

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИДО

А.Ф. Федоров

" ____ " ____ 2002 г.

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ НА ИХ ОСНОВЕ

Методическое пособие по выполнению практических заданий для
студентов специальности 320700, 250100 Института
дистанционного образования

Томск 2002

УДК 667.6.001.24

Лакокрасочные материалы и покрытия на их основе: Методическое пособие по выполнению практических заданий для студентов специальности 320700, 250100 / Сост. Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов, В.Т. Новиков, Н.А. Алексеев. - Томск: Изд. ТПУ, 2002. - 41 с.

Методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к изданию методическим семинаром кафедры технологии основного органического синтеза “_____” _____ 2002 года.

Зав. кафедрой ТООС,
доцент, канд. хим. наук

В.Т. Новиков

1. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОКРЫТИЯ НА ИХ ОСНОВЕ

Лакокрасочные материалы — многокомпонентные составы, способные при нанесении тонким слоем на поверхность изделий высыхать с образованием пленки, удерживаемой силами адгезии. Пленка может быть бесцветной или окрашенной, прозрачной или непрозрачной (укрывистой).

Лакокрасочные материалы применяют для получения защитных, декоративных и электроизоляционных покрытий на изделиях, изготовленных из металлов и неметаллических материалов (дерево, пластмассы и т. п.). Основное назначение лакокрасочных материалов заключается в защите дерева от гниения и металла от коррозии.

Жидкие лаки, краски и эмали, нанесенные на металлические и деревянные поверхности, высыхая, образуют твердые защитные пленки (покрытия), предохраняющие изделия от разрушающего влияния атмосферных и других воздействий и удлиняющие срок их службы.

По сравнению с металлическими покрытиями, нанесенными лужением, никелированием, хромированием и т. д., лакокрасочные покрытия легче возобновляются, для их нанесения не требуется сложное оборудование. Поэтому такие покрытия широко применяются во всех отраслях промышленности, на транспорте, в строительстве и в быту.

Прочность и другие свойства лакокрасочных покрытий зависят не только от свойств применяемых лакокрасочных материалов, но и от таких факторов, как качество подготовки поверхности к окраске, правильный выбор и соблюдение технологического режима окраски и сушки.

1.1. Сырье и полупродукты лакокрасочных производств

В качестве сырья (исходных материалов) в производстве лаков и красок применяют пленкообразующие вещества, пигменты, наполнители, пластификаторы, растворители и сиккативы, а также добавки вспомогательных веществ (стабилизаторы, диспергаторы и др.).

К **пленкообразующим** веществам принадлежат растительные масла, жирные кислоты растительных масел и синтетические жирные кислоты, битумы, природные и синтетические смолы, эфиры целлюлозы.

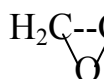
Большинство пленкообразующих веществ (природных и синтетических), применяемых в лакокрасочной промышленности, представляет собой высокомолекулярные полимерные соединения или же превращается в них в процессе пленкообразования. Свойства таких соединений определяются их молекулярной массой, химическим составом и строением молекул, а также типом функциональных групп.

По химическому составу полимеры подразделяют на органические, элементарноорганические и неорганические.

По строению макромолекул полимеры разделяют на линейные, разветвленные и сетчатые или пространственные. Для лакокрасочной промышленности наибольший интерес представляют линейные полимеры. Применяются также полимеры, у которых процесс образования сетчатого строения находится в начальной стадии.

По способу формирования покрытий пленкообразующие вещества подразделяют на превращаемые и непревращаемые. Превращаемые пленкообразователи - это термореактивные полимеры, которые образуют неплавкие и нерастворимые покрытия, приобретая пространственную структуру и переходя в твердое состояние при нагревании, введении катализатора или окислении на воздухе (при высыхании натуральных олиф).

Непревращаемые пленкообразователи образуют плавкие, растворимые покрытия в результате испарения органических растворителей (нитроцеллюлозные, перхлорвиниловые) или воды (водоэмульсионные), а также при нагревании (термопластичные полимеры). В отличие от термореактивных эти полимеры не изменяются при нагревании и образуют пленки линейной структуры.

В основу классификации пленкообразующих веществ может быть положен наиболее характерный признак - наличие функциональных групп, реакционноспособных в процессе пленкообразования и обуславливающих разнообразные химические свойства полимеров. Различают следующие типы функциональных групп: гидроксильные —ОН, карбоксильные —СООН, метилольные —СН₂ОН, бутоксиметилольные —СН₂ОС₄Н₉, эпоксидные , изоцианатные —N=C=O.

Двойные связи непредельных кислот и спиртов также относятся к функциональным группам.

Пленкообразующие вещества, применяемые в производстве лаков и красок, должны обладать следующими свойствами: хорошей растворимостью в органических растворителях (и в воде для водоразбавляемых красок), совместимостью с пластификаторами, наполнителями и другими добавками, способностью к образованию покрытий с заданными защитными и декоративными свойствами.

Масла растительные. Масла, получаемые прессованием семян растений, по химическому составу представляют собой триглицериды, т. е. сложные эфиры глицерина и одноосновных жирных кислот, преимущественно олеиновой, линолевой и линоленовой.

По способности к высыханию масла подразделяют на группы: высыхающие (типа льняного и тунгового), полувысыхающие (типа макового) и невысыхающие (типа касторового или оливкового). Высыхающие масла содержат в основном ненасыщенные жирные кислоты, а невысыхающие — насыщенные кислоты. Растительные масла применяют в производстве олиф, лаков, масляных и алкидных красок, а также при модификации

синтетических смол для лаков и эмалей. Касторовое масло, содержащее в составе рицинолевую кислоту (ненасыщенная оксикислота $C_{18}H_{34}O_3$), в сыром виде применяют для пластификации эфиров целлюлозы, а после дегидратации - для изготовления олиф, лаков и красок.

Природные смолы. Ранее в производстве лаков и красок применяли тропические смолы (копалы, акароид, сандарак и др.), а в настоящее время используют в основном канифоль, шеллак и янтарь. Смолы придают лакокрасочным покрытиям блеск, твердость и некоторые другие свойства.

Канифоль. Добываемая из живицы хвойных деревьев и пневого осмола канифоль по химическому составу представляет собой смоляные кислоты общей формулы $C_{19}H_{29}COOH$, главным образом абиетиновую, а также пимаровую. Несмотря на хорошую растворимость в маслах и в ряде органических растворителей, канифоль в чистом виде непригодна для получения лаков из-за низкой температуры плавления и высокой кислотности. Поэтому канифоль предварительно облагораживают, переводя ее в резинаты или в эфиры канифоли. Кроме сосновой (живичной) канифоли применяется талловая канифоль, получаемая ректификацией сырого таллового масла.

Резинаты канифоли - соли смоляных кислот, получаемые преимущественно сплавлением оксидов металлов с канифолью. К ним относится резинат кальция, получаемый сплавлением нагретой до 230 - 250 °С канифоли с гашеной известью. При этом происходит реакция нейтрализации абиетиновой кислоты.

Резинат кальция и кальциево-цинковый резинат, обладающий несколько большей водостойкостью, применяют в производстве масляных лаков для внутренних работ, а также для препарирования (стабилизации) растительных масел. Тем же методом получают резинаты свинца, марганца и кобальта, т. е. соединения канифоли соответственно с глетом PbO , пиролюзитом MnO_2 , с оксидом кобальта (II) или ацетатом кобальта. Эти резинаты применяют в качестве сиккативов для ускорения сушки лакокрасочных материалов.

Эфиры канифоли. К ним относятся глицериновый эфир канифоли, называемый «эфир гарпиуса», и пентаэритритовый эфир канифоли, применяемый значительно реже. Эфир гарпиуса получают этерификацией расплавленной (при 200—210 °С) канифоли глицерином при 280 – 305 °С. Продукт считают готовым при достижении кислотного числа от 6 до 12 и получении прозрачной капли смолы на стекле. Эфир гарпиуса применяют в качестве полуфабриката в производстве лаков и красок.

Битумы, асфальты и пеки. Битумы по их происхождению подразделяют на искусственные и природные ископаемые продукты, называемые асфальтами и асфальтитами. Асфальтиты по сравнению с асфальтами содержат меньшее количество минеральных примесей и имеют более высокую температуру плавления (не ниже 98 °С).

Искусственные битумы, получаемые пиролизом нефти или нефтяных гудронов, по составу и свойствам близки к природным, но уступают им в твердости.

Реже применяют в производстве лаков пеки (каменноугольный, древесный, сланцевый) — продукты пиролиза каменного и бурого угля, дерева и сланцев.

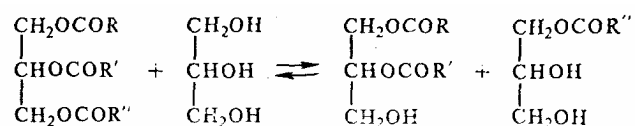
Синтетические смолы. Пленкообразующие вещества, в частности синтетические смолы, по способу их получения из мономеров делятся на поликонденсационные и полимеризационные. Процесс поликонденсации заключается в образовании полимерного соединения, отличающегося по составу от исходного мономера, и сопровождается выделением воды или другого вещества. Процесс полимеризации заключается в соединении между собой молекул исходных мономеров с образованием полимера того же состава, с молекулярной массой, равной сумме молекулярных масс вступивших в реакцию молекул. При совместной полимеризации (сополимеризации) нескольких мономеров получают сополимеры.

К поликонденсационным смолам, на основе которых выпускают около 40% лакокрасочной продукции, относятся алкидные, феноло-, мочевино- и меламиноформальдегидные, эпоксидные, кремнийорганические и др. К полимеризационным смолам относятся перхлорвиниловые, полиакриловые, сополимеры винилхлорида и др.

Алкидные смолы — сложные эфиры, получаемые при взаимодействии многоатомных спиртов с многоосновными кислотами. Наибольшее применение в лакокрасочной промышленности имеют модифицированные растительными маслами или жирными кислотами растительных масел глифталевые смолы (глифтали) на основе глицерина и фталевого ангидрида и пентафталевые смолы (пентафтали) на основе пентаэритрита и фталевого ангидрида. В качестве модифицирующего вещества чаще всего применяют льняное, подсолнечное или касторовое масло.

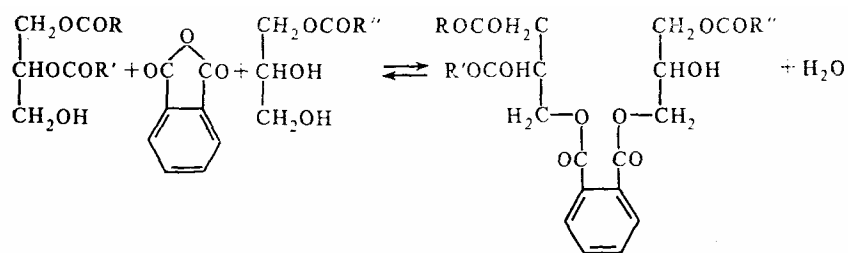
Синтез глифталевых смол, модифицированных растительными маслами, осуществляют методом алкоголиза в две стадии:

1) алкоголиз (переэтерификация) растительного масла при 240 – 260 °С в присутствии катализатора (обычно линолеата или нафтената кальция либо свинца); процесс протекает с образованием смеси моно- и диглицеридов:



где R, R' и R'' — радикалы жирных кислот;

2) этерификация при 200—250 °С моно- и диглицеридов фталевым ангидридом:

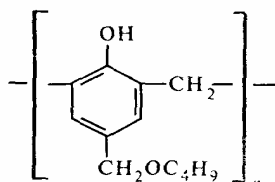


Процесс контролируют по вязкости и кислотному числу смолы. Имеются алкидные смолы, в которых растительные масла заменены талловым маслом (смесь органических соединений, преимущественно карбоновых кислот), либо синтетическими жирными кислотами - продуктами окисления парафина. В некоторых смолах к маслам добавляют канифоль (не более 10%). Алкидные смолы подразделяют по жирности на жирные, содержащие более 60 % масла, средние – 45-60 % масла и тощие – 35-45 % масла.

Полиэфирные смолы ненасыщенные — продукты поликонденсации ненасыщенных двухосновных кислот и двухатомных спиртов. При синтезе чаще всего применяют малеиновый ангидрид и диэтиленгликоль. По окончании синтеза в смолу вводят стирол или другой мономер для сополимеризации («сшивки») в присутствии инициаторов (например, пероксида бензоила) и ускорителей (например, третичных аминов), получая при этом быстро отвердевающую пленку. Для защиты от окисления в полиэфирный лак вводят парафин. На основе полиэфирных смол изготавливают лаки и эмали для мебели.

Фенолоформальдегидные смолы — продукты поликонденсации фенола и его гомологов (крезолов и ксиленолов) и формальдегида с добавкой модифицирующих веществ (масел, канифоли, спиртов и эфиров) или без них.

Фенольные материалы на основе термореактивных фенолоформальдегидных смол образуют необратимые покрытия без нагревания в присутствии кислотного катализатора или в процессе горячей сушки без катализатора. Получающиеся пленки окрашены в темный цвет и отличаются хрупкостью. Для получения эластичных покрытий обычно используют бутоксилированные фенолоформальдегидные смолы, совмещаемые с высыхающими растительными маслами.

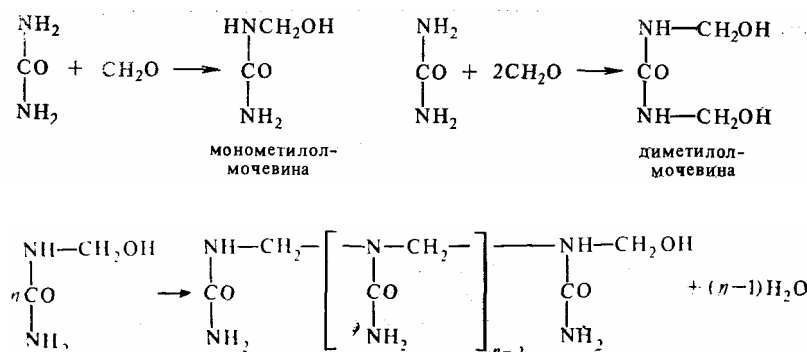


Алкил- и арилзамещенные фенолоформальдегидные смолы применяют для изготовления многих промышленных марок лаков, эмалей и грунтовок.

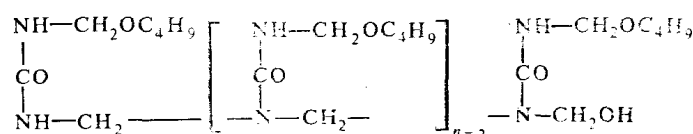
Мочевино- и меламинаформальдегидные смолы — продукты поликонденсации мочевины или меламина с формальдегидом. Получение мочевиноформальдегидной смолы протекает в две стадии:

1) образование моно- и диметилолмочевины в нейтральной или слабощелочной среде при температуре не выше 40 °С;

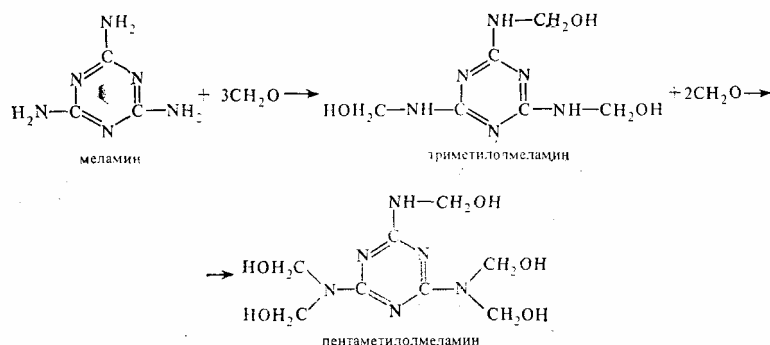
2) поликонденсация монометилолмочевины при 50-90 °С с образованием смолы линейного строения:



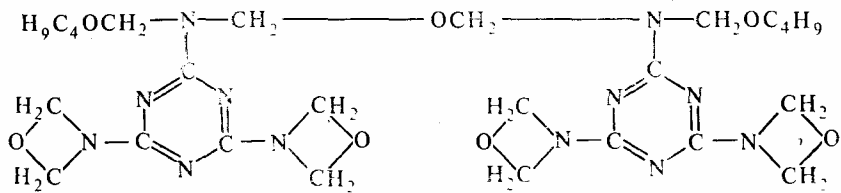
Однако мочевиноформальдегидные смолы плохо растворяются в углеводородных растворителях и недостаточно совместимы с другими смолами, маслами и пластификаторами. Для устранения этих недостатков смолы модифицируют - подвергают бутанолизацией.



Химизм процесса получения меламинаформальдегидных смол сводится к образованию метиловых производных меламина и последующей их поликонденсации и бутанолизации. При взаимодействии меламина с формальдегидом в щелочной или нейтральной среде атомы водорода каждой из трех аминогрупп замещаются метиловыми группами, образуя от моно- до гексаметилолмеламина:



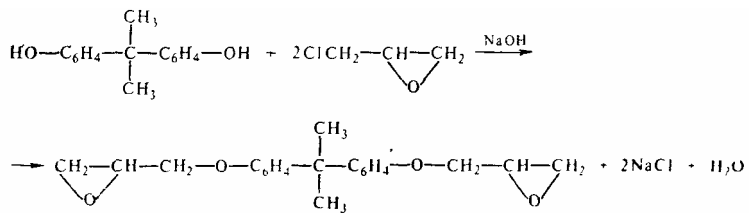
После стадий бутанолизаии и поликонденсации пентаметилолмеламина образуется меламинаформальдегидная смола следующего строения:



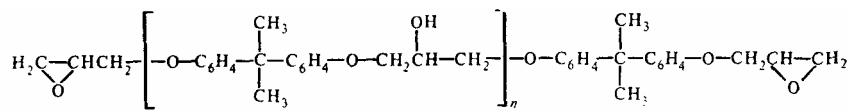
Однако бутанолизированные меламинаформальдегидные смолы, как и бутанолизированные мочевиноформальдегидные смолы (в большинстве 50%-ные растворы смол в бутаноле), образуют хрупкие пленки с недостаточной адгезией к металлу. Поэтому в производстве лакокрасочных материалов эти смолы совмещают с алкидными смолами и получают алкидно-мочевиноформальдегидные и алкидно-меламинаформальдегидные лаки и эмали, образующие эластичные покрытия с хорошей адгезией. Совмещение обычно производят смешением ксилольного раствора алкидной смолы, модифицированной растительным маслом (касторовым или другим), с раствором бутанолизированной мочевино- или меламинаформальдегидной смолы. Меламиналкидные лаки и эмали превосходят по качеству мочевиноалкидные, поэтому их применяют для окраски автомобилей, сельхозтехники, приборов и т. п.

Эпоксидные смолы — продукты поликонденсации дифенилолпропана с эпихлоргидрином в щелочной среде. Процесс получения эпоксидных смол протекает в две стадии:

1) образование диглицидилового эфира дифенилолпропана:



2) полиэтерификация диглицидилового эфира с дифенилол-пропаном (при нагревании) с образованием эпоксидной смолы следующего строения:



Несмотря на наличие функциональных эпоксидных групп и линейное строение молекул, эпоксидные смолы приобретают необходимые свойства

(адгезию, твердость, щелочестойкость и др.) только в сочетании с отвердителем, т. е. веществом, переводящим их в трехмерный нерастворимый и неплавкий полимер. Для отверждения эпоксидных смол применяют соединения, содержащие аминогруппу, чаще всего 50 %-ный раствор гексаметилендиамина в этиловом спирте, выпускаемый под наименованием отвердитель № 1. Отвердитель вводят непосредственно перед применением. В качестве отвердителей могут также применяться кислоты и их ангидриды, изоцианаты, смолы фенольные, карбамидные и др.

Широко применяют также эпоксидные смолы, модифицированные жирными кислотами высыхающих масел, сообщающие лакокрасочным покрытиям эластичность, водостойкость и хорошие электроизоляционные свойства.

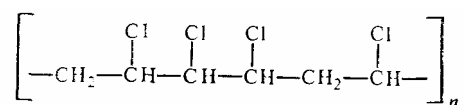
Кремнийорганические смолы — полимеры, основная цепь которых состоит из атомов кремния и кислорода. При замещении в цепи двух валентностей кремния алкильными или арильными радикалами получают так называемые полиорганосилоксановые смолы, хорошо растворимые в органических растворителях. При нагревании они отверждаются, переходя в нерастворимое и неплавкое состояние. Эти смолы отличаются повышенной термостойкостью (200—400 °С) и другими ценными свойствами.

Полиуретаны — продукты взаимодействия гидроксилсодержащих полиэфиров (или других полимеров) с полиизоцианатами (толуиленизоцианат, диэтиленгликольуретан и др.). Смеси обоих компонентов имеют малую жизнеспособность, поэтому такие системы выпускают двухкомпонентными и смешивают компоненты перед применением.

Водорастворимые (водоразбавляемые) поликонденсационные смолы. На основе этих смол осуществляются изготовление и выпуск новых водоразбавляемых лакокрасочных материалов, в основном эмалей и грунтовок горячей сушки. Из водоразбавляемых алкидных смол используют пентафталевые смолы марок ВПФЛ-50 и ВПФДК-50. Их получают алкоголизом с последующим растворением алкидов в смеси бутилового и изопропилового спиртов, а затем нейтрализуют аммониевыми или азотистыми основаниями. Водоразбавляемые алкидные смолы применяют чаще в сочетании с другими водорастворимыми смолами, например с меламиноформальдегидной смолой ВМЛ-2.

Перхлорвиниловые смолы — продукты дополнительного хлорирования поливинилхлоридной смолы. Слабая растворимость поливинилхлоридных смол в большинстве органических растворителей и склонность получаемых растворов к желатинизации препятствуют их использованию. В отличие от поливинилхлоридных смол линейного строения перхлорвиниловые смолы широко применяют в лакокрасочной промышленности. Их получают хлорированием при 80 °С раствора поливинилхлоридной смолы (с

содержанием хлора около 56 %) в хлорбензоле; при этом содержание хлора достигает 62—65 %. Перхлорвиниловые смолы имеют следующее строение:



В производстве лакокрасочных материалов применяют две марки лаковой перхлорвиниловой смолы: средневязкую ПСХ-ЛС и низковязкую ПСХ-ЛН. Последняя марка предназначена для химически стойких и атмосферостойких лаков и эмалей. Перхлорвиниловые лаки и эмали отличаются также скоростью высыхания (2—3 ч при 18—20 °С или 1 ч при 60 °С) и придают покрытиям негорючесть.

Сополимеры винилхлорида с другими мономерами (винилиденхлоридом, винилацетатом и др.) применяют для получения химически стойких эмалей. Кроме того, эти сополимеры образуют покрытия, обладающие по сравнению с покрытиями на основе перхлорвиниловых смол более высокими адгезионными свойствами и эластичностью.

Поливинилацетали. Из поливинилацетальных смол для производства лакокрасочных материалов применяют поливинилбутираль - продукт взаимодействия поливинилового спирта с масляным альдегидом — и поливинилформальэтилаль (винифлекс), получаемый взаимодействием продуктов гидролиза поливинилацетата со смесью парафина и ацетальдегида.

Полиакриловые смолы. Наибольшее практическое значение имеют смолы на полибутилметакрилатной основе, а также сополимеры полибутилметакрилата с метакриловой кислотой (смола БМК-5, смола АС).

Каучуки. Натуральный каучук в качестве пленкообразующего вещества непригоден. Из синтетических каучуков практическое применение в производстве водоземulsionных красок получил дивинилстирольный каучук в виде латекса под названием синтетический латекс СКС-65 ГП, представляющий собой продукт глубокой полимеризации дивинила и стирола в водной эмульсии.

Эфиры целлюлозы - производные целлюлозы, применяемые в качестве пленкообразующих веществ в производстве лакокрасочных материалов. Различают простые и сложные эфиры целлюлозы. Из простых эфиров практический интерес представляет этилцеллюлоза $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OC}_2\text{H}_5)_x(\text{OH})_{3-x}]_n$, получаемая обработкой щелочной целлюлозы хлористым этилом и применяемая для изготовления лаков.

Из сложных эфиров целлюлозы в лакокрасочной промышленности наиболее широко применяется нитроцеллюлоза, выпускаемая под названием коллоксилин лаковый. Нитроцеллюлоза — сложный азотнокислый эфир целлюлозы общей формулы $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_{3-x}(\text{ONO}_2)_x]_n$; ее получают нитрованием хлопковой или древесной целлюлозы в присутствии H_2SO_4 .

Лаковый коллоксилин содержит 11,8—12,3 % азота и в зависимости от вязкости подразделяется на различные марки. Коллоксилин нерастворим в воде, хорошо растворим в органических растворителях, огнеопасен и взрывоопасен, поэтому его увлажняют 25—35 % этилового спирта, хорошо совмещается с различными смолами и пластификаторами. Лакокрасочные материалы на основе коллоксилина быстро высыхают за счет улетучивания растворителей и образуют прочные и водостойкие покрытия, имеющие, однако, недостаточную атмосфероустойчивость.

Пигменты и наполнители — важнейшие компоненты непрозрачных лакокрасочных материалов: красок, эмалей, грунтовок и шпатлевок.

Пигменты - сухие нерастворимые красящие вещества, неорганические или органические, природные или искусственные, диспергируемые в пленкообразующих веществах для придания краскам, эмалям, грунтовкам и шпатлевкам цвета и непрозрачности. Пигмент сообщает лакокрасочному покрытию определенные механические свойства, устойчивость к действию воды, света и атмосферных влияний. Наиболее широко применяют в лакокрасочной промышленности *неорганические пигменты* — *синтетические* (искусственные), получаемые химической обработкой руд, металлов и минералов, и *природные*, к которым относятся так называемые земляные пигменты (сурик железный, мумия, охра и др.).

Органические пигменты используют в значительно меньшем объеме, чем неорганические. Из синтетических органических пигментов применяют азо- и диазопигменты (пигмент алый, пигмент красный С, пигмент желтый светопрозрачный и др.), фталоцианиновые голубой и зеленый, некоторые марки антрахиноновых пигментов.

Неорганические пигменты подразделяют по цвету на две основные группы: ахроматические, причисляя к ним белые, серые и черные цвета, и хроматические - все цветные (желтые, красные, синие, зеленые и др.). Внутри этих групп пигменты подразделяют по химическому составу на свинцовые, цинковые, хромовые, железооксидные и др.

В лакокрасочной промышленности применяют следующие неорганические пигменты:

Белые пигменты

Диоксид титана — TiO_2

Цинковые белила — ZnO

Литопон— $\text{ZnS} + \text{BaSO}_4$ (смесь, содержащая около 30% ZnS)

Свинцовые белила — $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$

Желтые пигменты

Крон свинцовый желтый — PbCrO_4

Крон свинцовый лимонный и других светлых тонов— $\text{PbCrO}_4 \cdot n\text{PbSO}_4$

Хромат цинка и калия — $\text{K}_2\text{CrO}_4 \cdot 3\text{ZnCrO}_4 \cdot \text{Zn(OH)}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Крон стронциевый — SrCrO_4

Кадмий золотисто-желтый— CdS

Пигмент железооксидный желтый— FeO(OH)

Охра — алюмосиликат железа

Красные и коричневые пигменты

Крон свинцовый оранжевый — $\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}$

Сурик свинцовый — Pb_3O_4

Кадмий красный и оранжевый — $\text{CdS} \cdot n\text{CdSe}$

Пигмент железооксидный красный — Fe_2O_3 (95-98 %)

Мумия светлая — 25-30 % Fe_2O_3 , темная — 35-70 % Fe_2O_3

Сурик железный — Fe_2O_3 (75-87 %)

Синие пигменты

Ультрамарин — $(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2)_x\text{Na}_2\text{Sn}$

Зеленые пигменты

Оксид хрома (III) — CrO_3

Изумрудная зелень — $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Медянка — $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot n\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$

Черные пигменты

Углерод технический (сажа) (88-99,9 % углерода)

Важнейшим пигментом для производства эмалей является диоксид титана, обладающий высокой укрывистостью, интенсивностью и дисперсностью.

Наполнители — сухие, нерастворимые неорганические продукты со слабой укрывистостью, добавляемые к пигментам при изготовлении непрозрачных лакокрасочных материалов для их удешевления, а также для придания покрытиям требуемых свойств: термостойкости, матовости и противокоррозионности. Наиболее распространены следующие наполнители: барит (тяжелый шпат) BaSO_4 , каолин $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, тальк $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, мел CaCO_3 , доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$.

В последние годы в производстве эмалей применяют микронизированные наполнители: микробарит, микротальк, микрокальцит и микродоломит. Особое место занимает аэросил (искусственный кремнезем — чистый SiO_2), применяющийся как загуститель лаков и красок.

Пластификаторы — органические продукты, придающие лакокрасочным пленкам (покрытиям) необходимую эластичность, повышенную стойкость к действию света, теплоты или холода. К пластификаторам предъявляют следующие требования: низкая летучесть, бесцветность, отсутствие запаха, хорошая совместимость со смолами, коллоксилином и растворителями, нейтральность.

В производстве лаков и эмалей чаще всего применяют дибутилфталат, диоктилфталат, трикрезилфосфат, совол и касторовое масло.

Растворители и разбавители — летучие органические жидкости, применяемые для растворения пленкообразующих веществ, а также для разбавления лакокрасочных материалов до рабочей вязкости перед нанесением на окрашиваемую поверхность. В процессе изготовления и применения лакокрасочных материалов (получения покрытий) растворители улетучиваются, образуя, как правило, токсичные пары. Поэтому в производственных помещениях должны быть приняты меры по технике

безопасности: приточновытяжная вентиляция, герметизация технологических процессов во избежание превышения допустимых концентраций паров растворителей в воздухе.

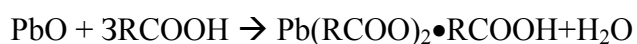
Различают следующие группы растворителей, применяемых в лакокрасочной промышленности: алифатические углеводороды (гексан, гептан); ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол); скипидар; спирты (этиловый и бутиловый); кетоны (ацетон, метилэтилкетон, циклогенсанон); эфиры простые и сложные (этилцеллозольв, этилацетат, бутилацетат); хлорзамещенные углеводороды (хлорбензол, дихлорэтан) и смеси алифатических и ароматических углеводородов (уайт-спирит, бензин, сольвент). Кроме того, существует широкий ассортимент составных промышленных растворителей в виде различных смесей (645, 646, 647, Р-4, Р-5, Р-14, РЭ и другие марки).

Сиккативы — соединения некоторых металлов в виде сухих оксидов или органических солей в органических растворителях, преимущественно в уайт-спирите.

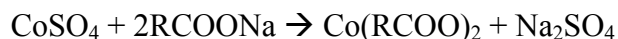
Сиккативы служат катализаторами, ускоряющими процесс высыхания олиф, лаков, эмалей, красок, грунтовок и шпатлевок. Наиболее употребительные сиккативы — свинцовые, марганцевые и кобальтовые и менее распространенные — цинковые, железные и др. В зависимости от природы органической кислоты сиккативы подразделяют на нафтенаты — соли нафтенновых кислот, линолеаты — соли жирных кислот льняного масла, резинаты — соли смоляных кислот (в основном абиетиновой кислоты канифоли), таллаты — соли жирных кислот таллового масла.

По технологии изготовления различают плавленные сиккативы, получаемые нагреванием (сплавлением) масла или смолы с оксидами или солями металлов, и осажденные сиккативы, получаемые химическим взаимодействием водных растворов металлических солей с мылами, т. е. с натриевыми солями жирных, абиетиновых и нафтенновых кислот.

Свинцовый, цинковый и кальциевый нафтенаты получают непосредственным взаимодействием нафтенновых кислот с оксидами металлов в среде уайт-спирита по уравнениям:



Кобальтовый и марганцевый нафтенаты получают путем реакции обмена



Нафтенатные сиккативы выпускают следующих марок: нафтенат свинцово-марганцевый НФ-1, нафтенат свинца НФ-2, марганца НФ-3, кобальта НФ-4 и НФ-5, кальция НФ-6, цинка НФ-7 и железа НФ-8. Наибольшее распространение имеет марка НФ-1.

Сиккативы плавленные выпускают марок: свинцово-марганцевые 64-П и 64-Б, резинат марганца (раствор), линолеат марганца, сиккатив 7640 - свинцово-марганцево-кобальтовый и др.

1.2. Классификация лакокрасочных материалов и покрытий

К лакокрасочным материалам относятся: лаки, эмали, краски, грунтовки, шпатлевки, а также олифы, сиккативы, растворители и разбавители. Кроме того, выпускаются разные материалы, имеющие вспомогательный и подсобный характер: пасты, смывки, клеи, крепители, компаунды, мастики, составы, отвердители и ускорители. Ассортимент лакокрасочной продукции включает многие сотни марок, различающихся по составу, свойствам, назначению, методам нанесения и сушки.

В основу классификации и обозначения **лакокрасочных материалов** по действующему стандарту /ГОСТ 9825-73. Материалы лакокрасочные. Термины, определения и обозначения/ положены три признака: *вид* (лак, эмаль и др.), *химический состав* (по роду смолы или другого пленкообразователя) и *назначение* (по условиям эксплуатации покрытий).

В зависимости от *химического состава* лакокрасочные материалы делятся на группы: глифталевые – ГФ, пентафталевые – ПФ, меламинные – МЛ, мочевиные - МЧ, фенольные – ФЛ, фенолоалкидные – ФА, эпоксидные - ЭП, полиэфирные ненасыщенные – ПЭ, полиуретановые – УР, нитроцеллюлозные – НЦ, этилцеллюлозные - ЭЦ, полиакриловые – АК, алкидно- и масляностирольные – МС, перхлорвиниловые – ХВ, кремнийорганические – КО, каучуковые - КЧ, битумные – БТ, масляные – МА, канифольные - КФ.

По условиям эксплуатации лакокрасочные материалы подразделяют на атмосферостойкие (условное обозначение – 1), ограниченно атмосферостойкие (2), консервационные, водостойкие (4), специальные (5), маслобензостойкие (6), химически стойкие (7), термостойкие (8) и электроизоляционные (9). Грунтовки имеют условное обозначение 0, шпатлевки – 00.

Таким образом, марка лакокрасочного материала складывается из буквенных обозначений группы и нескольких цифр, из которых первая указывает назначение материала, а остальные составляют порядковый номер регистрации материала. Например: эмаль ХВ-16 – перхлорвиниловая эмаль, атмосферостойкая, регистрационный номер 6; грунтовка ГФ-031 – глифталевая грунтовка, регистрационный номер 31.

В основу классификации и обозначений **лакокрасочных покрытий** по действующему стандарту /ГОСТ 9.032-74. ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Классификация и обозначение/ положены два признака: *внешний вид поверхности покрытия* и *условия эксплуатации*.

По внешнему виду, характеризующемуся цветом, фактурой, блеском и качеством исполнения, лакокрасочные покрытия подразделяют на семь классов: от высшего I класса до низшего VII класса.

По условиям эксплуатации их подразделяют на две основные группы: стойкие к воздействию климатических факторов и стойкие в особых средах. Обе группы делят на подгруппы аналогично принятым для лакокрасочных материалов, но с более подробной разбивкой (например, химстойкие подразделяют на стойкие к агрессивным газам, парам и жидкостям, кислотам, щелочам и т. д.).

На практике принято также подразделять лакокрасочные покрытия на группы и *по дополнительным признакам*:

1. По прозрачности образуемых пленок — прозрачные (лаки, олифы) и непрозрачные, или пигментированные (краски, эмали, грунтовки, шпатлевки).
2. По степени блеска — глянцевые (Г), полуглянцевые (ПГ), полуматовые (ПМ), матовые (М) и глубокоматовые (ГМ).
3. По условиям сушки — холодной сушки (ХС) и горячей сушки (ГС).
4. По методу нанесения — кистевые, пульверизационные.
5. По последовательности нанесения слоев и типу покрытия — пропиточные, грунтовочные, промежуточные и покрывные.
6. По целевому назначению (потребительский признак) — автомобильные, мебельные, для сельскохозяйственных машин, приборов, станков и т. д. Этот признак утрачивает свое значение, так как большинство лакокрасочных материалов кроме обусловленного узкого назначения могут найти более широкую область применения.
7. По экологическим свойствам водоэмульсионные краски, порошковые краски, водоразбавляемые эмали и грунтовки, не содержащие токсичных органических растворителей, превосходят подавляющее большинство лакокрасочных материалов, содержащих токсичные растворители и некоторые другие токсичные компоненты.

1.3. Характеристика лакокрасочных материалов

Лаками называют растворы пленкообразующих веществ (масел, смол, битумов, эфиров целлюлозы) в органических растворителях или в воде с введением добавок (сиккативов, пластификаторов, отвердителей и др.) или без них, образующие после высыхания (отверждения) прозрачную твердую однородную пленку, прочно сцепленную с поверхностью, на которую они нанесены.

Лаки на природных смолах делятся на светлые, называемые также масляными или масляно-смоляными, и черные (битумные).

Из лаков на основе поликонденсационных смол наиболее распространены алкидные лаки, на основе полимеризационных смол — перхлорвиниловые лаки, а на основе эфиров целлюлозы — нитролаки.

По назначению лаки бывают электроизоляционные, мебельные, кабельные и др.

Олифы — пленкообразующие жидкости, представляющие собой продукты переработки растительных масел или жирных алкидных смол с добавками сиккативов, ускоряющих высыхание.

К наиболее употребимым масляным олифам, получаемым полимеризацией и оксидацией растительных масел, относятся олифа натуральная, содержащая 100% льняного масла, олифа «Оксоль», содержащая 55 % льняного или полувывсыхающего масла и 45 % уайт-спирита, и комбинированные олифы (марки К-2, К-3, К-4 и др.) с содержанием 70 % масла (льняного, подсолнечного или их смеси) и 30 % уайт-спирита.

Алкидные олифы (глифталевая, пентафталевая) состоят из 50 % алкидной основы и 50 % уайт-спирита.

Олифы всех марок предназначают в основном для изготовления масляных и алкидных красок густотертых и готовых к употреблению или для разбавления этих красок и доведения их до рабочей вязкости.

Красками называют суспензии пигментов или их смеси с наполнителями в масле, олифе, эмульсии, латексе, клее или другом пленкообразующем веществе, образующие после высыхания (отверждения) непрозрачную твердую однородную окрашенную пленку.

Краски имеют различную консистенцию - от жидкой до пастообразной. В зависимости от природы связующего, на котором растерты (диспергированы) пигменты, краски подразделяют на масляные - на олифе или масле, алкидные - на алкидной олифе, эмалевые — на лаке, вододисперсионные — на водных эмульсиях или латексах, клеевые - на клеях и др.

Краски масляные, изготавливаемые на масляных олифах или на маслах, обозначаются индексом МА, а краски алкидные, изготавливаемые на глифталевой, пентафталевой и ксифталевой олифе, обозначаются соответственно индексами ГФ, ПФ и КС. Эти краски выпускают либо в густотертом виде под названием «густотертые», либо в жидкотертом виде под названием «готовые к применению» и предназначаются для внутренних или для наружных работ.

Краски вододисперсионные — суспензии пигментов или их смесей с наполнителями в водных эмульсиях или латексах (поливинилацетатной эмульсии, бутадиен-стирольном латексе и др.) с добавлением вспомогательных веществ (эмульгаторов, стабилизаторов и т. д.), образующие после высыхания (отверждения) непрозрачную матовую пленку.

Водоэмульсионные краски предназначены для наружных и внутренних отделочных работ и пригодны для окраски дерева, загрунтованного металла, штукатурки и других пористых материалов, а также для нанесения по старым покрытиям. Разбавление красок производят водой, а нанесение — кистью, валиком или краскораспылителем.

Эмалями (краски эмалевые) называют суспензии пигментов или их смеси с наполнителями в лаке с введением сиккативов, отвердителей, растворителей и других добавок, образующие после высыхания (отверждения) непрозрачную твердую окрашенную пленку с различным блеском и фактурой поверхности.

Эмали имеют жидкую консистенцию и хороший «розлив». Различают эмали холодной и горячей сушки. Ассортимент эмалей на основе синтетических смол и область их применения весьма обширны. Особенно значителен объем производства эмалей для окраски автомобилей, сельскохозяйственной техники, железнодорожного и городского транспорта, морских и речных судов, машин, приборов и оборудования.

Краски порошковые — это сухие композиции полимерных соединений (синтетических смол и др.) с пигментами, наполнителями, отвердителями и другими добавками, но без растворителей, образующие после расплавления и охлаждения твердое окрашенное покрытие (пленку).

Эти новые и перспективные краски на основе эпоксидных и других смол наносят на окрашиваемую поверхность специальными методами: струйным, вихревым, плазменным, окраской в электрическом поле высокого напряжения.

Грунтовка — это суспензия пигментов или их смесей с наполнителями в олифе, лаке или другом пленкообразующем веществе с введением добавок и без них, образующая после высыхания непрозрачную пленку с хорошей адгезией к подложке и к покрывным слоям.

Грунтовки обладают высокой адгезией (сцеплением) к окрашиваемой поверхности и последующим слоям покрытия и противокоррозионными свойствами. В зависимости от входящих в их состав пигментов грунтовки делятся на три группы: *предохранительные*, придающие покрытию противокоррозионные свойства, благодаря наличию в их составе сурика свинцового, крона цинкового и алюминиевой пудры; *нейтральные*, мало влияющие на коррозионные процессы и содержащие сурик железный, крон свинцовый, диоксид титана, барит, мел; *стимуляторы*, ускоряющие коррозионные процессы и содержащие сажу, охру, графит.

Шпатлевкой (шпатлевочная масса, подмазка) называется густая вязкая масса, состоящая из пигментов, наполнителей или их смесей в олифе, лаке или другом связующем веществе с введением добавок или без них, наносимая для заполнения неровностей и углублений и сглаживания окрашиваемой поверхности.

Из пигментов и наполнителей в состав шпатлевок входят белила цинковые, литопон, сурик железный, охра, мел, барит и др. Шпатлевки, изготовленные на основе олиф и клеев, применяют для внутренних работ, а на основе лаков (перхлорвиниловых, эпоксидных, алкидных и др.) — для наружных работ.

Водоразбавляемые лакокрасочные материалы. К ним относятся преимущественно эмали, а также грунтовки на основе водорастворимых поликонденсационных смол — алкидных, меламиноформальдегидных, эпоксидных и др.

Водоразбавляемые эмали и грунтовки различных марок получили широкое применение в промышленности как не содержащие в своем составе и не требующие для разбавления до рабочей вязкости токсичных органических растворителей, а также благодаря возможности их нанесения на изделия методом электроосаждения.

Разные материалы. К этим материалам вспомогательного характера относятся: смывки — жидкости для снятия (удаления с поверхности) старых лакокрасочных покрытий, пасты полировочные, шлифовочные и уплотнительные, составы полирующие, нейтрализующие, моющие, протекторные, а также замазки, уплотнители, ускорители, отвердители и мастики.

1.4. Подготовка поверхности

Подготовка поверхности — одна из необходимых операций при получении лакокрасочных покрытий.

Перед окраской любыми методами поверхность должна быть очищена от жировых загрязнений, средств консервации, смазочно-охлаждающих жидкостей, а также от окалины, ржавчины и неорганических солей; желательно наличие на поверхности слоев (фосфатных, хроматных и др.), улучшающих адгезию лакокрасочного покрытия и удлиняющих срок его службы. Чем агрессивнее среда, в которой эксплуатируются покрытия, тем тщательнее должна быть подготовлена поверхность.

Минимальная толщина лакокрасочного покрытия должна на 20 % превышать максимальную высоту микронеровностей. При излишней шероховатости повышается расход лакокрасочного материала, но срок службы покрытия при этом не увеличивается. Чаще всего коррозия начинается на пиках поверхности, слабо укрытых лакокрасочным материалом.

Наиболее широко распространены физико-химические (чаще их называют просто химическими) и механические методы подготовки поверхности. Реже применяют термические методы.

Химические методы

Обезжиривание

Под термином «обезжиривание» обычно подразумевают удаление с поверхности изделий не только жировых веществ, содержащихся в полировочных составах, эмульсионных охлаждающих жидкостях, консервационных и штамповочных смазках, но и следов пота, солей, остающихся на поверхности после промывок, шлама после травления и др.

Выбор метода обезжиривания определяется видом загрязнений, требуемой степенью очистки, воздействием моющего состава на обрабатываемый металл, безопасностью при работе и стоимостью.

Наибольшее распространение получили методы обезжиривания органическими растворителями, щелочными растворами и эмульсионными составами.

Обезжиривание органическими растворителями

В индивидуальном, а иногда и в серийном производствах поверхности обезжиривают, протирая ветошью, смоченной бензином или уайт-спиритом, хорошо растворяющими минеральные масла и консервационные смазки.

Применение указанных растворителей связано с взрыво- и пожароопасностью. Огнеопасные растворители иногда заменяют негорючими растворителями - хлорированными углеводородами со сравнительно низкой температурой кипения: трихлорэтилен (ТХЭ, $t_{\text{кип}}=87\text{ }^{\circ}\text{C}$), перхлорэтилен (ПХЭ, $t_{\text{кип}}=121\text{ }^{\circ}\text{C}$) и хлористый метилен (метиленхлорид, $t_{\text{кип}}=40\text{ }^{\circ}\text{C}$), наиболее часто — трихлорэтилен.

Изделия из алюминия и его сплавов обрабатывают не ТХЭ, а ПХЭ, поскольку алюминий образует с ТХЭ взрывоопасные смеси.

Важной особенностью этих растворителей является возможность их регенерировать методом простой перегонки, после чего следует проверить pH водной вытяжки, который должен быть ~7. При снижении этой величины необходимо произвести дополнительную стабилизацию растворителя триэтиламино. Стабилизированные хлорированные углеводороды не оказывают коррозионного воздействия на сталь и цветные металлы.

Все хлорированные углеводороды токсичны. В помещениях не допускается работа с открытым пламенем, так как возможно образование фосгена. Допустимая концентрация паров ТХЭ и ПХЭ в воздухе 10 мг/м^3 .

Щелочное обезжиривание

При введении в водные щелочные растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ) резко повышается их моющее действие вследствие способности ПАВ адсорбироваться на металлической поверхности и менять скорость обмена веществ между металлом и моющим раствором.

Моющие композиции (моющие средства) состоят в основном из смеси неорганических солей (тринатрий фосфат, карбонат натрия, силикаты и др.) и набора ПАВ. Содержание ПАВ в щелочных растворах на более 10 %. Чаще других применяют смеси анионоактивных (сульфонол -

додецилбензолсульфонат) и неионогенных (ОП-7, ОП-10 - продукты оксиэтилирования моно- и диалкилфенолов) ПАВ.

После обезжиривания щелочными растворами поверхность промывают водой; от качества промывки во многом зависит долговечность лакокрасочного покрытия, т.к. остатки солей на окрашиваемой поверхности способствуют проникновению влаги сквозь покрытие, развитию подпленочной коррозии.

Эмульсионное обезжиривание

Эмульсионное обезжиривание - комбинированный способ, сочетающий достоинства первого и второго методов обезжиривания. Эмульсионные составы представляют собой эмульсии растворителей в воде, стабилизированные поверхностно-активными веществами. Чаще других используют эмульсии хлорированных углеводородов с ПАВ, которые применяются в щелочных составах. В промышленности эмульсионные составы используют для снятия трудноудаляемых загрязнений, консистентных смазок, нагаров масел, старых лакокрасочных покрытий. Эмульсионные составы на основе хлорированных углеводородов не горючи, не взрывоопасны.

В эмульсионных составах лакокрасочное покрытие частично растворяется и нарушается его связь с поверхностью, в результате чего покрытие отслаивается через 15—20 мин после погружения изделия в ванну с эмульсией. Эмульсионные составы, загущенные карбоксилметилцеллюлозой (КМЦ), можно применять для удаления лакокрасочных покрытий с вертикальных поверхностей.

Травление черных металлов

Процесс травления может производиться путем окунания изделий в ванны или распылением травильных растворов в установках туннельного типа. Для травления изделий, не имеющих сварных швов, следует применять соляную, серную, а лучше ортофосфорную кислоту.

Одним из недостатков травления растворами кислот является необходимость нейтрализации и специальной обработки большого объема сточных вод, поэтому на многих предприятиях применение травления для подготовки поверхности ограничено.

Фосфатирование

Фосфатная пленка образуется при окунании изделия в ванну с фосфатирующим раствором (например, цинкфосфатный раствор, включающий монофосфат цинка, азотную и фосфорную кислоты) или при нанесении раствора распылением в струйной камере. Фосфатирование улучшает защитные свойства и адгезию лакокрасочного покрытия.

Подготовка поверхности алюминия и его сплавов

Для повышения адгезии и долговечности лакокрасочного покрытия поверхность алюминия и его сплавов подвергают специальной химической обработке — хромированию, фосфатированию или электрохимическому

оксидированию. На поверхности образуются соответственно хроматные, фосфатные или пористые оксидные слои.

Механические методы

Для механической очистки поверхности металлов и других материалов применяют ручной и механизированный инструмент, галтовочные барабаны и аппараты струйной абразивной обработки.

Термические методы

Различают газопламенную очистку с применением горелок, очистку индукционным нагревом (нагрев электрическим током от высокочастотного генератора) и электрогидравлический способ очистки (воздействие на поверхность изделия, находящегося в ванне с водой, высоковольтного электрического разряда).

1.5. Нанесение лакокрасочных покрытий

Лакокрасочные материалы наносят на поверхность изделий различными методами: пневматическим распылением, распылением под высоким давлением, распылением в электрическом поле, аэрозольным распылением, электроосаждением, струйным обливом, окунанием, наливом, вальками, в барабанах, кистью и шпателем.

Наиболее эффективный метод нанесения лакокрасочного материала для конкретного изделия выбирают исходя из требований к покрытию, габаритов и конфигурации изделия, условий производства и экономической целесообразности.

Пневматическое распыление

Около 70 % выпускаемых лакокрасочных материалов наносят этим методом. Пневматическое распыление применяют без нагрева (основной способ) и с нагревом.

Распыление без нагрева

Этим методом можно наносить лакокрасочные материалы на основе почти всех видов пленкообразующих. Он применяется при окраске изделий всех групп сложности.

К недостаткам метода относятся: потери на туманообразование от 20 до 40 % (в отдельных случаях и более) и, как следствие, значительный удельный расход лакокрасочных материалов; необходимость применения специальных окрасочных камер с устройствами для вытяжки и очистки выбрасываемого в атмосферу воздуха, загрязненного красочным туманом; дороговизна их эксплуатации; большие расходы растворителей для разведения красок до рабочей вязкости.

Распыление с нагревом

При нагреве лакокрасочных материалов снижается их вязкость и поверхностное натяжение, что позволяет распылять вязкие материалы без дополнительного разведения растворителями.

Распыление под высоким давлением (безвоздушное распыление)

Распыление лакокрасочных материалов под высоким давлением (безвоздушное распыление) применяется с нагревом и без нагрева.

Распыление с нагревом

Для окраски распылением с нагревом лакокрасочные материалы нагревают до 40—100° С и специальным насосом подают к распылительному устройству под давлением 40—100 кгс/см². При нагреве снижается поверхностное натяжение и вязкость лакокрасочного материала, а в сочетании с высоким давлением обеспечивается возможность распылять лакокрасочные материалы значительной вязкости. Факел распыления формируется за счет перепада давления при выходе лакокрасочного материала из сопла распылителя и последующего мгновенного испарения части нагретого растворителя, сопровождающегося значительным его расширением. Летучая часть рецептуры лакокрасочных материалов для распыления с нагревом должна состоять из нерастворителя (разбавителя), выполняющего функцию распыляющего агента, который испаряется из факела, и растворителя, остающегося в краске при достижении ею окрашиваемой поверхности, что позволяет обеспечить нормальный розлив лакокрасочного материала.

Возможна окраска изделий простой, средней и сложной конфигурации. Потери лакокрасочного материала составляют 5 – 12 %.

По сравнению с окраской пневматическим распылением этот метод имеет следующие преимущества:

1) за счет большей плотности и меньшей зоны разброса факела потери на туманообразование сокращаются на 20 - 35 %;

2) сокращается расход растворителей, требуемых для разбавления до рабочей вязкости, для большинства групп лакокрасочных материалов на 15 – 25 %, так как распыляются более вязкие материалы;

3) создается возможность окраски крупногабаритных изделий вне распылительных камер при наличии местной вытяжной вентиляции;

4) сокращается цикл окраски благодаря возможности увеличения толщины слоя покрытия до 40 - 60 мкм и уменьшения в связи с этим числа слоев.

Распыление без нагрева

При окраске распылением под высоким давлением без нагрева лакокрасочный материал при 18—23° С подается к распылительному устройству под давлением 100—250 кгс/см².

Распыление без нагрева имеет ряд преимуществ по сравнению с распылением с нагревом: 1) установки проще по конструкции, имеют меньший вес, проще в обслуживании; 2) ниже энергозатраты; 3) можно применять более широкий ассортимент лакокрасочных материалов.

Недостатки метода: 1) ниже получаемый класс покрытий по внешнему виду; 2) больше потери лакокрасочных материалов на туманообразование (на 10 – 15 %).

Распыление без нагрева рекомендуется при грунтовании и окраске средних, крупных и особо крупных изделий с получением покрытий III—II класса по внешнему виду. Методом распыления под высоким давлением без нагрева можно наносить все основные группы лакокрасочных материалов (по аналогии с пневматическим распылением) с рабочей вязкостью до 50 с по ВЗ-4 при 18—23° С и получать покрытия толщиной до 35—40 мкм за одну технологическую операцию.

Распыление в электрическом поле высокого напряжения (электроокрашивание)

Метод основан на переносе заряженных частиц краски в электрическом поле высокого напряжения, создаваемом между системой электродов, одним из которых является коронирующее краскораспыляющее устройство, другим — окрашиваемое изделие.

Окраску производят с помощью стационарных установок на конвейерных линиях и ручными электрораспылителями. На стационарных установках в электрополе окрашивают изделия относительно несложной конфигурации, например, кузова и другие детали автомобилей, холодильники, стиральные машины, электродвигатели, корпуса приборов.

Ручные электрораспылители наряду с большими преимуществами, к которым относятся почти полное отсутствие потерь краски, возможность качественной окраски изделий решетчатой конструкции (сеток и т. д.), труб при нанесении краски с одной стороны, характеризуются малой производительностью.

Аэрозольное распыление

Принцип аэрозольного распыления заключается в следующем.

В аэрозольном баллончике находится смесь лакокрасочного материала и распыляющего вещества (пропеллента) в жидкой фазе; пространство над жидкой смесью заполнено парами пропеллента, оказывающими постоянное давление на смесь. При открывании распыляющего клапана смесь под давлением паров выдавливается через сифонную трубку и, проходя через сопло, распыляется вследствие перепада давления и испарения пропеллента, образуя лакокрасочный факел. Основным условием распыления является совместимость лакокрасочного материала и пропеллента, давление насыщенного пара которого в интервале применяемых температур превышает атмосферное давление.

В среднем рабочее давление пропеллента в аэрозольном баллончике равно 3 - 3,5 кгс/см².

Эффективность, распыления зависит от выбора пропеллента, в качестве которого применяют фторхлорпроизводные простейших алифатических

углеводородов, главным образом, метана и этана (фреоны), реже углекислоту, азот и др.

Фреоны представляют собой инертные, без запаха, нетоксичные, низкокипящие жидкости; некоторые из них хорошо совмещаются с лакокрасочными материалами.

Аэрозольный метод нанесения эффективен при ремонтных работах, нанесении трафаретов и надписей и других окрасочных операциях небольшого объема.

Электроосаждение водоразбавляемых лакокрасочных материалов

Нанесение покрытий этим методом в производственных условиях осуществляют путем погружения изделий, движущихся на конвейере, в ванну с водоразбавляемым лакокрасочным материалом, обладающим специфическими свойствами. Изделия в ванне — анод, корпус ванны или специальные пластины — катод.

Осаждающаяся на аноде водонерастворимая пленка обезвоживается и приобретает плотность вследствие вытеснения из нее воды под влиянием электроосмоса.

Применение метода электроосаждения позволяет автоматизировать процесс окраски и, в отличие от других методов, хорошо защитить от коррозии острые углы и кромки изделий, внутренние полости, сократить потери лакокрасочных материалов, исключить пожаро- и взрывоопасность окрасочного процесса, оздоровить санитарно-гигиенические условия труда.

Метод эффективно используют для нанесения грунтовочного слоя покрытия, перекрываемого последующими слоями с помощью других методов, или однослойного защитно-декоративного покрытия не выше II класса (по внешнему виду).

Струйный облив

Метод заключается в том, что изделие, окрашенное лакокрасочным материалом из сопел обливающего устройства, помещают в атмосферу, содержащую контролируемое количество паров органических растворителей. Выдержка нанесенного слоя лакокрасочного материала в атмосфере паров растворителей позволяет замедлить процесс испарения из него растворителя в начальный момент формирования покрытия. Это дает возможность избыточному количеству лакокрасочного материала стечь с изделия, а оставшемуся — равномерно распределиться по поверхности.

Метод струйного облива применим для грунтования и окрашивания изделий различной конфигурации в серийном и массовом производстве, в особенности на автоматизированных окрасочных линиях. Окрашиваемое изделие не должно иметь глубоких «карманов», внутренних полостей, затрудняющих отекание излишка лакокрасочного материала.

Методом струйного облива можно наносить лакокрасочные материалы: алкидные, меламиноалкидные, мочевиные, битумные и др.; метод непригоден для нанесения материалов, быстровысыхающих, а также

имеющих ограниченный срок годности или склонных к сильному пенообразованию. Данный метод позволяет значительно улучшить санитарно-гигиенические условия труда, получить экономию лакокрасочных материалов за счет сокращения потерь на 25 – 30 % по сравнению с пневматическим распылением.

По сравнению с окраской окунанием количество краски в системе требуется в 10 раз меньшее и потери сокращаются на 10 – 15 %.

К недостаткам метода относятся: невозможность многоцветной окраски одного изделия; необходимость больших производственных площадей; повышенный расход растворителей.

Окрашивание методом окунания

Преимуществами метода окунания являются: простота, возможность легко механизировать весь процесс, незначительные затраты труда. Недостатки: возможность окраски изделий только сравнительно простой конфигурации (для обеспечения стока, исключения уноса лакокрасочного материала в «карманах» изделий); покрытия по внешнему виду уступают покрытиям, полученным методом распыления (неравномерность пленки по толщине, подтеки, наплывы на острых краях и т. д.); невозможность применения быстросохнущих лакокрасочных материалов.

Установки для окунания должны быть снабжены устройствами для пожаротушения.

Окрашивание наливом

Этим методом плоские изделия окрашиваются широкой, плоской струей лакокрасочного материала. Окрашивание производится автоматически, сокращаются потери лакокрасочного материала и расходы на вентиляцию (по сравнению с окрашиванием методом распыления, так как отсутствует туманообразование), производительность окрашивания высокая (до 2,0 м/с). Лакокрасочный материал, не попавший на изделие, стекает в загрузочный бак, из которого шестеренчатым насосом снова перекачивается в наливные головки.

Недостатки метода: возможность окрашивания только плоских изделий, необходимость более тщательной подготовки поверхности деревянных изделий (грунтование, порозаполнение и т. д.).

Окрашивание валками

При вращении вала, нижняя часть которого погружена в ванну, лакокрасочный материал захватывается его поверхностью и через систему других валков переносится на изделие. Изделия можно окрашивать с одной или с двух сторон. Валками окрашиваются только плоские изделия: листовая сталь, фанера, металлическая лента и т. п.

Окрашивание в барабанах

В барабан загружают мелкие изделия и определенное количество лакокрасочного материала. При вращении барабана лакокрасочный материал равномерно распределяется по всей поверхности изделий, образуя ровное

покрытие. Количество лакокрасочного материала определяют экспериментально.

В барабанах окрашивают мелкие изделия: болты, крючки для одежды, пряжки и т. п. Барабаны могут быть разных объемов и иметь нагреватели для подсушки изделий. Пары растворителя выходят через отверстия в крышке барабана.

Ручной метод

Окраска ручным методом достаточно распространена, но постепенно заменяется другими менее трудоемкими и более производительными методами. К ручному инструменту относятся кисти, валики, шпатели.

1.6. Сушка лакокрасочных покрытий

Под сушкой лакокрасочных материалов понимают процесс перехода пленки из жидкого в стеклообразное состояние с фиксированием требуемых технологических, физико-механических и защитных свойств.

У термопластичных материалов процесс формирования лакокрасочной пленки сводится к удалению растворителя, а у термореактивных он связан как с удалением растворителя, так и с химическими превращениями (поликонденсацией, полимеризацией), приводящими к образованию пленки с необратимой структурой.

При выборе метода и режима сушки лакокрасочных покрытий учитывают следующие факторы: применяемый лакокрасочный материал; характеристику окрашиваемых изделий; технологические ограничения по температурному режиму, производительности, способу транспортировки изделий; наличие производственных площадей для организации процесса сушки и т. д.

Сушка лакокрасочных покрытий может быть естественной на открытой площадке или в помещении при 12—20 °С (холодная сушка) и принудительной искусственной при повышенных температурах (горячая сушка).

Холодную сушку применяют преимущественно для быстросыхающих покрытий. На процесс сушки подобных покрытий существенно влияет интенсивность солнечной радиации, температура, скорость движения воздуха.

Способы искусственной сушки

Конвективная сушка состоит в нагревании деталей в специальных сушильных установках воздухом или продуктами сгорания газообразного или жидкого топлива. Окрашенному изделию тепло передается в результате конвективного теплообмена с сушильным агентом.

Терморадикационная сушка широко распространена в промышленности благодаря ее отличительным особенностям. Инфракрасное излучение распространяется со скоростью света, что способствует быстрому переходу

энергии излучения в тепловую при поглощении ее объектом. Излучение способно проникать на некоторую глубину в лакокрасочные покрытия и вызывать возникновение источника тепла внутри покрытия, интенсифицировать удаление растворителя. Наиболее эффективно применение терморadiационной сушки для покрытий, отверждаемых в результате физико-химических процессов (эпоксидные, меламиноалкидные, мочевиноформальдегидные и другие материалы на основе поликонденсационных смол) при повышенных температурах сушки.

Терморadiационная сушка рекомендуется как для грунтовок, так и для покрывных эмалей. В тех случаях, когда при повышенных температурах недопустимо меняется оттенок цвета покрытия, возможность применения этого способа сушки существенно снижается.

Для изделий сложной конфигурации с экранированными участками поверхности рекомендуется терморadiационная сушка с принудительной циркуляцией воздуха. Этот метод иногда называют *терморadiационно-конвективной сушкой*.

Сушка ультрафиолетовым излучением применима для лакокрасочных материалов на основе растворов олигомеров в мономерах с введенными фотосенсибилизаторами.

Для процесса отверждения применяется излучение в ультрафиолетовом диапазоне спектра 300—400 нм. Процесс протекает наиболее эффективно, если ультрафиолетовая радиация поглощается в объеме слоя покрытия. В пигментированных системах (эмалях, красках, грунтовках и т. п.) из-за экранирующего действия пигмента эффективность действия ультрафиолетового излучения снижается.

Процесс идет быстро: от нескольких секунд до 2—3 мин. Для обеспечения требуемого уровня и равномерности облучения изделия, подвергаемые сушке ультрафиолетовыми лучами, должны быть плоскими (ленты, панели и т. п.).

Сушка потоком электронов

Ускоренные электроны в отличие от γ -лучей обладают относительно малой проникающей способностью, но вполне достаточной при сушке полимерных покрытий.

Этот способ рекомендуется для лаков и эмалей на основе полиэфиров, акриловых, эпоксидных, полиуретановых смол, которые могут отверждаться при малой дозе облучения порядка 2 - 8 Мрад. Процесс отверждения происходит в течение секунды или доли секунды. При сушке потоком электронов допустимы высокие скорости конвейера (до нескольких десятков метров в минуту).

Сушку в электрическом поле можно применять для быстрой сушки лакокрасочных покрытий на непрерывно движущейся металлической ленте или других плоских объектах, на изделиях с обмоткой проводов,

пропитанной полимерными компаундными системами и т. п. В остальных случаях применять этот метод экономически менее целесообразно.

1.7. Экология производства и применения лакокрасочных материалов

Лакокрасочная промышленность является одним из крупных источников загрязнения окружающей среды. Производство лакокрасочных материалов (ЛКМ), а также их компонентов (пигментов, наполнителей, пленкообразующих, растворителей, пластификаторов, отвердителей и т.д.) сопровождается образованием значительного количества загрязненных сточных вод, газовых выбросов, твердых и жидких отходов. Наибольшую долю (по массе) в структуре загрязняющих веществ составляют органические растворители, пыль пигментов, водорастворимые сульфаты.

Решение проблемы защиты окружающей среды при производстве ЛКМ развивается по нескольким направлениям:

- совершенствование технологии и структуры производства ЛКМ,
- замена или полное исключение из рецептур красок токсичных видов сырья и полупродуктов,
- разработка новых видов пигментов нетоксичных или с пониженной токсичностью,
- использование высокоэффективных методов очистки, обезвреживания и утилизации отходов.

Совершенствование технологии и структуры промышленности лаков и красок связано в первую очередь с дальнейшим увеличением выпуска ЛКМ с низким содержанием или не содержащих токсичных органических растворителей (водоразбавляемых, порошковых, с высоким содержанием сухого остатка), исключаящих или ограничивающих выбросы органических растворителей, как при производстве ЛКМ, так и при их использовании. Другим элементом изменений в производстве ЛКМ является создание и широкое использование экологически благополучных видов сырья, выпускных форм (сырье с высоким содержанием целевого компонента, водные и неводные дисперсии, грануляты пигментов, наполнителей и других порошкообразных материалов). Однако основным направлением в проблеме защиты окружающей среды остается разработка и внедрение мероприятий по очистке, утилизации и обезвреживанию отходов.

Значительное место среди веществ, загрязняющих атмосферный воздух при использовании ЛКМ, принадлежит органическим растворителям, выделяющимся при окраске и сушке изделий. Вентиляционные выбросы содержат органические растворители, концентрация которых иногда значительно превышает пределы допустимых значений. Для утилизации и обезвреживания воздушных выбросов, содержащих пары растворителей, в настоящее время применяются в основном два метода – адсорбционный и

окислительный, последний подразделяется на термический и каталитический.

Адсорбционный способ решает сразу две задачи: очистку паровоздушной смеси от паров растворителей и дальнейшее их использование в технологическом процессе по прямому назначению (в качестве растворителей), или как дополнительный источник тепловой энергии (при сжигании).

Для глубокого окисления углеводородов применяют большое количество различных катализаторов. Высокой активностью при глубоком окислении углеводородов обладают платина и палладий. Менее дорогими и достаточно активными являются катализаторы на основе оксидов переходных металлов (Mn, Cr, Co, Fe, Cu и др.). Для повышения механической прочности и термической стойкости, увеличения активной поверхности катализатора активный слой наносят на носители (шарики или гранулы из алюмосиликатов, керамики и т. п.). Степень очистки паровоздушной смеси при этом достигает 70 - 80 %. Для исключения возможности образования побочных продуктов неполного окисления температуру в зоне реакции следует поддерживать не ниже 360 °С.

Иногда используют двухстадийный адсорбционно-абсорбционный метод улавливания паров смеси растворителей из загрязненного воздуха. Однако следует отметить, что промышленная реализация этого метода выгодна в тех производствах, в которых концентрация паров растворителей в вентиляционных выбросах не ниже 3 г/м³.

Таким образом, основные направления развития технологии ЛКМ – экономия материальных ресурсов за счет повышения долговечности лакокрасочных покрытий, замена традиционных органорастворяемых ЛКМ на водоразбавляемые, разработка и использование высокоэффективных методов обезвреживания отходов.

2. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ОКРАСОЧНЫХ РАБОТАХ

В процессе работы в воздушную среду выделяются загрязняющие вещества в виде паров растворителей и аэрозоля краски. Количество выделяемых загрязняющих веществ зависит от применяемых окрасочных материалов, метода окраски и эффективности работы очистных устройств.

Расчет выделения загрязняющих веществ производится отдельно при окраске, при сушке, при разбавлении в случае выполнения этих операций в различных помещениях.

Валовое выделение аэрозоля краски при проведении окрасочных работ (кг/год) определяется по формуле:

$$M_{\kappa}^o = m \cdot \delta_{\kappa} \cdot 10^{-4} \cdot K_{\epsilon},$$

где m - количество краски, израсходованной за год, кг;

δ_{κ} - доля краски, потерянной в виде аэрозоля (%) (табл. 1);

K_{ϵ} - количество неиспарившейся части краски (сухой остаток), %, (табл. 2).

Валовые выделения компонентов растворителя (кг/год), входящего в состав краски, определяются по формуле:

$$M_{\text{пар}i} = m \cdot f_p \cdot 10^{-2},$$

где f_p - количество летучих загрязняющих веществ, содержащихся в лакокрасочном материале, вычисляется по данным табл. 2;

$$f_p = f_p' \cdot f_{\text{л}},$$

f_p' - количество загрязняющих веществ, содержащихся в летучей части лакокрасочного материала (табл. 2);

$f_{\text{л}}$ - доля летучей части лакокрасочного материала.

Для разбавления красок (эмалей) применяются различные растворители. В связи с этим дополнительно выделяются пары этих растворителей.

Расчет **валовых выделений компонентов растворителя (кг/год)** определяется по формуле:

$$M_{\text{пар}i}^p = m' \cdot f_p' \cdot 10^{-2},$$

где m' - количество израсходованного растворителя за год, кг;

f_p' - количество загрязняющих веществ, содержащихся в растворителе, %, (табл. 2).

Общая сумма **валового выделения каждого компонента растворителя (кг/год)** определяется по формуле (в случае проведения окраски, сушки, разбавления в одном помещении):

$$M_{\text{пар } i}^{\text{общ}} = M_{\text{пар } i} + M_{\text{пар } i}^p$$

Максимально разовое выделение загрязняющих веществ (г/с) определяется из расчета максимального расхода лакокрасочного материала в период проведения технологического процесса.

Для аэрозоля краски:

$$G_k^o = \frac{m_{\text{max}} \cdot \delta_k \cdot K_c \cdot 10^{-4}}{3,6},$$

где m_{max} - максимальный расход лакокрасочного материала, кг/ч.

Для компонентов растворителей при проведении окрасочных работ:

$$G_{\text{пар } i} = \frac{m_{\text{max}} \cdot f_p \cdot 10^{-2}}{3,6}$$

Для компонентов растворителя при разбавлении

$$G_{\text{пар } i}^p = \frac{m'_{\text{max}} \cdot f'_p \cdot 10^{-2}}{3,6}$$

Валовый выброс аэрозоля краски (кг/год) определяется по формуле:

$$T_k^o = M_k^o \cdot K_{\text{ос}} \cdot \left(1 - \frac{\eta_t}{100}\right),$$

где $K_{\text{ос}}$ - коэффициент оседания аэрозоля краски в воздуховодах (табл. 3);

η_t - коэффициент очистки улавливающего аппарата, % (табл. 4).

Валовые выбросы компонентов растворителей определяются по формуле:

$$T_{\text{пар } i}^{\text{общ}} = M_{\text{пар } i}^{\text{общ}} \cdot \left(1 - \frac{\eta_t}{100}\right),$$

где η_t – степень улавливания компонентов растворителей в улавливающем аппарате, % (табл. 4).

В случае выполнения операций сушки и окраски в различных помещениях выбросы определяются по формулам:

$$T_{\text{пар}_i}^o = T_{\text{пар}_i}^{\text{общ}} \cdot \delta'_p \cdot 10^{-2}$$

$$T_{\text{пар}_i}^c = T_{\text{пар}_i}^{\text{общ}} \cdot \delta''_p \cdot 10^{-2}$$

где δ'_p - доля растворителя, выделяющегося из лакокрасочного материала при нанесении покрытия, %; (табл.1);

δ''_p - доля растворителя, выделяющегося из лакокрасочного материала при сушке, %, (табл.1).

Максимально разовый выброс аэрозоля краски (г/с) определяется по формуле:

$$P_k^o = G_k^o \cdot K_{oc} \cdot \left(1 - \frac{\eta_t \cdot A}{100}\right)$$

Максимально разовые выбросы компонентов растворителей при окраске, сушке и разбавлении определяются по формуле:

$$P_{\text{пар}_i} = G_{\text{пар}_i} \cdot \left(1 - \frac{\eta_t}{100}\right)$$

$$P_{\text{пар}_i}^p = G_{\text{пар}_i}^p \cdot \left(1 - \frac{\eta_t}{100}\right)$$

Таблица 1

Выделение загрязняющих веществ при нанесении лакокрасочных покрытий

Способ окраски	Аэрозоли (% от производительности при окраске)	Пары растворителя (% от общего содержания растворителя в краске, по весу)	
	при окраске δ_k	при окраске δ_p'	при сушке δ_p''
Распыление:			
пневматическое	30,0	25	75
безвоздушное	2,5	23	77
гидроэлектростатическое	1,0	25	75
Распыление:			
пневмоэлектростатическое	3,5	20	80
электростатическое	0,3	50	50
электроосаждение	-	10	90
окунание	-	28	72
струйный облив	-	35	65
Покрытие лаком в лаконоливных машинах:			
металлических изделий	-	60	40
деревянных изделий	-	80	20
Ручной метод	-	35	65

Таблица 2

Количество летучей части отдельных компонентов в наиболее распространенных лакокрасочных материалах (%)

Марка лакокрасочных материалов	Компоненты, входящие в состав летучей части лакокрасочных материалов и растворителей, %, f_p'												Летучая часть	Сухой остаток
	Ацетон	Бутанол	Бутил-ацетат	Ксилол	Уайт-спирит	Толуол	Этанол	Этил-целлозольв	Этил-ацетат	Соль-вент	Изо-бутанол	Бензин		
Растворитель:														
646	7,0	15,0	10,0	-	-	50,0	10,0	8,0	-	-	-	-	100	-
647	-	7,7	29,8	-	-	41,3	-	-	21,2	-	-	-	100	-
648	-	20,0	50,0	-	-	20,0	10,0	-	-	-	-	-	100	-
649	-	-	-	50,0	-	-	-	30,0	-	-	20,0	-	100	-
P-4	26,0	-	12,0	-	-	62,0	-	-	-	-	-	-	100	-
P-5, 5A	30,0	-	30,0	40,0	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-
Эмаль:														
МС-17	-	-	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	60	40
МЛ-12	-	10,0	-	-	90,0	-	-	-	-	-	-	-	65	35
МЛ-152	-	20,85	-	39,76	13,0	-	-	-	-	14,07	9,59	2,73	62	38
МЛ-197	-	35,92	-	63,40	0,68	-	-	-	-	-	-	-	61	39
НЦ-11	-	10,0	25,0	-	-	25,0	15,0	-	25,0	-	-	-	65	45
НЦ-26	7,0	15,0	10,0	-	-	45,0	15,0	8,0	-	-	-	-	66	34
Грунтовка:														
ФЛ-ОЗК	-	-	-	50,0	50,0	-	-	-	-	-	-	-	30	70
БЛ-02	-	25,0	-	-	-	-	75,0	-	-	-	-	-	79	21

Марка лакокрасочных материалов	Компоненты, входящие в состав летучей части лакокрасочных материалов и растворителей, %, f_p'												Летучая часть	Сухой остаток
	Ацетон	Бутанол	Бутил-ацетат	Ксилол	Уайт-спирит	Толуол	Этанол	Этил-целлозольв	Этил-ацетат	Соль-вент	Изобутанол	Бензин		
БЛ-023	22,78	24,06	3,17	-	-	1,28	48,71	-	-	-	-	-	74	26
МЛ-029	-	42,62	-	53,78	-	-	-	-	-	-	-	-	61	39
ГФ-017	-	-	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50
ГФ-021	-	-	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50
Шпатлевка:														
ПФ-002	-	-	-	-	-	100,0	-	-	-	-	-	-	25	75
ЭП-0010	-	-	-	-	-	-	55,07	44,93	-	-	-	-	15	85

Таблица 3

Значение коэффициента оседания аэрозоля краски в зависимости от длины газовой воздушной трассы

Наименование коэффициента	Длина воздуховода от места выделения до очистного устройства, м				
	до 2	2 - 5	5 – 10	10 - 15	15 – 20
Коэффициент K_{oc}	1,0	1,0 - 0,8	0,8 - 0,5	0,5 - 0,3	0,3 - 0,1

Таблица 4

Средние эксплуатационные эффективности аппаратов пылеулавливания и газоочистки вентиляционных выбросов при окраске изделий

Аппарат, Установка	Эффективность улавливания, %	
	твердых и жидких частиц	газообразных и парообразных компонентов
Гидрофилтры:		
форсуночные	86-92	-
каскадные	90-92	20-30
барботажно-вихревые	94-97	40-50
Установки рекуперации растворителей (адсорбция твердыми поглотителями)	-	92-95
Установка термического окисления паров растворителей	-	92-97
Установка каталитического окисления паров растворителей	-	95-99

Пример расчета

Окраска изделий в помещении станции производится ручным методом кистью или валиком. Расход краски ПФ-115 составляет 400 кг/год. Максимальный расход краски – 1,5 кг/ч.

В процессе работы в воздушную среду выделяются загрязняющие вещества в виде паров растворителей. Окраска и сушка выполняются в одном помещении, поэтому выделения загрязняющих веществ суммируются.

Валовые выделения компонентов растворителя (кг/год) при проведении окрасочных работ и сушке изделий

$$M_{\text{пар } i}^{\text{общ}} = m \cdot f_p \cdot 10^{-2},$$

В состав растворителя краски ПФ-115 входят ксилол и уайт-спирит.

Для ксилола $f_p = 50 \cdot 0,45 = 22,5 \%$,

для уайт-спирита $f_p = 50 \cdot 0,45 = 22,5 \%$.

Валовое выделение ксилола при окраске и сушке:

$$M_{\text{кс}}^{\text{общ}} = 400 \cdot 22,5 \cdot 10^{-2} = 90,00 \text{ кг/год} = 0,09 \text{ т/год}$$

Валовое выделение уайт-спирита при окраске и сушке

$$M_{\text{ус}}^{\text{общ}} = 400 \cdot 22,5 \cdot 10^{-2} = 90 \text{ кг/год} = 0,09 \text{ т/год}$$

Валовые выбросы компонентов растворителей при окраске и сушке при отсутствии улавливающего оборудования равны выделениям загрязняющих веществ.

Максимально разовое выделение загрязняющих веществ (г/с) определяется из расчета максимального расхода лакокрасочного материала в период проведения технологического процесса: окраски и сушки.

$$G_{\text{пар}i} = \frac{m_{\text{max}} \cdot f_p \cdot 10^{-2}}{3,6}$$

Максимально разовое выделение ксилола при окраске и сушке
 $G_{\text{кс}} = [1,5 \cdot 22,5 \cdot 10^{-2}] / 3,6 = 0,09375 \text{ г/с}$

Максимально разовое выделение уайт-спирита при окраске и сушке
 $G_{\text{yc}} = [1,5 \cdot 22,5 \cdot 10^{-2}] / 3,6 = 0,09375 \text{ г/с}$

Максимально разовые выбросы компонентов растворителей при проведении окрасочных работ при отсутствии улавливающего оборудования равны выделениям загрязняющих веществ.

Таким образом, выбросы от лакокрасочного участка составят:

	т/год	г/с
Ксилол	0,090	0,09375
Уайт-спирит	0,090	0,09375

3. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Цель работы:

Определение количества вредных веществ, поступающих в атмосферный воздух при проведении окрасочных работ.

Рассчитать выбросы загрязняющих веществ по следующим исходным данным.

№ в.	Марка ЛКМ	Нанесение краски	Расход краски, кг	Растворитель	Расход растворителя, кг
1	Эмаль МЛ-12	Распыление пневматич.	500	647	110
2	Эмаль МЛ-197	Окунание	550	646	120
3	Эмаль МЛ-12	Струйный облив	600	648	130
4	Эмаль МС-17	Ручная	650	649	140

№ в.	Марка ЛКМ	Нанесение краски	Расход краски, кг	Растворитель	Расход растворителя, кг
5	Эмаль МЛ-197	Распыление электростатич	700	Р-4	150
6	Эмаль МЛ-152	Распыление пневматич.	500	Р-5	160
7	Эмаль МЛ-197	Окунание	550	647	170
8	Эмаль НЦ-11	Струйный облив	600	646	180
9	Эмаль НЦ-26	Ручная	650	648	110
10	Грунтовка ФЛ-03К	Распыление электростатич	700	649	120
11	Грунтовка БЛ-02	Распыление пневматич.	500	Р-4	130
12	Грунтовка-БЛ-023	Окунание	550	Р-5	140
13	Грунтовка МЛ-029	Струйный облив	600	647	150
14	Грунтовка ГФ-017	Ручная	650	646	160
15	Эмаль МС-17	Распыление электростатич	700	648	170
16	Эмаль МЛ-197	Распыление пневматич.	500	649	180
17	Эмаль МЛ-152	Окунание	550	Р-4	110
18	Эмаль МЛ-197	Струйный облив	600	Р-5	120
19	Эмаль НЦ-11	Ручная	650	647	130
20	Эмаль НЦ-26	Распыление электростатич	700	646	140
21	Грунтовка ФЛ-03К	Распыление пневматич.	500	648	150
22	Грунтовка БЛ-02	Окунание	550	649	160
23	Грунтовка-БЛ-023	Струйный облив	600	Р-4	170
24	Грунтовка МЛ-029	Ручная	650	Р-5	180
25	Грунтовка ГФ-017	Распыление электростатич	700	646	190

Отчет: При оформлении отчета необходимо указать *цель работы*, представить *исходные данные*, в расчетной части отчета указать определяемую величину, привести расчетную формулу с пояснениями, выполнить *расчет*. Результаты расчетов представить в виде сводной таблицы. Для каждого вредного вещества записать предельно допустимую концентрацию (максимально разовую и среднесуточную) в атмосферном воздухе населенных пунктов. *Выводы* по работе должны содержать

расчетные значения определяемых величин с указанием наиболее вредного вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лившиц М.Л., Пшиялковский Б.И. Лакокрасочные материалы (справочное пособие). – М.: Химия, 1982.
2. Лившиц М.Л. Технический анализ и контроль производства лаков и красок. М.: Высш.шк., 1987. – 264 с.
3. Лакокрасочные покрытия в машиностроении. Справочник. / Под ред. М.М. Гольдберга. – М.: Машиностроение, 1974. – 576 с.
4. Дринберг А.Я. Технология пленкообразующих веществ. - Л.: ГХИ, 1955. – 652 с.
5. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчетным методом). М., 1992. 162 с.
6. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 198 с.
7. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). М., 1991. 81 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1.Лакокрасочные материалы и покрытия на их основе.....	3
1.1. Сырье и полупродукты лакокрасочных производств	3
1.2. Классификация лакокрасочных материалов и покрытий	15
1.3. Характеристика лакокрасочных материалов	16
1.4. Подготовка поверхности	19
1.5. Нанесение лакокрасочных покрытий.....	22
1.6. Сушка лакокрасочных покрытий	27
1.7. Экология производства и применения лакокрасочных материалов.....	29
2.Расчет выбросов загрязняющих веществ от окрасочного цеха.....	31
3.Индивидуальные задания.....	38
Литература.....	40

**РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
ОТ ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХОВ**
Методическое пособие

Составители: Людмила Ивановна Бондалетова
Владимир Григорьевич Бондалетов
Виктор Тимофеевич Новиков
Николай Архипович Алексеев

Рецензент: В.В. Бочкарев, канд. хим. наук, доцент кафедры технологии
основного органического синтеза химико-технологического
факультета Томского политехнического университета

Подписано к печати
Формат 60х84/16. Бумага ксероксная.
Плоская печать. Усл.печ.л. . Уч.-изд. л.
Тираж экз. Заказ N . Цена свободная.
ИПФ ТПУ. Лицензия ЛТ N 1 от 18.07.94.
Ротапринт ТПУ. 634034. Томск, пр. Ленина, 30.