

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОРОШКОВОГО ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ АВТОБУСА

Фролова Наталья Алексеевна

студент, Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ, РФ, г. Волжский

Медведева Людмила Ивановна

научный руководитель, канд. техн. наук, Волжский политехнический институт (филиал)
ВолгГТУ, РФ, г. Волжский

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF POWDER COATING OF METAL PARTS OF THE BUS

Natalia Frolova

Student, Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Russia, Volzhsky

Lyudmila Medvedeva

Scientific supervisor, Candidate of technical sciences, Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Russia, Volzhsky

Аннотация. В данной статье представлено описание технологии нанесения порошкового покрытия на металлические детали и узлы, и изучена работа камеры полимеризации порошкового покрытия.

Abstract. The article describes the technology of applying powder coating to metal parts and assemblies, and studies the operation of the powder coating polymerization chamber.

Ключевые слова: порошковое покрытие; технология нанесения порошкового покрытия; камера полимеризации.

Keywords: powder coating; powder coating technology; polymerization chamber.

Широкое развитие приобрела окраска порошковыми материалами различных деталей в машиностроении.

Технология нанесения порошковой краски на металлические детали и узлы автобуса имеет много достоинств:

- Лучшие физико-химические и декоративные свойства покрытий, в сравнении с

- другими способами окраски,
- Большой выбор возможных цветовых решений.
- Хорошие эксплуатационные свойства покрытий.
- Длительное использование изделий, окрашенных порошковыми красками.
- Малая пористость.
- Улучшенные антикоррозионные свойства по сравнению с другими красками.
- Время отверждения покрытия в течение 20 минут.
- Использование небольших помещений для хранения порошковых красок.
- Экологическая безопасность покраски порошковыми красками.

Применение на Волжском заводе ООО «Волгабас» порошковых красок позволило улучшить санитарно-гигиенические условия труда и качество покрытий, повысить производительность при окраске, довести коэффициент использования лакокрасочного материала до 98%, устранить загрязнение окружающей среды.

Порошковое покрытие представляет собой слой полимерных порошков, которые напыляют на поверхность изделия, а затем подвергают полимеризации при определенной температуре в печи полимеризации [3].

Технология нанесения порошковой краски состоит из трех основных этапов:

1. Подготовка поверхности к покраске включает: удаление загрязнений и окислов, шлифование, обдув сжатым воздухом и обезжиривание.

Для очистки поверхности от ржавчины, окалины, старых покрытий используют механический способ - пескоструйная обработка.

В качестве обезжиривающих веществ, применяют средства на основе органических растворителей. Органические растворители (растворители Нефрас, 646, 647, 650, антисиликон Астрохим, и др.) применяют для обезжиривания способом протирки х/б ветошью, не оставляющей ворсы на поверхности изделий при окрашивании.

Обезжиривание проводят при комнатной температуре. Продолжительность обработки: окунанием 5-15 мин, распылением 1-5 мин. Обезжиривание требует не только обработку растворителями, но и удаление влаги насухо.

2. Нанесение слоя порошковой краски на окрашиваемую поверхность в камере напыления.

Основное назначения камеры заключается в улавливании порошковых частиц, не осевших на изделия, утилизации краски и предотвращении ее попадания в помещение. Камера оснащена системами отсоса, фильтров и встроенными средствами очистки.

Электростатическое напыление является самым распространённым способом нанесения порошковой краски: нанесение электростатически заряженного порошка на заземлённое изделие с помощью пневматического краскораспылителя.

Сначала порошковая краска засыпается в загрузочный резервуар. Через пористую перегородку резервуара подается воздух под давлением, который переводит порошок во взвешенное состояние, образуя так называемый «кипящий слой» краски. Сжатый воздух может также подаваться компрессором, создавая при этом местную область «кипящего слоя». Далее аэрозоль забирается из резервуара при помощи воздушного насоса, разбавляется воздухом до более низкой концентрации и подается в напылитель, где порошковая краска удерживается на поверхности за счет электростатического заряда, приобретаемого в результате трения о диэлектрик. В качестве диэлектрика используется фторопласт, из которого изготовлены отдельные части краскораспылителя.

При помощи сжатого воздуха заряженная порошковая краска попадает на нейтрально заряженную поверхность, оседает и удерживается на ней за счет электростатического притяжения.

Любой краскораспылитель сочетает в себе ряд различных режимов работы:

- напряжение может распространяться вверх и вниз;
- может регулироваться сила потока (напор, течение струи) краски, а также скорость выхода порошка;
- может меняться расстояние от выхода краскораспылителя до детали, а также размер частиц краски.

3. Оплавление и полимеризация порошкового покрытия в печи полимеризации. Формирование пленки покрытия. Охлаждение и отверждение краски.

После нанесения краски на изделие его направляют на следующую стадию – формирования покрытия, которая включает в себя оплавление слоя краски, получение плёнки покрытия, его отверждение и охлаждение.

Процесс оплавления осуществляется в специальной камере. Такая камера – это своеобразный сушильный шкаф, имеющий электронную «начинку». С помощью блока управления есть возможность контролировать температурный режим камеры и время окрашивания, настраивать автоматическое отключение по окончании процесса.

Оплавление и полимеризация происходит при температуре 150 - 220°C в течение 15 - 30 минут, после чего порошковая краска образует пленку (полимеризуется) [1]. Основным требованием, предъявляемым к камерам полимеризации, является поддержание постоянной заданной температуры (в разных частях печи допускается разброс температуры не менее 5°C для равномерного прогрева изделия. Этому требованию соответствуют камеры с рециркуляцией воздуха.

Необходимый режим для формирования покрытия подбирается с учётом особенностей окрашиваемого изделия, вида порошковой краски, типа камеры.

При нагреве в камере изделия с нанесенным слоем порошковой краски частицы краски расплавляются, переходят в вязкое состояние и сливаются в непрерывную пленку, при этом вытесняя воздух, находившийся в слое порошковой краски. Часть воздуха может все же оставаться в пленке, образуя поры, ухудшающие качество покрытия. Для избежания появления пор окраску следует проводить при температуре, превышающей температуру плавления краски, а покрытие наносить тонким слоем.

При дальнейшем нагревании изделия краска проникает глубоко в поверхность и затем отверждается. Здесь формируется покрытие с заданными характеристиками структуры, внешнего вида, прочности, защитных свойств.

При окраске объёмных металлических деталей температура их поверхности поднимается значительно медленнее, чем у тонкостенных изделий, поэтому покрытие не успевает полностью затвердеть, в результате чего снижается его прочность и адгезия. В этом случае деталь предварительно нагревают или увеличивают время его отверждения.

Отверждение рекомендуется производить при более низких температурах и в течение более продолжительного периода времени. При таком режиме снижается вероятность возникновения дефектов, и улучшаются механические свойства покрытия.

На время получения необходимой температуры на поверхности изделия влияют свойства материала и масса изделия, из которого изготовлена деталь.

По окончании полимеризации окрашиваемая деталь охлаждается на воздухе, а после того, как она остынет - покрытие готово [3].

На качество покрытия может влиять объем и сопротивление краски, форма и размеры частиц. Эффективность процесса также зависит от размеров и формы детали, типа оборудования, и

времени, затраченного на покраску.

Главное требование качества покрытия - необходимо равномерно прогреть изделие с порошковой краской, при заданной температуре в течение определенного времени, достаточного для отверждения порошковой краски.

Производители порошковой краски в сопровождающей технической документации указывают несколько возможных режимов отверждения, обеспечивающих гарантированное качество покрытия для каждого конкретного материала.

Температура полимеризации это - температура поверхности окрашиваемого изделия, а не температура в камере.

Наилучшие условия для создания пленки с минимум воздушных пор - окраска изделий, нагретых до температуры выше температуры плавления порошковой краски. При дальнейшем нагреве расплав порошковой краски проникает в микронеровности поверхности, обеспечивая достаточную адгезию покрытия, и отверждается. На этом этапе отверждения обеспечивается получение покрытия с заданными характеристиками: внешний вид (уровень глянца, структура), адгезия, механическая прочность, твердость, защитные свойства покрытия [3].

ВАЖНО: соответствовать заданным характеристикам будут только тогда, когда режимы отверждения будут соответствовать рекомендуемым режимам.

Температура отверждения - температура на поверхности изделия при формировании покрытия.

Полимерные порошковые краски являются гигроскопичными и поглощают из окружающего воздуха пары воды, что плохо влияет на транспортировку по трубопроводу, распыление и заряд. Подготовка сжатого воздуха заключается в его очистке от влаги и масла. Воздух, используемый для распыления порошковых красок, должен удовлетворять следующим требованиям:

содержание масла - не более $0,01 \text{ мг/м}^3$;

содержание влаги - не более $1,3 \text{ г/м}^3$;

точка росы - не выше 7°C ;

содержание пыли не более 1 мг/м^3 .

Подготовка осуществляется пропусканием сжатого воздуха через фильтр и установку осушки сжатого воздуха, в котором освобождение от паров воды и масел, достигается пропусканием через слой сорбента.

Регенерация сорбента осуществляется его прокаливанием при температуре $120 - 150^\circ\text{C}$ в течение 2 - 3 часов с последующим охлаждением. Срок использования сорбента около 5 лет.

Инструкция по эксплуатации камеры полимеризации порошковых лакокрасочных материалов «ДЕКОР-2012» на заводе ООО «Волгабас»:

Используемая на предприятии камера полимеризации порошковых лакокрасочных материалов «ДЕКОР - 2012» предназначена для размещения в ней изделий, на которые нанесено электростатическим либо трибостатическим методом порошковые лакокрасочные материалы.

Камера полимеризации порошковых лакокрасочных материалов «ДЕКОР - 2012» состоит из:

- камеры полимеризации;

- блока вентилятора рециркуляции - для равномерного распределения температуры во

внутреннем объеме камеры;

- устройство вытяжки – для удаления продуктов полимеризации из камеры;

- блоков теплоэлектронагревателей – для создания необходимой температуры во внутреннем объеме камеры полимеризации;

- шкафа управления технологическим процессом полимеризации – для управления технологическим процессом оплавления и полимеризации порошковых покрытий, нанесённых на изделия [2].

В состав шкафа управления входит;

- панель монтажная с пускорегулирующей аппаратурой;

- приборный бокс с кнопками управления и регулятором температуры.

Регулятор температуры осуществляет:

1. Измерение температуры в камере полимеризации;
2. Отображение времени основного таймера;
3. Отображение остатка времени основного таймера;
4. Отображение заданной температуры полимеризации;
5. Отображение заданной температуры включения вытяжки;
6. Отображение заданного времени таймера вытяжки;
7. Отображение остатка времени таймера вытяжки;
8. Отображение текущей даты и времени;
9. Индикацию состояния нагревателей;
10. Индикацию состояния основного таймера;
11. Режим программирования.

Внимание

Все запрограммированные параметры сохраняются при выключении питания или при пропадании напряжения питания. Встроенные часы с календарем осуществляют отсчет времени от встроенной батареи 7 лет.

Порядок работы камеры полимеризации:

1. Загрузить камеру полимеризации окрашенными изделиями и закрыть двери камеры с помощью запорного устройства.
2. На двери шкафа управления перевести переключатель из положения OOF в положение ON. Разблокировать кнопку «АВАРИЙНЫЙ СТОП», расположенную под переключателем. Для чего необходимо повернуть толкатель кнопки по направлению стрелок нанесённых на верхнюю часть толкателя. После выполнения данных операций на элементы системы управления будет подано электропитание.
3. Нажать кнопку «СТАРТ/СТОП». На индикаторном табло через одну секунду появится надпись «Strt» (Start), которая сменится на индикацию текущей температуры внутри камеры и включится лампа в кнопке «СТАРТ/СТОП». После выполнения данной операции начинается выполнение технологического процесса по заданной программе подъема и поддержания температуры в камере. При этом включается вентилятор рециркуляции воздуха внутри камеры и подаётся напряжение питания на тепло электронагреватели, а на индикаторном табло будет отображаться изменение температуры и появится две точки. Левая точка будет мигать, а правая – непрерывно гореть. Такое состояние индикатора соответствует подъёму температуры. Когда температура внутри камеры достигнет заданной, левая точка будет светиться непрерывно. Это состояние говорит о том, что начался отсчёт основного таймера, а температура достигла заданного значения. Правая точка на дисплее сигнализирует о состоянии нагревателей.
4. Во время выполнения технологического процесса по заданной программе образуются

продукты полимеризации, которые необходимо удалять. Для удаления продуктов полимеризации необходимо наличие двух условий:

- а) температура включения вытяжки;
- б) таймер вытяжки.

Когда температура в камере достигнет заданной температуры вытяжки, клапан вытяжки откроется, и продукты полимеризации будут удаляться из камеры. Одновременно с этим начинается отсчёт времени таймера вытяжки. По окончании времени таймера, клапан закроется автоматически. С помощью кнопок (+) и (-) возможно управление этим устройством независимо от выполнения технологического процесса.

- 5. Для останова технологического процесса необходимо повторно нажать кнопку «СТАРТ/СТОП». При этом отключается нагрев, а вентилятор рециркуляции воздуха выключается через 2 минуты.

В случае аварийной ситуации:

- 6. Остановить технологический процесс с помощью кнопки «АВАРИЙНЫЙ СТОП», которая расположена на двери шкафа управления.
- 7. После устранения аварийной ситуации разблокировать кнопку «АВАРИЙНЫЙ СТОП». Для чего необходимо повернуть толкатель кнопки по направлению стрелки нанесенной на верхнюю часть толкателя.
- 8. Нажать кнопку «СТАРТ/СТОП».
- 9. После завершения технологического процесса полимеризации:

- включается звуковая сигнализация;
- выключаются теплоэлектронагреватели;
- через 2 минуты выключается вентилятор рециркуляции воздуха в камере;
- включается устройство вытяжки, перекрывая заслонкой канал воздуховода.

10. Если в процессе полимеризации в камере произойдет изменение температуры (повышение или снижение) на величину более 5°C, то включится прерывистый звуковой сигнал. В этом случае необходимо нажать любую кнопку из группы «УСТАНОВКА», при этом звуковой сигнал пропадет. После этого необходимо убедиться в дальнейшем увеличении или снижении температуры в камере. Если изменение температуры будет продолжаться, то необходимо с помощью кнопки «СТАРТ/СТОП» остановить процесс полимеризации и выключить камеру. Устранить неисправность и продолжить процесс.

Указания по технике безопасности:

- 1. Создание условий по соблюдению пожарной безопасности. Наличие огнетушителя углекислотных марок ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8.
- 2. Наличие местной вытяжной вентиляции в местах скопления пыли и газов.
- 3. Наличие общей вентиляции.
- 4. Поддержание температуры не ниже 15°C и максимальной влажности воздуха 50-70%.
- 5. Влажная уборка помещения.
- 6. Запрещается использование легковоспламеняющихся жидкостей для очистки от загрязнений внешней и внутренней поверхностей камеры [2].

Ниже приведена краткая техническая характеристика камеры полимеризации (Табл.1).

Таблица 1.

Техническая характеристика камеры полимеризации порошковых лакокрасочных материалов «ДЕКОР - 2012»

№ п/п	Наименование показателей	величина
1	Максимальная потребляемая мощность, кВт	57,0
	Мощность электродвигателя рециркуляции воздуха, кВт	2,2
	Мощность ТЭН, кВт	54,0
2	Напряжение питания камеры полимеризации, В	380/220
	Напряжение питания регулятора температуры, В	220±15%
3	Скорость воздушного потока, м/сек	1,1
4	Максимальная температура в камере полимеризации, °С	220
5	Максимальное время выхода на режим (180°С) незагруженной камеры, мин	30
6	Неравномерность распределения температуры в камере, °С	±3
7	Погрешность измерения температуры, °С	±1
8	Габаритные размеры камеры полимеризации:	
	Высота, мм	2600
	Ширина, мм	1900
	Глубина, мм	3100
9	Габаритные размеры шкафа управления:	
	Высота, мм	1000
	Ширина, мм	500
	Глубина, мм	150
10	Габаритные размеры рабочей зоны камеры полимеризации:	
	Высота, мм	2000

	Ширина, мм	1500
	Глубина, мм	3000

Действующая технология порошкового окрашивания металлических деталей и узлов на заводе ООО «Волгабас»:

1. Комплектовочная операция:

- скомплектовать все материалы и детали, подать на рабочее место – стол обезжиривания или подвески.

2. Операция обезжиривания деталей:

Обезжирить поверхность деталей вручную, используя влажную и сухую салфетки или нанести на деталь растворитель при помощи распылителя жидкостей с ручным нагнетателем.

Материалы: салфетка х/б, растворитель Нефрас, шкурка шлифовальная ГОСТ 10054.

При наличии следов коррозии деталь подвергнуть пескоструйной обработке.

- дать испариться остаткам растворителя, деталь протереть насухо салфеткой х/б.

3. Контрольная операция:

- выборочный контроль 10% от партии деталей;

- внешним осмотром проверить качество подготовки поверхности деталей - поверхность должна быть чистой и сухой;

- наличие ржавчины недопустимо;

- качество обезжиривания проверить методом протирки салфеткой х/б - на протирочной салфетке не должно быть следов пыли и жировых загрязнений.

4. Монтажная операция:

Монтировать детали на подвеску: транспортную систему ДЕКОР-2012 с помощью технологических крючков. Далее изделия поступают в камеру полимеризации порошкового окрашивания ДЕКОР-2012.

5. Операция напыления порошковой краской:

Оборудование: камера полимеризации порошкового окрашивания ДЕКОР-2012 с рекуператором. Класс защиты IP 54; установка электростатического ручного напыления Tesla-1В или ручной трибостатический распылитель «Старт-50-Трибо».

Материал: краска порошковая П-ЭП-ПЛ Group 311.

1. Задвинуть в камеру нанесения порошка подвеску с деталями.

2. Нанести покрытие в 1-2 слоя с помощью ручного пистолета, расстояние до детали не менее 10 см, расход краски 110-250 гр/м².

3. Выдвинуть подвеску с деталями.
4. Сдвинуть подвеску транспортировочную на 1 позицию.
5. Повторить переходы 1 – 4 до окраски всех деталей на транспортировочной подвеске.

Примечание:

1. Чистая просеянная рекуперирующая краска должна смешиваться со свежей в необходимых для работы количествах, не должна собирать пыль и влагу из воздуха.
2. Всегда хранить краску в закрытой упаковке, в сухом и прохладном помещении.
3. Необходимо тщательно следить за тем, чтобы воздух из компрессора был очищен от влаги, масла и пыли и подавался с необходимым давлением: влагомаслоотделитель с манометром, ток 20 – 25 мкА, давление на «порошок» 1 – 2,5 бар.
4. Не смешивать порошковые краски разных производителей.
6. Операция перемещения деталей:

1. Переместить транспортировочную подвеску к камере оплавления.
2. Задвинуть подвески с деталями в камеру оплавления.

7. Процесс оплавление порошковой краски:

Оборудование: камера полимеризации порошковых материалов «Декор-2012».

Задать температуру и время на пульте управления. Выдержать изделия при заданном режиме.

Произвести процесс полимеризации по заданной программе:

Режим полимеризации: температура 180 °С, время 20 мин.

Открыть дверь печи. Переместить изделия из камеры по транспортной системе на охлаждение до комнатной температуры.

8. Операция перемещения деталей:

Выдвинуть подвески с деталями из камеры оплавления.

9. Охлаждение деталей:

Охладить окрашенные детали до окружающей температуры.

10. Контрольная операция:

Внешним осмотром проверить качество порошкового покрытия. Поверхность должна быть равномерно окрашена. Не допускается разнооттеночность, наплывы, наколы, сыпь, непрокрасы.

Допускаются отдельные штрихи, риски, незначительная шагрень, включения (количество не более 10 шт/м², размер не более 0,5 мм, расстояние между включениями более 50 мм).

Замерить толщину покрытия толщиномером «QuaNix 1500»: толщина покрытия 130 – 150 мкм.

11. Монтажная операция:

Снять окрашенные детали с подвесок.

Сложить детали в контейнер или на место складирования.[5]

На сегодняшний день порошковые краски по металлу являются самыми популярными лакокрасочными материалами. Преимущества использования порошковых красок:

- экономичны в использовании;
- не имеет резкого запаха;
- более экологичны;
- прочность покрытия.

Плотно прилегающий слой краски на изделиях служит не только барьером от коррозии, но и несёт эстетический характер - придаёт красивый, декоративный внешний вид изделиям. Другим немало важным фактором является все многообразие видов, типов, свойств и параметров порошковых красок, благодаря которому можно подобрать нужный вид и цвет, которые будут соответствовать всем необходимым характеристикам изделия, придадут ему уникальность и послужат защитой [4].

Список литературы:

1. ГОСТ 9.410-88. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия порошковые полимерные. Типовые технологические процессы. М.: Изд-во стандартов, 2005. 24 с.
2. Инструкция по эксплуатации «Камера полимеризации порошковых лакокрасочных материалов «ДЕКОР-2012». Москва. 2001. 12 с.
3. Порошковые краски, технология покрытий. Справочник. Под редакцией профессора Яковлева А.Д. 2001. С. 256.
4. Порошковая покраска: состав, виды, области применения. [Электронный ресурс]//URL:<https://spirit-bear.ru/articles/poroshkovaya-pokraska-sostav-vidy-oblasti-primeneniya/> (дата обращения: 12.05.2021)
5. Технологический процесс окраски металлических деталей порошковыми красками 02.173.00209 на предприятии // ООО «ВОЛГАБАС». 2014. С. 7.