются меньшим содержанием пленкообразующего вещества и большим содержанием пигмента. По составу грунтовки должны соответствовать основному покрытию. Изолирующие грунтовки препятствуют проникновению влаги. Они содер-

жат железный и свинцовый сурик, мумие. Пассивирующие грунтовки способствуют образованию на поверхности металла защитной окисной пленки за счет растворения в проникающей влаге хроматов металлов, входящих в состав грунтовок. Фосфатирующие грунтовки содержат фосфорную кислоту, которая образует тонкую пленку фосфатов, защищающую металл от коррозии. В протекторные грунтовки включают металлический порошок, например, цинковый, с более низким электродным потенциалом по отношению к черным металлам, поэтому при проникновении влаги коррозионные явления переключаются с основного металла (катода) на порошок в грунтовке (анод).

Шпатлевку применяют для устранения неровностей на поверхности загрунтованных изделий. Для ее приготовления используют мел, литопон, барит, охру, железный сурик.

состоящие из соответствующего сухого пигмента (железный сурик, мумие, охра), затертого на натуральной, полунатуральной или алкидной олифе с добавлением в качестве наполнителя барита, талька, мела. К масляным краскам относятся свинцовые, цинковые, титановые, литопонные белила, цинковый крон, цинковая зелень, свинцовый сурик, который замешивается на олифе непосредственно перед употреблением.

Лаки – это растворы естественных или синтетических смол в различных растворителях. В состав лаков в зависимости от природы пленкообразующего вещества вводят различные разбавители, сиккативы, пластификаторы. Лаки различают по виду примененного в нем пленкообразователя, растворителя, а также по назначению.

Насляные лаки – это растворы естественных смол, обычно канифоли, и высыхающих масел в

бывают алкидные материалы из пентафталевых и глифталевых смол. Глифталевые покрытия используют преимущественно в качестве грунтовок. Выпускают грунтовки, в состав которых входят фосфатные и хроматные пигменты, повышающие коррозионную стойкость покрытия. Они значительно быстрее высыхают. Все алкидные грунтовки могут использоваться под покрытия любыми эмалями за небольшим исключением. Пентафталевые эмали предназначены для окраски металлических поверхностей, подвергающихся атмосферным воздействиям.

Фенольно-формальдегидные (фенольные) лакокрасочные материалы обладают хорошей адгезией, высокой водо- и атмосферостойкостью. Из покрывных материалов широкое применение имеет бакелитовый лак. При добавлении в лак металлических пигментов получают быстросохнущие бакелитовые краски.



ПОКРЫТИЯ ИЗ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ЛАКОВ И ЭМАЛЕЙ ПО ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПРЕВОСХОДЯТ ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ – ОНИ НАИБОЛЕЕ ДОЛГОВЕЧНЫ. СРОК СЛУЖБЫ В АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЯХ СОСТАВЛЯЕТ ОКОЛО 8 ЛЕТ.



Антикоррозионные мастики изготавливают для защиты внутренних и труднодоступных металлических поверхностей изделий, работающих под сильным воздействием влаги. Это высоковязкие пастообразные смеси нефтяных битумов или каменноугольных пеков с измельченными минеральными (асбестовое волокно) или органическими наполнителями (различные смолы). Большинство таких мастик выполняют и противозащитные функции.

Мастики-порозаполнители употребляют перед покрытием лаком деревянных изделий для заполнения пор древесины. Эти мастики готовят на масляной, лаковой, казеино-канифольной, нитроцеллюлозной основе с введением мелкодисперсных порошков кремнезема, барита, талька, измельченного стекла. Под спиртовые лаки используют восковые пасты. При использовании мастик-порозаполнителей сохраняется текстура древесины. Масляные и алкидные густотертые краски представляют собой пасты,

органических растворителях: спиртовые лаки – растворы естественных смол в этиловом спирте с добавлением канифоли; смоляные лаки – растворы естественных или синтетических смол в летучих растворителях (перхлорвиниловый, бакелитовый). С добавлением масла получают масляно-смоляные лаки; битумные лаки – растворы природных или нефтяных битумов, асфальтов, каменноугольной смолы и высыхающих растительных масел (или без них) в органических растворителях.

Эмали (эмалевые или лаковые краски) – это пигментированные синтетические лаки. Их используют для окраски наружных и внутренних поверхностей. Эмали в зависимости от пленкообразующей основы разделяют на пентафталевые и нитроэмали.

Наиболее распространены алкидные краски. Алкидные покрытия прочны, эластичны, атмосферостойки, обладают хорошей адгезией, но в естественных условиях сохнут медленно. Выра-

Покрывают на основе эпоксидных смол обладают хорошей адгезией к металлам и дереву. Существует большое количество эпоксидных эмалей и лаков, модифицированных синтетическими смолами и различными химическими соединениями. Почти все эпоксидные лакокрасочные материалы являются двухкомпонентными.

Покрывают из полиуретановых лаков и эмалей по износостойкости превосходят все остальные лакокрасочные покрытия – они наиболее долговечны. Срок службы в атмосферных условиях составляет около 8 лет. Эти лакокрасочные материалы обычно готовят двухкомпонентными. Смешивают компоненты непосредственно перед нанесением покрытия. Покрывают из полиуретановых лаков и эмалей сушат при температуре 80 °С. Разработана однокомпонентная эмаль холодного отверждения.

Кремнийорганические лаки отличаются термостойкостью и хорошими электроизоляционными качествами во влажной среде, они стойки к

маслу, бензину, бесцветны. При добавлении в лаки алюминиевой пудры получают серебристые эмали повышенной термостойкости. Эмали выпускают горячей и естественной сушки, двухкомпонентные с отвердителем.

Меламиноалкидные лаки служат для покрытия металлических поверхностей. Они обладают хорошей атмосферостойкостью, блеском, высокими физико-механическими и противокоррозионными свойствами. Наносятся на поверхности, предварительно загрунтованные алкидными или фенольно-формальдегидными грунтовками. Отверждаются горячей сушкой.

Перхлорвиниловые лаки и эмали применяют для окрашивания эксплуатируемых в атмосферной среде деревянных или металлических поверхностей. Наносят их по алкидной, акриловой или фенольно-формальдегидной грунтовке. Эти лаки и эмали быстро высыхают в естествен-

но устойчивые к маслам и бензину. Их используют для окраски торцовых частей локомотивов и головных вагонов поездов. Все акриловые лакокрасочные материалы быстро сохнут. Отдельные лаки и эмали при горячей сушке дают необратимые пленки. На основе поливинилбутерола (бутвара) производят поливинилацетатные лакокрасочные материалы. Фосфатирующие быстросохнущие грунтовки с хроматом цинка в качестве пигмента получили большое распространение. Они выпускаются двухкомпонентными с фосфорной кислотой в качестве отвердителя, образующей фосфатный слой на поверхности металла. Однако эти грунтовки недостаточно водоатмосферостойки, поэтому их применяют в качестве подложек под основные грунтовки. При модификации поливинилбутерола фенольно-формальдегидными и другими смолами получают необратимые покрытия.

нических растворителей. Свойство этих металлов зависит от исходных продуктов и других компонентов, с которыми каучуки хорошо совмещаются, в частности с алкидными и фенольно-формальдегидными смолами. Выпускают быстросохнущие грунтовки и эмали для окраски металлических изделий, работающих в атмосферных условиях.

Нитролаки и нитроэмали, изготавливаемые на основе нитрата целлюлозы, дают покрытия, отличающиеся высокой твердостью и стойкостью к маслам, бензину и атмосферному давлению. Очень быстро сохнут, но имеют слабую адгезию к металлам. Их наносят по глифталево-

му, фенольному или нитроцеллюлозному грунту. Водоразбавляемые лакокрасочные материалы считаются перспективными. Они нетоксичны, негорючи, быстро сохнут. Их можно наносить на влажные поверхности. Они подразделяются на



ных условиях, а при горячей сушке увеличиваются их механическая прочность и химическая стойкость.

Лакокрасочные материалы на основе сополимера винилхлорида с винилацетатом эластичны, стойки к низким температурам, минеральным маслам. Более стойкие эмали и грунтовки с повышенной адгезией в условиях высокой влажности поставляются с отвердителем.

Алкидно-стирольные лакокрасочные материалы имеют хорошую адгезию к металлу, быстро сохнут с образованием необратимой пленки. Эмали дают достаточно твердые блестящие покрытия, устойчивые к воде, свету, воздействию масла. Используют для окраски рам вагонов, станков. Алкидно-стирольный лак употребляют для разбавления эмалей, нанесения по эмали и непосредственно для покрытия деревянных поверхностей.

Акриловые эмали атмосферостойкие, светостойкие, механически прочные и блестящие,



ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРА ВИНИЛХЛОРИДА С ВИНИЛАЦЕТАТОМ ЭЛАСТИЧНЫ, СТОЙКИ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ. БОЛЕЕ СТОЙКИЕ ЭМАЛИ И ГРУНТОВКИ С ПОВЫШЕННОЙ АДГЕЗИЕЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОСТАВЛЯЮТСЯ С ОТВЕРДИТЕЛЕМ.

На основе ненасыщенных полиэфирных смол для отделки деревянных изделий выпускают полиэфирные двух- и четырехкомпонентные лаки холодной и горячей сушки, покрытия из которых отличаются зеркальным блеском, стойкостью к воде, бензину, этиловому спирту.

Некоторые лакокрасочные материалы изготавливают на основе различных синтетических каучуков и их производных, растворимых в орга-

водоэмульсионные (вододисперсные), где связующей основой является латекс-водная дисперсия синтетического пленкообразователя, и водорастворимые – преимущественно на основе поликонденсационных смол (алкидных, фенольно-формальдегидных), которые в присутствии органического растворителя хорошо совмещаются с водой. Водоэмульсионные краски широко применяются в вагостроении. По

атмосферостойкости, долговечности, скорости высыхания они превосходят перхлорвиниловые, но они менее морозостойки и легко разрушаются микроорганизмами. Водорастворимые краски и эмали дают возможность получить покрытие методом электроосаждения. Такие покрытия сушат при повышенной температуре.

Водные растворы анилиновых красителей используют для выравнивания естественного цвета древесины или ее имитации под ценные породы дерева – красное дерево, орех, серый клен, дуб. Для этих целей применяют также растворы хромовокислого калия, медного купороса. Естественный краситель коричневого цвета – коричневая морилка.

При выборе лакокрасочных материалов нужно ориентироваться на надежность защиты поверхности в условиях эксплуатации. Выбирать их следует по преимущественному назначению

и ее выполняют сразу же после обезжиривания. Грунтовку наносят тонким и ровным слоем без пропусков кистью, окунанием, распылением. Затем поверхность шпатлюют.

Различают локальное шпатлевание, при выравнивании местных неровностей (вмятин), и сплошное, когда шпатлевка наносится на всю загрунтованную поверхность. При окончательном шпатлевании выравнивают углубления на зашпатлеванной и покрытой выявительным слоем краски поверхности. Шпатлевку наносят шпателем или краскораспылителем тонким слоем (0,5 мм). Толстый слой шпатлевки высыхает неравномерно, растрескивается и отслаивается. После высыхания загрунтованной поверхности шлифованием устраняют неровности и создают лучшую адгезию покрытия к последующему слою. Обычно шлифуют водостойкой шлифовальной шкуркой или шлифовальными дис-

полировальными или восковыми пастами.

Полирование натуральной древесины или имитированной под дорогие породы дерева осуществляют спиртовыми растворами естественных смол, главным образом шеллака (политура), или специальными полировальными пастами. Процесс полирования занимает 2–3 дня.

Методы окрашивания

Окрашивание кистями и накатными валиками – очень трудоемкий и малопроизводительный процесс, а при нанесении быстросохнущих лакокрасочных материалов он вообще невозможен. Его заменяют более совершенными методами.

Окрашивание окунанием (погружением) – самый производительный процесс. Окрашиваемый предмет опускают в ванну с лакокрасочным материалом и после извлечения дают возможность стечь излишкам краски. Так окрашивают



– атмосферостойкости, водостойкости, термостойкости, электроизоляционным качествам и т.д.

Технология нанесения лакокрасочных покрытий

Лакокрасочные материалы наносят на очищенную, сухую и обезжиренную поверхность. Целесообразно перед окрашиванием изделия прогревать до температуры на 3–5 °С выше точки росы воздуха для удаления с поверхности сконденсировавшейся влаги.

Толщина каждого слоя покрытия должна быть оптимальной. С уменьшением оптимальной толщины ухудшаются защитные свойства покрытия вследствие увеличения количества микропор. При увеличении толщины покрытия ухудшаются их механические свойства, хотя в некоторых случаях защитных эффектов будет больше. Каждый слой лакокрасочного покрытия необходимо сушить. Покрытие поверхности грунтом является первой окрасочной операцией

с помощью различных машинок. Шлифовать можно сухую и мокрую поверхности. При мокром шлифовании достигаются более высокая производительность, лучшее качество шлифования, а шлифовальная шкурка служит дольше.

Подготовленную поверхность окрашивают путем нанесения одного или нескольких тонких слоев краски или эмали.

Лакирование изделий из древесины выполняется на поверхность обычно 2–3-х слоев лака с промежуточным шлифованием. Иногда эти поверхности предварительно подкрашивают анилиновыми или другими красителями под ценные породы дерева. Первый слой лака впитывается быстро, поэтому сначала применяют лак повышенной вязкости, а затем лак пониженной вязкости, который лучше растекается на поверхности и образует гладкую пленку. Для получения глянцевой поверхности лакированное изделие специальными шлифовально-

детали небольших размеров, для которых не требуется тщательная отделка поверхности. При окрашивании обтеканием можно получить пленку различной толщины, что зависит от вязкости и скорости высыхания краски и рода окрашиваемой поверхности. Недостатки метода – ускоренное испарение растворителя с поверхности ванны и невозможность использования быстросохнущих лакокрасочных материалов.

Плоские предметы, например стальные листы и доски, окрашивают механическими валиками, на которые непрерывно подается краска. Окрашиваемый предмет пропускают между этими валиками.

При окрашивании струйным методом облитое струями лакокрасочного материала изделие выдерживается в атмосфере, насыщенной парами органических растворителей. При этом достигается относительная равномерность покрытия, но она сопровождается большими потерями растворителя. Применяется для грунтования и

окрашивания изделий, не требующих высоких декоративных качеств (рамы, фермы). Осуществляется в специальных проходных установках, построенных по схеме: входная камера – секция – камера с парами растворителя – выходной тамбур.

Воздушное (пневматическое или пульверизационное) распыление является широко распро-

распылением увеличивается до 20%. Установки безвоздушного распыления работают по принципу мультипликатора.

Метод электроосаждения (электрофореза) применяют для нанесения на покрываемые поверхности водорастворимых лакокрасочных материалов с помощью гальванического электролиза. В ванну с водным раствором лакокрас-

дается появлением большого количества светящихся голубоватых точек, обрамляющих электрод в виде короны с характерным потрескиванием. Такой разряд называется коронным, а электроды, несущие корону, – коронирующими.

Если в качестве одного электрода использовать коронирующий электрод с отрицательным потенциалом достаточно высокого напряжения, а в качестве другого – подлежащую окраске поверхность с положительным потенциалом, который появляется на поверхности при ее заземлении вблизи от отрицательных зарядов коронирующих электродов, и ввести в электрическое поле распыленную краску, то частицы краски приобретут отрицательный заряд и, двигаясь по силовым линиям поля, осядут равномерным слоем на поверхности. Для такого метода окрашивания характерно почти полное отсутствие туманообразования. Вязкость окра-

” ОКРАШИВАНИЕ ОКУНАНИЕМ (ПОГРУЖЕНИЕМ) – САМЫЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС. ПРЕДМЕТ ОПУСКАЮТ В ВАННУ С ЛАКОКРАСОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ И ПОСЛЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДАЮТ ВОЗМОЖНОСТЬ СТЕЧЬ ИЗЛИШКАМ КРАСКИ.



трантным методом окрашивания. Краску определенной вязкости распыляют сжатым воздухом при помощи специальной аппаратуры до мельчайших частиц, которые с большой скоростью наносятся на поверхность. Краска ложится тонким слоем, однако при этом происходит интенсивное образование красочного тумана, что является существенным недостатком. Потери краски достигают 25–50%.

При безвоздушном распылении краска к распылительной насадке подается под большим давлением и распыляется в результате перепада давления на выходе из насадки. Происходит мелкое дробление краски с незначительным образованием красочного тумана. Этому способствует мгновенное испарение легколетучей части растворителя, сильно увеличивающейся в объеме. Оболочкой паров растворителя красочный факел защищается от окружающего воздуха. Полезное использование лакокрасочного материала по сравнению с воздушным

сочного материала погружают изделие и через раствор пропускают электрический ток. Окрашиваемый объект может быть как анодом, так и катодом. Под действием электрического поля частицы краски выделяются из раствора и тонкими слоями осаждаются на поверхности объекта.

Окрашивание в электростатическом поле основано на физическом явлении переноса электрически заряженных частиц лакокрасочных материалов по силовым линиям этого поля.

Сущность метода заключается в следующем: если к двум электродам, между которыми имеется диэлектрик (газ, воздух), приложить противоположные по знаку электрические заряды, то в пространстве между электродами образуется электрическое поле, в котором носители зарядов – ионы – передвигаются от одного электрода к другому. При достижении определенного напряжения возникает электрический разряд, который представляет собой незавершенный пробой разрядного промежутка. Этот разряд сопровож-

дается появлением большого количества светящихся голубоватых точек, обрамляющих электрод в виде короны с характерным потрескиванием. Такой разряд называется коронным, а электроды, несущие корону, – коронирующими.

Окрашивание в электрическом поле можно выполнять воздушными краскораспылителями с установкой электродной коронирующей сетки. Окрасочный факел направляют сбоку между коронирующей сеткой, на которую подают постоянный ток высокого напряжения отрицательного заряда, и окрашиваемой поверхностью, которая заземляется.

Электродную сетку изготавливают из вертикальных рядов тонкой медной или стальной проволоки диаметром 0,3–0,35 мм. Полезное использование лакокрасочного материала составляет 70–80%.

Практически окрашивание осуществляют быстровращающимися электрическим или воз-

душным (пневматическим) приводом вращения, оснащенный распыляющими насадками – чашами или грибками. Напряжение подводится к корпусу насадки. Краска непрерывно дозированно подается насосом по шлангу на внутренние поверхности насадок, которые должны быть тщательно отполированы или хромированы, края остро отточены для усиления электрического поля. Под действием центробежной силы

Для окрашивания в электрическом поле заменяют ручные, смонтированные на легких тележках установки, крупногабаритные механизированные камеры и передвижные самоходные установки.

При гидроэлектрическом окрашивании для распыления в электрическом поле используют факел краски, образуемый безвоздушным распылением под высоким давлением.

масляные и алкидные лакокрасочные материалы сохнут 1–3 суток.

Искусственная сушка осуществляется в сушильных камерах или передвижных установках, где для ускорения процесса создается повышенная температура. Некоторые синтетические материалы могут затвердевать только при высокой температуре. Термический эффект ускоряет процессы окисления, конденсации и полимеризации, что способствует улучшению качества покрытия.

К основным методам искусственной сушки относятся конвективный, терморadiационный и индукционный.

При конвективной сушке окрашенная поверхность непрерывно обдувается горячим воздухом в сушильных камерах, оснащенных тепло-вентиляционными приборами. Теплоносителем могут быть пар, горячая вода, горящий газ или

ИСКУССТВЕННАЯ СУШКА ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ В СУШИЛЬНЫХ КАМЕРАХ ИЛИ ПЕРЕДВИЖНЫХ УСТАНОВКАХ, ГДЕ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ПРОЦЕССА СОЗДАЕТСЯ ПОВЫШЕННАЯ ТЕМПЕРАТУРА.

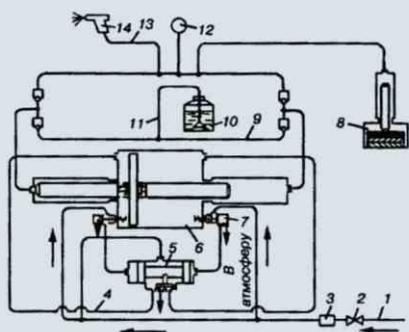


Рисунок 2
Схема окрасочной установки УБРХ-1

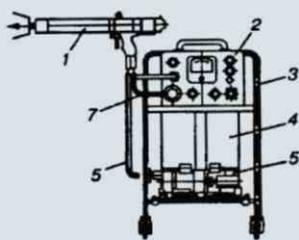


Рисунок 3
Ручная электроокрасочная установка типа УЭРЦ-1:
1 – электростатический распылитель, 2 – генератор,
3 – дозатор, 4 – бак, 5 – дозаторы, 6 – краскоподающий шланг, 7 – кабель высокого напряжения

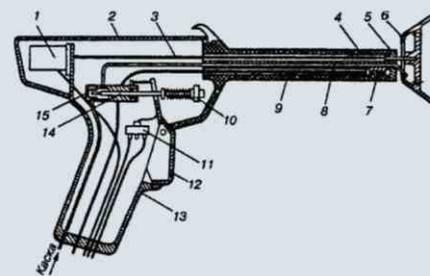


Рисунок 4
Электростатический краскораспылитель

краска отбрасывается к кромке насадки и распыляется в плоскости, перпендикулярной оси вращения насадки. Однако при высоком напряжении происходят коронный разряд на острой кромке насадки и ионизация воздуха. Тогда распыленные частицы краски приобретают электрический заряд. Происходят их взаимное отталкивание, поскольку они заряжены одноименным зарядом, и образование конусообразного факела их движения по направлению силовых линий поля к окрашиваемой поверхности.

Наилучшие результаты по осаждению краски и равномерности покрытия получаются при соблюдении отрицательного потенциала на коронирующих электродах в пределах 60–120 кВ и расстояния между ними и окрашиваемой поверхностью 200–300 мм. При уменьшении этого расстояния коронный разряд может перейти в искровой и привести к воспламенению лакокрасочного материала. Для предотвращения этого применяют электронные устройства, отключающие источник высокого напряжения при сближении окрашиваемой поверхности с краскораспылителем.

Чем больше напряжение на электродах и меньше расстояние между ними и окрашиваемой деталью, тем больше коэффициент осаждения, который достигает 0,92.

Сушка лакокрасочных покрытий

Процесс сушки для различных лакокрасочных материалов происходит по-разному. У материалов на основе полимеризационных смол, нитрата целлюлозы, а также спиртовых лаков твердая пленка образуется за счет улетучивания растворителей. Эти материалы сохнут быстро. Образование пленки масляных красок, лаков и продуктов на основе поликонденсационных смол происходит в два этапа: вначале интенсивно испаряются растворители, на что уходит 10–20% времени сушки, а дальше происходят физические и химические процессы окисления и конденсации, в результате которых и получается твердая пленка.

Сушка этих материалов в условиях нормальной температур идет медленно и несколько убыстряется при циркуляции воздуха. Некоторым ускоряющим фактором является свет, поэтому в окрасочных (малярных) цехах предусматривают обильное естественное освещение.

Различают сушку естественную и искусственную.

Естественная сушка происходит при температуре 18–22 °С и относительной влажности не более 70%. В этих условиях нитроцеллюлозные эмали и лаки высыхают за 20–30 мин, акриловые и перхлорвиниловые в течение 1–3 часов,

электронагревательные устройства. Образующаяся при этом поверхностная пленка препятствует испарению растворителя и увеличивает время сушки.

Терморadiационная сушка (сушка инфракрасными лучами) иногда называется сушкой панелью темного излучения или сушкой отраженным теплом. Метод основан на поглощении инфракрасных лучей окрашенной поверхностью. Лучи свободно проникают через слой краски и вследствие перехода лучистой энергии в тепловую нагревают металл изделия. Процесс сушки идет от нижних слоев к верхним без образования поверхностной пленки и при свободном испарении растворителя.

При индукционной сушке окрашенное изделие помещают в индуктор, подключаемый к источнику переменного тока промышленной, средней или высокой частоты. В изделии возникают вихревые токи, нагревающие его. Процесс сушки идет от нижних слоев к верхним так же, как и при терморadiационной сушке. Недостатки этого метода – необходимость изготовления сложных индукторов и большой расход электроэнергии.

Окрашивание вагонов

При ремонте вагонов подлежащую перекрашиванию поверхность очищают от отслоившейся и

потрескавшейся краски и ржавчины, моют и обезжиривают. Существует 3 степени очистки поверхности перед ремонтным окрашиванием, которые характеризуются полным удалением старого лакокрасочного покрытия и продуктов коррозии (I степень); на поверхности остаются прочный несплошной слой грунта и следы ржавчины в прокорродированных местах (II степень); удаляются только местные повреждения краски (III степень).

При восстановлении наружного покрытия пассажирских вагонов поверхности кузова, полностью очищенные от старой краски или отдельно расчищенные места хорошо протирают ветошью, смоченной в бензине, грунтуют, сушат и шпатлюют. После сушки и шлифования первого слоя шпатлевки наносят второй слой с выравниванием местных углублений, которые также просушивают и шлифуют. Далее всю поверхность кузова снова протирают и наносят выявительный слой эмали. После сушки и полного шлифования кузова оставшиеся углубления окончательно шпатлюют, сушат и шлифуют. Затем стены вагона окрашивают в два слоя (первый слой шлифуют) пентафталевого эмали. После сушки кузова окрашивают гофры и наносят номерные знаки и надписи. Крышу, свесы крыши и дефлекторы окрашивают эмалью серого цвета, причем свесы 2–3 раза шпатлюют. Раму вагона, пол, подвагонное оборудование, подножки, раму упругой площадки окрашивают после очистки от грязи в черный цвет масляной краской или эмалью. Кузова крытых грузовых вагонов и полувагонов, а также стальные поверхности бортов платформ окрашивают обычно в красно-коричневый цвет. Пентафталевого эмали, масляные и алкидные краски, эмали перхлорвиниловые, эмали на сополимере винилхлорида с винилацетатом и хлоркаучуковые наносят на загрунтованные фенольно-формальдегидными и алкидными грунтовками наружные поверхности в два слоя, а крыша вагона покрывается два раза перхлорвиниловыми и хлоркаучуковыми эмалями.

Внутренние поверхности вагонов – металлические, обшитые древесно-волоконными плитами, фанерными плитами и фанерой, а также из деревянной обшивки и полы сверху окрашивают пентафталевыми эмалями и масляными или алкидными красками по грунту в один слой. Эмали на сополимере винилхлорида с винилацетатом и хлоркаучуковые применяют при окрашивании стен полувагонов, водоземлюсионные – при окрашивании деревянных поверхностей.

Оборудование для окрашивания вагонов

При окрашивании вагонов применяют различные окрасочные установки и камеры в зависимости от выбранного метода окрашивания.

Окрашивание вагонов кистями и ручными краскораспылителями при недостижимости ими окрашиваемых поверхностей ведут с передвижных окрасочных площадок (велосипедных тележек), перемещающихся вдоль вагона и легких переносных стаявок. Краскораспылительная установка воздушного распыления состоит из

ручного краскораспылителя, красконагнетательного бака, оснащенного регулятором давления и мешалкой, источника сжатого воздуха (компрессор или воздушная магистраль), маслководоочистителя для очистки сжатого воздуха, оборудованного предохранительным клапаном и спускным краном, а также соединительными шлангами для подачи сжатого воздуха к распылителю и в бак для выдавливания из него лакокрасочного материала.

Включают распылитель путем нажатия на курок. При этом открывается воздушный клапан, и воздух по каналам корпуса распылителя поступает в распылительную насадку. При дальнейшем нажатии на курок отходит игла и открывает в насадке коническое отверстие для прохода краски, поступающей из бака. Такой порядок включения предотвращает выброс нераспыленных капель краски.

Для уменьшения красочного тумана, потерь краски и получения более качественного покрытия распылитель держат на расстоянии 250–350 мм. Направление красочного факела – почти перпендикулярно окрашиваемой поверхности.

Краскораспылители бывают 4-х типов: с поступлением краски самотеком из прикрепленного сверху стакана; с подачей краски от нагнетательного бачка; с подсосыванием краски из прикрепленного снизу стакана; комбинированные, которые позволяют подавать краску от краскораспылительного бачка или от стакана с верхним или нижним его расположением.

На вагоноремонтных заводах широко применяют установки безвоздушного распыления холодным способом типа УБРХ-1, УБРХ-1 М. Основные части установки УБРХ-1 – пневмогидравлический насос высокого давления, воздухо-распределитель, бачок для краски и краскораспылитель с шлангом. Установка смонтирована на тележке.

Воздух под давлением 0,4–0,5 МПа от сетевой магистрали 1 (рис. 2) через разобщительный кран 2, регулятор давления 3 и трехходовой клапан 7 поступает в воздухо-распределитель 5, откуда поршнем по трубе 4 нагнетается в воздушную полость пневмогидравлического насоса 6.

При этом в шланге низкого давления 11 с фильтром на конце создается разрежение. В результате краска засасывается из бачка 10 и подается по трубам 9 в полость гидравлического цилиндра насоса. В дальнейшем при обратном ходе поршня краска сжимается и под давлением до 15–19 МПа через шланг 13 высокого давления поступает в краскораспылитель 14. Давление краски регулируют по манометру 12. Для компенсации колебания давления в установке предусмотрен гидроаккумулятор 8.

Для окраски вагонов в электрическом поле применяют стационарные камеры, передвижные крупногабаритные самоходные и ручные окрасочные установки. Все они действуют по одному принципу и оснащены аналогичным электрическим оборудованием. Ручная электроокрасочная установка типа УЭРЦ-1 (рис. 3)

состоит из высоковольтного каскадного генератора 2, цилиндрического бачка 4 для краски, дозатора 5, смонтированных на передвижной тележке 3, и электростатического распылителя 1 с кабелем высокого напряжения 7 и краскоподающим шлангом 6.

Генератор состоит из высоковольтного повышающего трансформатора и блока умножения, обеспечивающего дальнейшее увеличение напряжения и выпрямление тока. Рабочее напряжение – до 80 кВ, рабочий ток – 150 мА.

Распылитель выполнен в виде эпоксидного корпуса 4 (рис. 4) с алюминиевой ручкой 13. Алюминиевая распылительная чаша 6 вращается электродвигателем 1, который закрыт кожухом 2. Высокое напряжение подается по кабелю 9 к распылительной чаше через резистор 7 и бронзовую втулку 5. Валик электродвигателя электрически изолирован валиком 3 от чаши, находящейся под высоким напряжением.

Краска из дозатора подается к корпусу клапана 15, откуда по трубке 8 поступает в алюминиевую распылительную чашу. Расход краски регулируют перемещением иглы 14 клапана с помощью гайки 10.

При нажатии на курок 12 срабатывает микро-выключатель 11, замыкающий цепь подачи высокого напряжения на чашу. Затем игла открывает канал для прохода краски. Расстояние от кромки чаши до поверхности изделия должно быть 200–250 мм. Краска подается в распылитель под давлением воздуха 0,07–0,12 МПа.

Производительность установки по окрашиванию составляет до 150 м²/ч. При наружном окрашивании вагонов установку рационально использовать с применением механизированной велосипедной тележки.

Крупногабаритная передвижная электроокрасочная установка смонтирована на каркасе П-образной формы (портале), сваренном из профилей стального проката. Установка снабжена механизмом передвижения, оснащена высоковольтным оборудованием для создания электрического поля в зоне действия электростатических распылителей и насосным оборудованием для подачи и дозирования красок. Поверхности вагона, не попадающие под действие электростатических распылителей, окрашивают с помощью воздушных или безвоздушных распылителей или кистью.

Для очистки воздуха от токсичных паров растворителей и тумана краски установка оборудована мощной системой вентиляции с гидрофильтрами. Загазованный воздух выбрасывается в вентиляционный короб, размещенный под перекрытием цеха.

При включении установки башмаки токоприемника 14 (рис. 5) подают трехфазный ток напряжением 380 В от троллейных проводов 15 по кабелям 13 в понижающий трансформатор 16. На выводе этого трансформатора образуется однофазный переменный ток напряжением 220 В, который подводится к трансформатору 12 высоковольтного выпрямляющего устройства. Этот трансформатор повышает напряжение

до 140 кВ. Накал лампы обеспечивается через специальный трансформатор 10.

Из выпрямительного устройства ток высокого напряжения проходит через ограничительные резисторы 8, изоляторы 6 и 7, поступает к распылителю 4, создавая между чашей распылителя и стеной вагона электрическое поле. Расстояние между кромкой распылителя и стеной вагона 250–300 мм.

С каждой стороны портала установки смонтированы 3 распылителя. Приводной механизм 5 обеспечивает возвратно-поступательное движение распылителей в вертикальном направлении, что при перемещении портала вдоль вагона обеспечивает их растушевывающее действие. Краска к распылителям подается из бака 3 дозирующими устройствами 1 по трубкам 2. Оптимальная подача краски – 90–105 г/мин. Автоматический разрядник 9 предназначен для

поворотными ходовыми колесами. Стационарные окрасочные камеры устроены и действуют по такому же принципу.

Оборудование для сушки вагонов

На большинстве вагоностроительных заводов и в депо осуществляется естественная сушка вагонов. Естественная сушка наиболее употребляемых лакокрасочных материалов длится долго, непроизводительно увеличивая производственный цикл ремонта вагона. Достаточно сказать, что при капитальном ремонте пассажирских цельнометаллических вагонов на все малярные операции при окрашивании вручную наружных поверхностей вагонов пентафталевыми эмалями, начиная с грунтовки и кончая нанесением надписей, затрачивается около 40–50 часов, а на сушку естественным способом уходит 200 часов.

Бывают конвективные камеры с газовым или другим нагревом.

Во всех терморрадиационных сушильных камерах и установках инфракрасные лучи исходят от источников (панелей) излучения, размещенных внутри камеры. Эти источники могут питаться любым высокотемпературным носителем, способным нагреть их до температуры 400–500 °С.

Излучающими панелями служат стальные коробки с газовыми горелками или трубчатыми нагревательными элементами, а также трубчатые электронагреватели с металлическими рефлекторными отражателями.

Примером комбинированной терморрадиационно-конвективной камеры может служить камера, где сушка происходит за счет инфракрасного излучения газовых панелей и нагнетания горячей смеси продуктов сгорания и воздуха в камеру с помощью вентилятора.

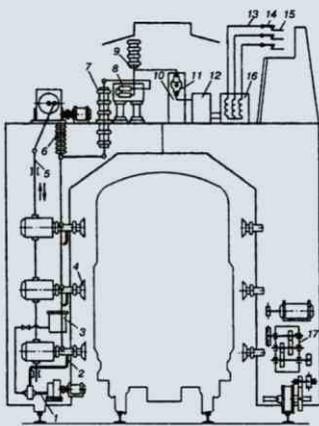


Рисунок 5

Схема передвижной установки для окрашивания пассажирских вагонов в электрическом поле

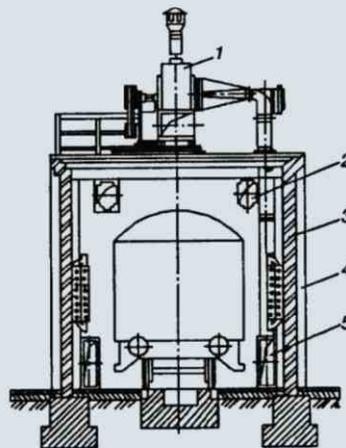


Рисунок 6

Конвективная сушильная камера

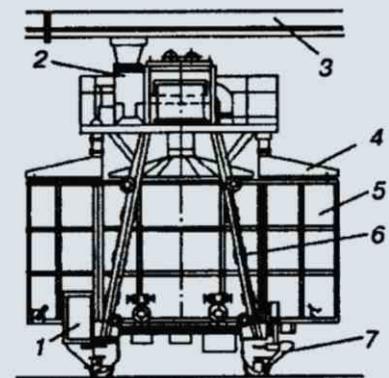


Рисунок 7

Терморрадиационная сушильная установка для пассажирских вагонов

снятия остаточного заряда с высоковольтного оборудования и электрических распылителей после отключения от источника питания. Механизм 17 обеспечивает перемещение установки вдоль вагона. Управление установкой и системой вентиляции осуществляется с пульта, расположенного на портале.

Габариты установки: длина – 8000 мм, ширина – 5600 мм, высота – 8600 мм (со стойкой токоприемника), установленная мощность – 50 кВт. Скорость рабочего перемещения портала – 2,5 м/мин, холостого – 5 м/мин, рабочее напряжение – 100–105 кВ, ток – 5–8 мА.

Существуют передвижные окрасочные установки, которые окрашивают и крышу вагона. Для этого на них предусмотрены дополнительные распылители, смонтированные под потолком портала поперек вагона и направленные вниз к крыше. Передвижная установка может обслуживать несколько параллельно расположенных путей, если проложить в цехе поперечные подпортальные пути, а портал оборудовать

Искусственная сушка при температуре 60 °С сокращает высыхание каждого слоя грунтовки, шпатлевки, эмали, краски с 2–3-х суток до 20–24 часов, что позволяет сократить время полного окрашивания вагона до 2–3-х суток вместо 8–10.

Для искусственной сушки вагонов применяют стационарные тупиковые и проходные камеры с конвективным, терморрадиационным или комбинированным способом нагрева, а также передвижные порталные терморрадиационные установки.

На рис. 6 показана конвективная сушильная камера 3 с паровым обогревом, оборудованная створчатыми раздвижными дверями.

Два агрегата 1 подают воздух, подогретый паровыми калориферами, внутрь камеры по воздуховодам 2. Холодный воздух отсасывается через каналы 5, уложенные вдоль продольных стен. В камере установлены паровые трубчатые нагревательные элементы 4 для прогрева стен с целью дополнительной аккумуляции тепла.

На вагоноремонтных заводах нашли применение терморрадиационные сушильные камеры и порталные установки с трубчатыми электронагревателями. Терморрадиационная передвижная порталная установка для сушки цельнометаллических пассажирских вагонов состоит из портала 6 (рис. 7), механизма передвижения 7, нагревательных панелей 5, вентиляционных каналов 4 и вентилятора 2. Загазованный воздух выбрасывается в корабль 3. Установка управляется с пульта 1.

Нагревательные панели размещены на внутренней стороне боковых стенок портала. Они представляют собой металлические плоские каркасы, на которых закреплены вертикальными рядами параболические полированные алюминиевые отражатели. В отражателях установлены трубчатые электронагреватели. Со стороны нагревателей каркасы панелей изолированы листовым асбестом. Каждый электронагреватель состоит из металлической трубки, внутри которой помещена нихромовая спираль. Концы спирали соединены с контактными шпильками,

выходящими с обеих сторон трубки через изоляторы. Полость трубки заполнена периклазом – электроизоляционным жаропрочным и теплопроводным минералом.

Направление потока нагретого воздуха идет снизу вверх, поэтому при одинаковом нагреве панелей верхний пояс вагона будет всегда нагреваться значительно сильнее нижнего. С учетом этого предусмотрен различный нагрев панелей по высоте. В результате получаются 3 температурные зоны: нижняя 420 °С, средняя 250 °С (учитывается наличие оконных проемов), верхняя 350 °С. При удалении панелей от окрашенной поверхности на 350–400 мм обеспечивается нужная температура на боковых стенах вагона – 65–80 °С.

Сушка вагонов происходит за несколько проходов. При передвижении вагона температура поверхности кузова постепенно повышается. Время высыхания одного слоя эмали составляет 45–50 минут за 6 проходов установки, шпатлевки – 90–120 минут.

Охрана труда при окрашивании и нанесении покрытий

Окрасочные работы следует выполнять в окрасочных (малярных) цехах, отделениях, участках, на специальных установках, в камерах или на площадках, оборудованных принудительной вентиляцией (местной и приточно-вытяжной) и средствами пожарной техники.

Особенно эффективной вентиляция должна быть при использовании лакокрасочных материалов на сополимере винилхлорида с винилацетатом и перхлорвиниловых. Предельно допустимая концентрация паров растворителей в помещениях, где работают люди, не должна превышать: для бензина, керосина, скипидара – 300 мг/м³, ацетона – 200 мг/м³, сольвента – 100 мг/м³, ксилола – 50 мг/м³, трихлорэтилена – 10 мг/м³.

Допускается окрашивать вагоны непосредственно на местах сборки и ремонта по технологическому потоку без устройства специальной вентиляции. При этом окрасочные работы нужно проводить, когда другие работы не производятся, проветривать помещения при помощи принудительной вентиляции, применять средства защиты органов дыхания. Малярные работы внутри пассажирских вагонов выполняют при включенной вагонной вентиляции или использовании индивидуальной вытяжной установки.

В окрасочных помещениях следует пользоваться лампами электрического освещения в герметичной и взрывобезопасной арматуре, внутри вагона применять светильники напряжением 12 В.

Применяемые лакокрасочные материалы должны соответствовать требованиям стандартов или технических условий и иметь сертификат. На каждой емкости с лакокрасочным материалом должна быть наклеена бирка с наименованием и обозначением материала, с указанием наличия свинца и других опасных веществ. ■

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ: ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ



Владельцы грузовых вагонов заинтересованы в сохранении их внешнего вида и улучшении эстетического восприятия поездов. Однако гораздо более важно, что защитные покрытия обеспечивают оптимальное использование грузовых вагонов и позволяют увеличить срок их службы.

Специальные защитные покрытия применяются в железнодорожной промышленности по разным причинам. Некоторые из них обеспечивают защиту поверхностей грузовых вагонов от коррозионного разрушения при воздействии опасных химических веществ и погодных условий. Другие служат для сглаживания внутренних поверхностей в грузовых вагонах с целью ускорения разгрузки. Кроме того, не следует упускать из виду, помимо функциональных, и эстетические аспекты.

Компании – изготовители защитных лакокрасочных материалов продолжают разработки новых покрытий, в том числе позволяющих решить сезонные проблемы грузоотправителей, и технологий нанесения соответствующих составов, поскольку отклонение в толщине слоя порядка 1 мм может привести к нарушению свойств покрытия.

Корпорация Industrial Environmental Coatings (IECC) большую часть заказов получает от компаний, которые намерены защищать с помощью специальных покрытий котлы грузовых вагонов-цистерн. IECC использует эпоксидное покрытие 399 TTFR толщиной до 100 мкм. В его состав входит тефлон, обеспечивающий ускорение выгрузки благодаря более гладкой и скользкой внутренней поверхности котлов. IECC также выпускает покрытие, специально разработанное для грузовых вагонов, в которых перевозят серу. Оно наносится тонким слоем толщиной от 8 до 10 мкм и при испытаниях выдерживает нагрев до 200 °С.

Компания ZefTek разработала и выпускает защитное покрытие для грузовых вагонов, в которых перевозят уголь. Это покрытие, которое является основным продуктом компании, впервые было использовано в 1988 г. на нескольких вагонах-хопперах компании Conrail. После 3-летней эксплуатации проект был свернут по весьма не типичным обстоятельствам. Вагоны эксплуатировались в разных районах, в зимнее время их пропускали через установки с открытым пламенем для оттаивания угля, что привело к прогоранию днища грузовых вагонов и панелей с защитным покрытием. Conrail признала, что не может исключить подобное в перспективе и отказалась от продолжения сотрудничества.

Несмотря на эти первоначальные проблемы, ZefTek продолжает работу применительно к покрытиям для углевозных грузовых вагонов. Так, нанесение специальных материалов на крышки люков ускоряет разгрузку, при этом уголь не прилипает к самим крышкам. ZefTek занимается улучшением свойств этих материалов вместе с одной из крупных вагоностроительных компаний, планируя включение операции нанесения покрытия в технологический процесс постройки углевозных грузовых вагонов. Разрабатывается технология крепления обработанных панелей, которая намного экономичнее нынешней.

Трудности с разгрузкой смерзшегося угля в холодные месяцы года приводят к сезонным всплескам спроса на услуги компаний, занимающихся защитными покрытиями.