Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

Ярославский государственный технический университет

Кафедра химической технологии органических покрытий

Проектирование участка грунтования кузова легкового автомобиля ХТОП 0934.240501.006 КР

Работу выполнил студент

группы ХТВТ-55

2009

Ярославский государственный технический университет

Кафедра химической технологии органических покрытий

**ЗАДАНИЕ № 6**

**ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

1. Тема проекта и исходные данные

Проектирование участка грунтования кузова легкового автомобиля при годовой программе 220000 кузовов в год.

2. Представить следующие материалы

**2.1 Текстовые**

а) расчётно-пояснительная записка.

**2.2 Графические**

а) технологическая схема

3. Рекомендуемая литература и материалы

а) материалы производственной практики

4. Дата выдачи задания "\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2009

**5. Срок сдачи законченного проекта "\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2009**

**6. Отметка о явке на консультацию:**

1) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 3) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 5) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 6) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель проекта Заведующий кафедрой

**Содержание**

Введение

1.Обоснование выбора технологического процесса, оборудования и материалов

1.1 Выбор технологии нанесения первого слоя грунта

1.2Выбор материала для первого слоя грунта

1.3 Выбор технологии нанесения второго слоя грунта

1.4 Выбор материала для второго слоя грунта

2.Технологические расчеты

2.1 Режим работы участка

2.2 Расчет нормативов расхода материалов

3. Технические расчеты

3.1 Расчет установки электроосаждения

3.2 Расчет конвективной сушильной установки для сушки первого слоя грунта

3.3 Расчет камеры охлаждения

3.4 Расчет камеры пневматического распыления

3.5 Расчет камеры электростатического распыления

3.6 Расчет конвективной сушильной установки для сушки второго слоя грунта

3.7 Расчет камеры охлаждения

4. Описание технологического процесса

4.1 Первая стадия

4.2 Вторая стадия

5. Техника безопасности

5.1 Утилизация отходов

5.2 Техника безопасности при работе в камерах пневматического распыления

Список используемой литературы

**Введение**

Лакокрасочные материалы главным образом применяются для получения покрытий на их основе. Лакокрасочные покрытия, являются основным средством защитно-декоративной отделки машин и механизмов, промышленных и бытовых изделий, зданий и сооружений, в большей мере определяют их товарный вид, работоспособность, конкурентную и покупательную способность. Широкомасштабное их использование увеличивает срок жизни указанных объектов, обеспечивает значительную экономию материальных ресурсов.

Лакокрасочные покрытия выполняют три основные функции: декоративную, защитную и специальную. По мере развития науки удельное значение второй и третьей функции все более возрастает.

Роль покрытий как средства защиты материалов от разрушения особенно проявилась с ростом производства и потребления металлов. Убытки, причиняемые коррозией в различных странах, составляют значительную долю национального дохода; они, как правило, тем выше, чем больше производится и находится в эксплуатации металла.

Одним из наиболее эффективных способов защиты металлов от коррозии является нанесение лакокрасочных материалов на предварительно подготовленную поверхность металла.

Действие лакокрасочных покрытий обуславливается торможением коррозионных процессов на границе раздела металл – пленка. Это торможение может быть связано с ограниченной скоростью поступления веществ, необходимых для развития коррозионного процесса, повышенным электрическим сопротивлением материала пленки, специфическим влиянием адгезии, химическим и электрохимическим воздействием материала пленки на подложку.

Темой данного курсового проекта является проектирование участка грунтования кузова легкового автомобиля с размерами:

Длина – 4350 мм;

Ширина – 1680 мм;

Высота – 1420 мм.

**1. Обоснование выбора технологического процесса, оборудования и материалов**

**1.1 Выбор технологии нанесения первого слоя грунта**

Первый слой грунта необходимо нанести как на внешние, так и внутренние полости кузова легкового автомобиля. Поэтому для нанесения первого слоя грунта выбираем метод электроосаждения. В зависимости от того, где происходит нанесение лакокрасочного материала (на аноде или катоде), процесс электроосаждения может быть анодным (анофорез) или катодным (катофорез). Поскольку покрытия нанесенные методом катодного электроосаждения обладают более высокими антикоррозионными свойствами чем покрытия нанесенные методом анодного электроосаждения выбираем метод катодного электроосаждения.

Достоинства данного метода:

1) Полная автоматизация процесса окрашивания.

2) Высокая равномерность покрытия по толщине.

3) Хорошее прокрашивание изделий в труднодоступных местах.

4) Возможность регулирования толщины покрытия.

5) Отсутствие потерь лакокрасочного материала.

6) Улучшенные санитарно-гигиенические условия, так как применяемые лакокрасочные материалы на водной основе.

**1.2 Выбор материала для первого слоя грунта**

а) Катофорезный грунт В-ЭП-0101 ТУ 2312-128-05011907-96

Он представляет собой суспензию пигментов в растворе аддукта эпоксидной смолы с отвердителем и добавлением специальных компонентов. Соотношение пигмента со связующим 0,45-0,60. Предназначена для грунтования металлических деталей кузова легковых автомобилей, деталей грузовиков, дисков колес, днищ и др. Хорошо сочетается с промежуточной грунтовкой ЭП-0228, а также с верхним покрытием на основе синтетических пленкообразователей при отличной межслойной адгезии. Грунтовку наносят на поверхность методом холодного электроосаждения. Перед применением исходный материал нейтрализируется разбавленной муравьиной кислотой и разводится водой. Хранить при температуре от -40 до +30 0С, защищать от прямых солнечных людей.

Таблица №1.1

Техническая характеристика

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Внешний вид | Цвет грунтовки серый, оттенок не нормируется. Поверхность покрытия ровная, без морщин, пузырей и кратеров | |
| Массовая доля нелетучих веществ , % | | 72-78 |
| Проникающая способность по методу трубки "Фиат-ВАЗ", см, менее | | 18 |
| Время высыхания при температуре 178-182 0С до степени 3, мин, не более | | 30 |
| Адгезия покрытия, баллы, не более | | 1 |
| Прочность пленки при ударе на приборе типа У-1, см, не менее | | 50 |
| Прочность покрытия при растяжении по Эриксену, мм, не менее | | 4 |
| Напряжение рабочее, В | | 220-400 |
| Степень перетира, мкм, не более | | 15 |

б) Грунтовка В-ЭП-0196 ТУ 2312-001-00204151-99

Представляет собой суспензию пигментов в растворе эпоксидной смолы, модифицированной аминами, с отвердителем, с введением специальных добавок. Предназначена для грунтования кузовов и деталей грузовых и легковых автомобилей методом катодного электроосаждения. Обладает высокими защитными свойствами в среде кислот, щелочей и органических растворителей, стойка к действию соляного тумана, бензина, моторного масла, воды, имеет высокую проницающую способность.

Таблица №1.2

Техническая характеристика

|  |  |
| --- | --- |
| Внешний вид | Цвет грунтовки серый, оттенок не нормируется. Покрытие однородное, без оспин, кратеров, сорности в отраженном свете |
| Массовая доля нелетучих веществ , % | 72-78 |
| Проникающая способность по методу трубки "Фиат-ВАЗ", см, менее | 15 |
| Время высыхания при температуре 178-182 0С до степени 3, мин, не более | 30 |
| Адгезия покрытия, баллы, не более | 1 |
| Прочность пленки при ударе на приборе типа У-1, см, не менее | 50 |
| Прочность покрытия при растяжении по Эриксену, мм, не менее | 4 |
| Напряжение рабочее, В | 220-400 |
| Степень перетира, мкм, не более | 15 |

в) Грунтовка В-КЧ-027 ТУ 6-10-1654-83

Представляет собой суспензию пигментов в лаке КЧ-0125. Предназначена для грунтования кузовов, деталей и узлов легковых автомобилей, способом анодного электроосаждения по фосфатированной поверхности.

Таблица №1.3

Техническая характеристика

|  |  |
| --- | --- |
| Внешний вид | Цвет грунтовки серый, оттенок не нормируется. Поверхность покрытия ровная, без морщин, пузырей и кратеров |
| Массовая доля нелетучих веществ , % | 72-78 |
| Проникающая способность по методу трубки "Фиат-ВАЗ", см, менее | 18 |
| Время высыхания при температуре 178-182 0С до степени 3, мин, не более | 30 |
| Адгезия покрытия, баллы, не более | 1 |
| Прочность пленки при ударе на приборе типа У-1, см, не менее | 20 |
| Прочность покрытия при растяжении по Эриксену, мм, не менее | 5 |
| Напряжение рабочее, В | 120-210 |
| Степень перетира, мкм, не более | 12 |

г) Грунтовка В-КЧ-0271Э ТУ 6-21-49404743-200-94-98

Представляет собой суспензию пигментов в лаке КЧ-0125. Грунтовка не содержит в своем составе соединений свинца, хрома и других тяжелых металлов. Предназначена для грунтования кузовов, деталей и узлов легковых автомобилей, способом анодного электроосаждения по фосфатированной поверхности.

Таблица №1.4

Техническая характеристика

|  |  |
| --- | --- |
|  | Цвет грунтовки серый, оттенок не нормируется. Поверхность покрытия ровная, без морщин, пузырей и кратеров |
| Массовая доля нелетучих веществ , % | 72-78 |
| Проникающая способность по методу трубки "Фиат-ВАЗ", см, менее | 15 |
| Время высыхания при температуре 178-182 0С до степени 3, мин, не более | 30 |
| Адгезия покрытия, баллы, не более | 1 |
| Прочность пленки при ударе на приборе типа У-1, см, не менее | 20 |
| Прочность покрытия при растяжении по Эриксену, мм, не менее | 5 |
| Напряжение рабочее, В | 120-210 |
| Степень перетира, мкм, не более | 35 |

В данном курсовом проекте принимаем грунт для катодного электроосаждения В-ЭП-0101, так как у него более высокая проникающая способность чем у грунта В-ЭП-0196.

**1.3 Выбор технологии нанесения второго слоя грунта**

Второй слой грунта необходимо наносить в основном только на наружную поверхность кузова легкового автомобиля, поэтому выбираем комбинацию методов пневматического и электростатического распыления. Поскольку методом электростатического распыления невозможно нанести вторичный грунт на всю внешнюю поверхность кузова легкового автомобиля, ему должно предшествовать пневматическое распыление вторичного грунта на труднодоступные для автоматической установки электростатического распыления места.

Достоинства метода электростатического распыления:

1) Низкие потери ЛКМ – 5-10%.

2) Возможна полная автоматизация.

3) В связи с тем, что крайне низкие потери ЛКМ не требуются расходы на очистку воздуха от ЛКМ.

Достоинства метода пневматического распыления:

1) Универсальность. Можно наносить как жидкие, так и твердые материалы;

2) Возможность получения покрытий высоких классов.

3) Высокая производительность.

**1.4 Выбор материала для второго слоя грунта**

а) Грунтовка ЭП-0228 ТУ 6-10-1934-84

Представляет собой суспензию пигментов и наполнителей в растворе алкидно-меламино-формальдегидного лака с добавлением низкомолекулярной эпоксидной смолы. Предназначена для окраски поверхности кузова и деталей автомобиля, а также для подкраски участком кузова и других деталей автомобиля с целью защиты от коррозии под покрытия синтетическими эмалями. Грунтовку наносят на поверхность в два слоя методом электростатического или пневматического распыления. Перед применением грунтовку разбавляют до рабочей вязкости разбавителем Р-197 или смесью разбавителя Р-197 с ксилолом. При окраске в электрополе в производственных условиях допускается применение растворителя Р-83 или разбавителя РЭ-1В.

Таблица №1.5

Техническая характеристика

|  |  |
| --- | --- |
| Внешний вид | Цвет грунтовки серый, оттенок не нормируется. Покрытие однородное, без оспин, кратеров, сортности в отраженном свете |
| Условная вязкость по ВЗ-4, с | 68-72 |
| Массовая доля нелетучих веществ, % | 70-72 |
| Время высыхания до степени 3, мин, не более  при температуре 148-152 0С  при температуре 128-132 0С  при температуре 98-102 0С | 20  40  90 |
| Адгезия к грунтовку В-КФ-093, ВКЧ-0207 и синтетической эмали, баллы, не более | 1 |
| Прочность пленки при ударе на приборе типа У-1, Дж (кгс.см), не менее | 50 |
| Стойкость покрытия к статическому воздействию воды при температуре 18-22 0С, ч, не менее | 72 |
| Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом\*м | 4\*105-2\*106 |

б) Грунтовка ЭП-0270 ТУ 6-21-49404743-126-2001

Представляет собой суспензию пигментов и наполнителей в растворе алкидно-меламино-формальдегидного лака с добавлением низкомолекулярной эпоксидной смолы. Предназначена для окраски поверхности кузова и деталей автомобиля, а также для подкраски участком кузова и других деталей автомобиля с целью защиты от коррозии под покрытия синтетическими эмалями. Грунтовку наносят на поверхность в два слоя методом электростатического и пневматического распыления. Перед применением грунтовку разбавляют до рабочей вязкости смесью разбавителя Р-197 с ксилолом в соотношении1:1.

Таблица №1.6

Техническая характеристика

|  |  |
| --- | --- |
| Внешний вид | Цвет грунтовки серый, оттенок не нормируется. Покрытие однородное, без оспин, кратеров, сортности в отраженном свете |
| Условная вязкость по ВЗ-4, с | 68-72 |
| Массовая доля нелетучих веществ, % | 70-72 |
| Время высыхания до степени 3, мин, не более  при температуре 148-152 0С  при температуре 128-132 0С  при температуре 98-102 0С | 20  40  90 |
| Адгезия к грунтовку В-КФ-093, ВКЧ-0207 и синтетической эмали, баллы, не более | 1 |
| Прочность пленки при ударе на приборе типа У-1, Дж (кгс.см), не менее | 50 |
| Стойкость покрытия к статическому воздействию воды при температуре 18-22 0С, ч, не менее | 72 |
| Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом\*м | 7\*105-3\*106 |

Отличия грунта ЭП-0270 от грунта ЭП-0228: комплексное покрытие с эмалью имеет повышенные твердость и блеск. ЭП-0270 имеет хороший розлив при достаточно высокой устойчивости к стеканию с вертикальных поверхностей, технологична при нанесении, хорошо шлифуется, на комплексном покрытии риски от шлифовки практически не видны. Улучшена стойкость к сколам комплексного покрытия.

В данном курсовом проекте принимаем грунт ЭП-0270.

**2. Технологические расчеты [8]**

**2**.**1** **Режим работы участка**

Эффективный фонд рабочего времени рассчитывается по формуле:

Тэф = (365 – В – П)\*t\*с\*0,95, (2.1)

где В – число выходных дней;

П – число праздничных дней;

с – число смен в течение суток;

t – длительность смены.

Тэф = (365 – 102 – 14)\*8\*2\*0,95 = 3785 ч.

Темп выпуска изделий (Тв) и часовая производительность (Пч) установки (участка) рассчитываются по формулам:

Тв = 60\*к\*Тэф/А, (2.2)

Пч = 60/Тв, (2.3)

где к – коэффициент использования оборудования, к = 0,95;

А – годовая производительность, м2.

Тв = 60\*0,95\*3785/220000 = 1мин/шт;

Пч = 60/1 = 60 шт/ч;

Скорость конвейера υ определяется годовой производительностью, эффективным фондом времени и плотностью завески деталей на конвейере.

υ = m\*А/(60\*к\*Тэф\*Р), (2.4)

где m – средний шаг завески подвесок конвейера, м;

Р – коэффициент заполнения конвейера Р = 0,8 – 0,9.

υ = 1\*220000/(60\*0,95\*3785\*0,85) = 1,2 м/мин.

**2.2** **Расчет нормативов расхода материалов**

Таблица 2.1

Расходные нормы ЛКМ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  материала | Расход | | | | |
| г/м2 | кг/изделие | кг/час | кг/смену | кг/год |
| Катофорезный грунт В – ЭП – 0101 | 32,8 | 2,6 | 156 | 1920 | 590460 |
| Вода | 49,9 | 4,0 | 240 | 1920 | 908400 |
| Грунт ЭП – 0270 | 33,3 | 1,3 | 78 | 624 | 295230 |
| Растворитель | 25 | 1 | 60 | 480 | 227100 |

Нормы расхода ЛКМ рассчитываются по формуле:

N = 100\*δ\*D/р\*(1 – к), (2.5)

где N – норматив расхода материала, г/м2;

δ – толщина покрытия, мкм;

р – сухой остаток ЛКМ, %;

к – коэффициент потерь.

Nр-ля = Np – Nи, (2.6)

где Nр-ля – норматив расхода растворителя (воды), необходимое для доведения исходного раствора до рабочей вязкости г/м2;

Nр – норма расхода ЛКМ при рабочей вязкости, г/м2;

Nи – норматив расхода ЛКМ при исходной вязкости, г/м2.

а) Расчет нормативов расхода ЛКМ и воды на электроосаждение.

При рабочей вязкости:

Nр = 100\*15\*1,4/30\*(1 – 0,15) = 82,4 г/м2;

При исходной вязкости:

Nи = 100\*15\*1,4/76\*(1 – 0,15) = 32,8 г/м2;

Норматив расхода воды:

Nводы = 82,4 – 32,8 г/м2.

б) Расчет нормативов расхода ЛКМ и растворителя на электростатическое распыление.

При рабочей вязкости:

Nр = 100\*15\*1,4/40\*(1 – 0,1) = 58,3 г/м2;

При исходной вязкости:

Nи = 100\*15\*1,4/70\*(1 – 0,1) = 33,3 г/м2;

Норматив расхода растворителя:

Nр-ля = 58,3 – 33,3 = 25 г/м2.

**3. Технические расчеты**

**3.1. Расчет установки электроосаждения [1]**

а) Определение размеров установки.

Длина установки

Lу = Lв + 2\*Lт + 2Lпр + Lст, (3.1)

где Lв – длина ванны осаждения, м;

Lт – длина входного и выходного тамбуров (принимаем LТ = 1 м);

Lпр – длина зон промывок водой, м;

Lст – длина зоны стока после ванны электроосаждения (принимаем Lст = 1 м );

При транспортировании изделий подвесным конвейером Lв вычисляют как сумму длин горизонтальных проекций перегибов конвейера 2L1, длины горизонтального участка Lг и длины двух карманов 2Lк :

Lв = 2\*L1 + Lг + 2Lк, (3.2)

L1 = 0,5\*(L – l) + (H1 – 2\*H)/tgα, (3.3)

где H1 – разность высот монорельса конвейера при подъеме и спуске конвейера при подъеме и спуске изделия в ванну электроосаждения;

L, l, H, α определяют по таблице 24 [1, с.189].

При шаге цепи конвейера 0,16 м и угле перегиба ά = 15° L = 2,4 м, l = 0,4 м, H = 0,318 м; тогда разность высот монорельса Н1 (расчет – см. ниже) составляет 1,9 м, тогда

L1 = 0,5\*(2,417 – 0,4) + (1,9 – 2\*0,318)/tg15° = 5,8 м

Значение Lг вычисляют как произведение продолжительности электроосаждения на скорость конвейера (Lг = 2\*1,2 = 2,4 м); Lк выбирают из расчета, чтобы объем двух карманов составил 0,1 объема ванны электроосаждения, т.е. Lк ≈ 1 м.

Lв = 2\*5,8 + 2,4 + 2\*1 = 16 м.

Длина Lпр зоны промывки водой складывается из длины зоны двух стоков (принимают длину одного стока Lст = 1,5 м) и длины зоны облива, равной произведению скорости конвейера на продолжительность облива (40 – 50 с) :

Lпр = 2\*1,5 + 1,2\*0,83 = 4 м.

Длина установки

Lу = 16 + 2\*1 + 2\*4 + 1 = 27 м.

Ширина ванны осаждения

Вв = Ви + 2\*b, (3.4)

где Ви – ширина изделия, м;

b – расстояние от изделия до стенки ванны (принимаем b = 0,3 м).

Вв = 1,68 + 2\*0,3 = 2,28 м.

Принимаем Вв = 2,3 м.

Ширина В установки в зоне электроосаждения

В = Вв + В1, (3.5)

где В1 – расстояние от ванны до внутренней стенки корпуса (для удобства обслуживания ванны принимаем В1 ≥ 1 м).

В = 2,3 + 1 = 3,3 м.

Ширина установки в зоне промывок водой

Впр = Ви + 2\*b1, (3.6)

где b1 – расстояние от изделия до внутренней стенки корпуса с учетом расположения охватывающего контура (принимаем b1 = 0,4 м ).

Впр = 1,68 + 2\*0,4 = 2,48 м.

Принимаем Впр = 2,5 м.

Полная ширина установки (с учетом зон обслуживания) Ву = 4,5 м.

Высота ванны осаждения

Нв = Ни + 2\*h, (3.7)

где Ни – высота изделия, м;

h – расстояние от низа изделия до зеркала ванны (принимаем h = 0,3 м).

Нв = 1,42 + 2\*0,3 = 2,02 м.

Принимаем Нв = 2 м. Полная высота ванны осаждения с учетом установки ее на отметке 0,5 м от пола :

Нвп = Нв + 0,5; (3.8)

Нвп = 2 + 0,5 = 2,5 м.

Высотная отметка монорельса при нижнем положении изделия

Нм.н. = hн + Hи + hп, (3.9)

где hн – расстояние от уровня пола до изделия (принимаем hн = 0,8 м);

hп – расстояние от верха изделия до монорельса (принимаем hп = 1 м).

Нм.н. = 0,8 + 1,42 + 1 = 3,22 м.

Высотная отметка монорельса при верхнем положении изделия и зазоре, равном 0,2 м

Нм.в. = Нвп + Ни + hп + 0,2; (3.10)

Нм.в. = 2,5 + 1,42 + 1 + 0,2 = 5,12 м.

Разность высот монорельса

Н1 = Нм.в. – Нм.н; (3.11)

Н1 = 5,12 – 3,22 = 1,9 м.

Объем ванны осаждения

Vв = Lв\*Вв\*Нв\*0,8; (3.12)

Vв = 16\*2,3\*2\*0,8 = 58,9 м3.

Принимаем Vв = 60 м3. Ширина транспортного проема

Вт.п. = Ви + 2\*Вз, (3.13)

где Вз – расстояние между изделием и проемом (принимаем Вз = 0,15 м).

Вт.п. = 1,68 + 2\*0,15 = 1,98 м.

Высота транспортного проема

Нт.п. = Ни + 2\*h1, (3.14)

где h1 – расстояние по высоте от входного проема до изделия, h1 = 0,1 – 0,15 м.

Нт.п. = 1,42 + 2\*0,15 = 1,72 м.

Высота установки электроосаждения Ну = 6 м.

б) Расчет вентиляционных систем.

Объем приточного воздуха за 1 ч, м3 ,

Vпр = n\*Vз.ос., (3.15)

где n – кратность обмена воздуха в установке за 1 ч (принимаем n = 50);

Vз.ос. – объем зоны осаждения (над ванной), м3.

Vз.ос. = Lв\*(Вв + В1)\*(Нм.в. – Нвп); (3.16)

Vз.ос. = 16\*(2,3 + 1)\*(5,12 – 2,5) = 137,3 м3.

Vпр = 50\*137,3 = 6865 м3/ч.

Принимаем вентилятор с напором Р = 700 Па

Выбираем вентилятор Ц 4–70 № 5 со следующей характеристикой [6, с.151]:

Q = 7000м3/ч; Р = 700 Па; η = 0,75; ω = 150 с-1.

Требуемая мощность электродвигателя

N = Q\*P\*Kз/3600\*1000\*η\*ηп\*ηр, (3.17)

где Q – производительность вентилятора, м3/ч;

Р – давление вентилятора, Па;

Кз – коэффициент запаса;

η, ηп, ηр – соответственно КПД вентилятора, привода и зубчатой передачи.

N = 7000\*700\*1,1/3600\*1000\*0,75\*0,96\*0,95 = 2,18 кВт.

Выбираем электродвигатель типа АО2–22–4 со следующей характеристикой [6, с.173]:

N = 2,2 кВт; n = 1500 мин-1.

в) Расчет системы перемешивания.

Внешняя система перемешивания.

Подачу насоса для циркуляции Vнц выбирают в расчете на двух- трехкратный обмен лакокрасочного материала в ванне за 1 ч:

Vнц = 2\*Vв;(3.18)

Vнц = 2\*60 = 120 м3/ч.

Подбираем циркуляционный насос ОХ6–70ГС–2 со следующей характеристикой [9, с.14]:

Q = 132,2 м3/ч;

η = 0,75.

Насос комплектуем электродвигателем АО12–55–8 со следующей характеристикой [9, c.14]:

Nн = 250 кВт; n = 750 мин-1.

Диаметр нагнетательной трубы от насоса в ванну

dн = (Vнц/(3600\*υл\*0,785))0,5, (3.19)

где υл – скорость движения лакокрасочного материала по трубе (принимаем υл = 2 м/с ).

dн = (120/(3600\*2\*0,785))0,5 = 0,15 м.

Внутренняя система перемешивания. Расчетная производительность V мешалок для лакокрасочного материала зависит от его вида и кратности обмена – минимальный (10) или максимальный (60) за 1 ч. При числе мешалок n = 2

Vmin = 10\*Vв/n; (3.20)

Vmax = 60\*Vв/n; (3.21)

Vmin = 10\*60/2 = 300 м3/ч.

Vmax = 60\*60/2 = 1800 м3/ч.

Диаметр трубы для слива лакокрасочного материала, м,

dсл = (8\*f\*(Hж)0,5/(τ\*α\*π\*(2g)0,5))0,5, (3.22)

где f – площадь поперечного сечения трапецеидальной ванны, м2;

Нж – уровень жидкости в ванне, м;

τ – продолжительность слива, с;

α – коэффициент расхода (принимаем α = 0,62);

g – ускорение свободного падения.

dсл = (8\*22\*(2,1)0,5/(1800\*0,62\*3,14\*(2\*9,81)0,5))0,5 = 0,128 м.

г) Тепловой расчет зоны электроосаждения.

Количество теплоты, выделяющейся в процессе электроосаждения

Q = q\*Gf, (3.23)

где q – количество теплоты выделяющейся в процессе электроосаждения с 1 м2 поверхности изделия, q = 0,4…0,8 МДж/ч;

Gf – производительность по окрашиваемой поверхности, м2/ч.

Q = 0,67\*4800 = 3216 МДж/ч.

Потери теплоты в зоне осаждения складывается из потерь на нагревание изделия Q1 и на испарение влаги Q2

Потери теплоты на нагревание изделия

Q1 = Gm\*cи\*∆t, (3.24)

где Gm – производительность по массе изделий, кг/ч;

си – удельная теплоемкость изделия (для стали си = 0,48кДж/(кг\*°С));

∆t – температура нагрева изделий (принимаем ∆t = 5°С).

Q1 = 18000\*0,48\*5 = 43,2 МДж/ч.

Потери тепла на испарение влаги

Q2 = gв\*F1\*r, (3.25)

где gв – масса влаги, испаряющейся за 1 ч с 1 м2 зеркала ванны (принимаем gв = 0,18…0,22 кг/м2\*ч);

F1 – площадь зеркала ванны (F1 = 16\*2,3 = 36,8 м2);

r – теплота парообразования воды, r = 2258 кДж/кг.

Q2 = 0,2\*36,8\*2258 = 16,6 МДж/ч.

Сумма потерь теплоты при эксплуатации

∑Qn = (Q1 + Q2)\*кз, (3.26)

где кз – коэффициент запаса, кз = 1,1 – 1,3.

∑Qn = (43,2 + 16,6)\*1,2 = 71,8 МДж/ч.

Количество теплоты, выделяющейся в процессе электроосаждения без учета потерь теплоты при эксплуатации

Q3 = Q – ∑Q; (3.27)

Q3 = 3216 – 71,8 = 3144,2 МДж/ч.

Расход воды на охлаждение лакокрасочного материала

Gв = Q3/(c\*∆t́), (3.28)

где ∆t́ – разность температур воды на входе и выходе из теплообменника (принимаем ∆t́ = 20 – 10 °С);

св – удельная теплоемкость воды, св = 4,19 кДж/(кг\*°С).

Gв = 3144,2\*10-3/(4,19\*10) = 75040 кг/ч.

Расчетная поверхность теплообмена

F́ = Q3/(к\*∆t́), (3.29)

где к – коэффициент теплопередачи (принимаем к = 1,17 МВт/(м2\*°С)).

F́ = 3144,2/(1,17\*10) = 268,7 м2.

д) Расчет системы промывки.

Зона первой промывки. Для удаления с изделия избытка лакокрасочного материала и пены в зоне электроосаждения устанавливаем один контур промывки с форсунками типа ФК – 01. Для промывки используем деминерализованную воду, поступающую непосредственно из сети. Вода стекает в ванну электроосаждения. На контуре 14 форсунок (10 запасных). Производительность форсунки 0,54 м3/ч при давлении 0,1МПа

Расход воды через форсунки контура

Qв = n\*qф, (3.30)

где n – количество форсунок,

qф – производительность форсунки, м3/ч.

Qв = 4\*0,54 = 2,16 м3/ч.

Зона второй промывки. Для подачи ультрафильтрата устанавливаем десять контуров, в каждом по 16 насадков типа НП – 01 производительностью 0,42 м3/ч при давлении 0,07 МПа. Общий расход ультрафильтрата рассчитываем по формуле (3.30)

Qуф = 0,42\*10\*16 = 67,2 м3/ч.

Зона третьей промывки.

Для подачи воды устанавливаем десять контуров, в каждом по 16 насадков типа НП – 01 производительностью 0,42 м3/ч при давлении 0,07 МПа.

Общий расход воды рассчитываем по формуле (3.30)

Qв = 0,42\*10\*16 = 67,2 м3/ч.

Определим расход свежей воды из расчета 8 л на 1 м2 окрашиваемой поверхности (с учетом заданной производительности GF = 4800 м2/ч):

Qсв.в. = 4800\*0,008 = 38,4 м3/ч.

**3.2 Расчет конвективной сушильной установки для сушки первого слоя грунта [7]**

а) Определение размеров сушильной камеры.

Ширина транспортного проема

b1 = b + 2\*b2, (3.31)

где b – ширина изделия, b = 1,62 м;

b2 – зазор по ширине между изделием и проемом, b2 = 0,15 м [1].

b1 = 1,68 + 2\*0,15 = 1,98 м ≈ 2 м.

Высота транспортного проема

h1 = h + 2\*h2, (3.32)

где h – ширина изделия, h = 1,42 м;

h2 – зазор по высоте между изделием и проемом, h2 = 0,1 м [1].

h1 = 1,42 + 2\*0,1 = 1,62 м ≈ 1,7 м.

Ширина камеры (с учетом размещения воздуховодов)

В = b + bвоз, (3.33)

где bвоз – зазор по ширине между изделием и стенкой установки равный 0,7 м в соответствии с ГОСТ 23093–78.

В = 1,68 + 2\*0,7 = 3,08 м ≈ 3,1 м.

Длина камеры

L = τ\*υ + 2\*LT, (3.34)

где τ – время сушки, τ = 30 мин;

υ – скорость конвейера, υ = 1,2 м/мин;

LТ – длина тамбура, LТ = 1,5м.

L = 1,2\*30 +2\*1,5 = 39 м.

Высота камеры

Н = h + 0,8 + 1,32; (3.35)

Н = 1,42 + 0,8 + 1,32 = 3,54 м ≈ 3,6м.

Размеры проема в месте прохождения конвейера с учетом размеров каретки

bз = 0,3 м; hз = 0,4 м.

Площадь транспортного проема

Fпр = b1\*h1 + (b1 + bз)/2\*(1,32 – h2 – hз) + bз\*bз; (3.36)

Fпр = 2\*1,7 + (2 + 0,3)/2\*(1,32 – 0,1 – 0,4) + 0,3\*0,4 = 4,7 м2.

Поверхность стен сушильной камеры

F1 = 2\*(L + B)\*H – 2\*Fпр; (3.37)

F1 = 2\*(39 +3,1)\*3,6 – 2\*4,7 = 294 м2.

Поверхность потолка и пола сушильной камеры

F2 = 2\*L\*B; (3.38)

F2 = 2\*39\*3,1 = 242 м2.

Поверхность наружных воздуховодов

F3 = 2\*L; (3.39)

F3 = 2\*39 = 78 м2.

б) Расход теплоты в сушильной камере.

Тепловые потери через внешние ограждения камеры

W1 = (F1\*k1 + F2\*k2 + F3\*k3)\*(tc – tн), (3.40)

где tс – температура сушки, tс = 180 °С;

tн – температура воздуха в цехе, tн = 15°С.

В качестве теплоизоляции выбираем минеральную вату (слой толщиной 0,08 м). Тогда коэффициенты теплопередачи [1, с. 217], кДж/(м2\*ч\*°С)

k1 = k2 = 3,73; k3 = 7,54.

W1 = (294\*3,73 + 242\*3,73 + 78\*7,54)\*(180 – 15) = 294489 кДж/ч.

Расход тепла на нагрев изделий и транспорта

W2 = Gизд\*сизд\*(t2изд – tн) + Gтр\*стр\*(t2тр – tн), (3.41)

где Gизд – производительность установки по массе изделий, Gизд=18000 кг/ч; сизд, стр – удельная теплоемкость изделий и транспорта, сизд = стр = 0,48 кДж/(кг\*°С); Gтр – производительность установки по массе транспортных средств, Gтр = 3800 кг/ч; t2изд и t2тр – соответственно, температура изделия и транспорта на выходе из сушильной камеры.

Значения t2изд и t2тр рассчитываем по формуле (3.42)

τ = S\*ρ\*cизд/(k\*α)\*2,3\*lg[(tc – tн)/(tc – t2)] , (3.42)

где S – толщина нагреваемого изделия, м;

ρ – плотность нагреваемого изделия, ρ = 7800 кг/м3;

k – коэффициент формы, k = 1;

α – коэффициент теплоотдачи от воздуха к изделию, (принимаем α = 29,3 кДж/(м2\*ч\*°С)) [1, с. 217];

t2 – температура изделия при выходе изделия из камеры, °С.

Учитывая, что Sизд = 0,0014 м; Sтр = 0,005 м, тогда

0,5 = 0,0014\*7800\*0,48/(1\*29,3)\*2,3\*lg[(180 – 15)/(180 – t2изд)];

0,5 = 0,005\*7800\*0,48/(1\*29,3)\*2,3\*lg[(180 – 15)/(180 – t2тр)].

Решая эти уравнения, получим

t2изд = 170 °C и t2тр = 105°С.

W2 = 18000\*0,48\*(170 – 15) + 3800\*0,48\*(105 – 15) = 1503360 кДж/ч.

Расход теплоты на нагрев и испарение воды с изделий

W3 = Gв\*[cв\*(tc – tн) + r], (3.43)

где Gв – масса воды, поступающая с изделиями в камеру, кг/ч;

r – теплота испарения воды, r = 2400 кДж/кг [2, с.516].

Gв = Gуд\*Fизд, (3.44)

где Gуд – масса воды на 1 м2 поверхности изделия (в зависимости от группы сложности изделия принимают Gуд = 0,05…0,15), кг/м2;

Fизд – производительность установки по обрабатываемой поверхности изделий, Fизд = 4800 м2/ч.

Gв = 0,1\*4800 = 480 кг/ч.

W3 = 480[4,19\*(180 – 15) + 2400] = 1483848 кДж/ч.

Расход теплоты на нагрев свежего воздуха

W4 = Gвоз\*своз\*(tc – tн), (3.45)

где Gвоз – масса воздуха, врывающегося через открытый проем в сушильную камеру, кг/ч;

своз – удельная теплоемкость воздуха, своз = 1 кДж/(кг\*°С).

Масса воздуха, врывающегося через открытые проемы Gвоз, при наличии воздушных завес, если принято, что Gзав/Gвоз = 1 (где Gвоз = Gзав – масса воздуха подаваемого на воздушную завесу) рассчитывается по формуле (3.46) [1, с. 235]

Gвоз = Gзав = 2/3\*3600\*μ\*b1\*hнл\*(2\*g\*hнл\*(ρн – ρвн)\*ρсм)0,5, (3.46)

где μ – коэффициент расхода воздуха через проем при наличии завесы;

hнл – расстояние от нейтральной линии до низа проема, м;

ρн, ρвн, ρсм – соответственно плотность воздуха в цехе, в установке и проеме, кг/м3.

Коэффициент μ зависит от типа завесы (односторонняя или двухсторонняя), а так же от соотношения Gзав/Gвоз и Fщ/Fпр (где Fщ – площадь щели завесы, через которую выходит воздух, м2) и угла выхода струи завесы к плоскости проема.

Для расчета принимаем: размеры щели воздушной завесы 2,42 x 0,015 м (завесу устанавливаем по всей высоте проема с двух сторон); угол выхода струи завесы к плоскости проема α = 45°; температура смеси в проеме 75 °С. Тогда плотность воздуха будет равна, кг/м3 ρн = 1,226; ρвн = 0,946; ρсм = 1,013 [2, с.10].

Fщ/Fпр = 2\*b́/b́́́ ́, (3.47)

где b́ – ширина щели, м;

b́ ́ – приведенная ширина проема, м.

b́́ ́ = Fпр/hпр, (3.48)

где hпр – суммарная высота проема, м.

hпр = 1,32 + h + h2; (3.49)

hпр = 1,32 + 2,42 + 0,1 = 3,84 м.

b́́ ́ = 4,7/3,84 = 1,22 м.

Fщ/Fпр = 2\*0,015/1,22 = 1/40,6.

Расстояние от нейтральной линии до низа проема

hнл = Fпр/2\*b1; (3.50)

hнл = 4,7/2\*2 = 1,8 м.

С учетом вышеуказанных условий получаем μ = 0,160 [4, с.40].

Gвоз = Gзав = 2/3\*3600\*0,160\*2\*1,18\*(2\*9,81\*1,18\*(1,226 – 0,946)\*1,013)0,5 = 2322 кг/ч.

Расход воздуха через два проема

Ǵвоз = 2\*Gвоз = 2\*2322 = 4644 кг/ч.

Объемный расход воздуха через два проема

Vвоз = Ǵвоз/ρвоз, (3.51)

где ρвоз – плотность воздуха, ρвоз = 1,226 кг/м3.

Vвоз = 4644/1,226 = 3788 м3/ч.

W4 = 4644\*1,0\*(180 – 15) = 766260 кДж/ч.

Общий расход теплоты

∑W = (W1 + W2 + W3 + W4)\*kз, (3.52)

где kз – коэффициент запаса, kз = 1,2 [1, с. 218].

∑W = (294489 + 1503360 + 1483848 + 766260)\*1,2 = 4857549 кДж/ч.

в) Расчет горения топлива.

Теоретический объем продуктов сгорания при сжигании 1 м3 газа

Vог = 1,14\*Qнр/(4,19\*1000) + 0,25, (3.53)

где Qнр – теплота сгорания газа, Qнр = 35200 кДж/м3.

Vог = 1,14\*35200/(4,19\*1000) + 0,25 = 9,83 м3/м3.

Теоретический объем воздуха, необходимый для сжигания 1 м3 газа

Vов = 1,09\*Qнр/(4,19\*1000) – 0,25; (3.54)

Vов = 1,09\*35200/(4,19\*1000) – 0,25 = 8,9 м3/м3.

Действительный объем воздуха, подаваемый для сжигания 1 м3 газа

Vв = α\* Vов, (3.55)

где α – коэффициент избытка воздуха, α = 1,05…1,15 [1, с. 220].

Vв = 1,15\*8,9 = 10,2 м3/м3.

Действительный объем продуктов сгорания

Vг = Vог + (α – 1)\*Vов; (3.56)

Vг = 9,83 + (1,15 – 1)\*8,9 = 11,17 м3/м3.

Удельная энтальпия продуктов сгорания

Iпс = (Qнр\*η)/Vг, (3.57)

где η – КПД топки, η = 0,8.

Iпс = 35200\*0,8/11,17 = 2521 кДж/м3.

Количество воздуха, необходимое для разбавления 1 м3 дымовых газов до температуры сушильного агента (принимаем температуру сушильного агента tса = 400 °С)

X = (Iпс – Iпг)/(Iв – 1,3\*tн), (3.58)

где Iпг, Iв – соответственно энтальпия продуктов горения и воздуха, при tса = 400 °С, кДж/м3.

X = (2521 – 564)/(535,9 – 1,3\*15) = 3,8 м3/м3.

Расход воздуха на разбавление дымовых газов, получаемых при сгорании 1м3 газа

Vсм = Vг\*Х; (3.59)

Vсм = 11,17\*3,8 = 42,5 м3/м3.

Количество воздуха, идущее на горение и разбавление дымовых газов

Vα = Vв + Vсм; (3.60)

Vα = 10,2 + 42,5 = 52,7 м3/м3.

г) Подбор вентиляторов, топки и горелок.

Объем свежего сушильного агента, поступающего из топки

Vса = ∑W/(Iса – Iух), (3.61)

где Iса – энтальпия сушильного агента (принимаем равной энтальпии воздуха при температуре tса = 400 °С, кДж/м3);

Iух – энтальпия газовоздушной смеси на выходе из сушильной камеры (при температуре сушки tс = 180 °С), кДж/м3.

Vса = 4857549/(535,9 – 143,4) = 12376 м3/ч.

Объем продуктов сгорания газа, необходимый для ведения процесса

Vпс = Vса\*( Iса – 1,3\*tн)/( Iпс – 1,3\*tн); (3.62)

Vпс = 12376\*(535,9 – 1,3\*15)/(2521 – 1,3\*15) = 2555 м3/ч.

Объем рециркулируемой газовоздушной смеси

Vрец = Vса\*(Iса – Iгс)/(Iгс – Iух), (3.63)

где Iгс – энтальпия сушильного агента в момент смешения с рециркулируемой газовоздушной смесью (tгс = tс + 20…30 °С, принимаем tгс = 200 °С, тогда Iгс = 183 кДж/м3 ).

Vрец = 12376\*(535,9 – 183)/(183 – 143,4) = 110290 м3/ч.

Производительность рециркуляционного центра

Vрец.ц = (Vрец. + Vса)\*(273 + tгс)/(273 + tн); (3.64)

Vрец.ц = (110290 + 12376)\*(273 + 200)/(273 + 15) = 201462 м3/ч.

Производительность вытяжного центра

Vвц = (Vвоз + Vса)\*(273 + tух)/(273 + tн); (3.65)

Vвц = (3788 + 12376)\*(273 + 180)/(273 + 15) = 25425 м3/ч.

На сушилке устанавливаем два рециркуляционных вентилятора. Принимаем напор вентиляторов Р = 800 Па.

Выбираем рециркуляционный вентилятор Ц4 – 76 №16 со следующей характеристикой [6, с.155]

Q = 103000 м3/ч; Р = 800 Па; η = 0,72; ω = 60 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле (3.17)

N = 103000\*800\*1,1/(3600\*1000\*0,72\*0,96\*0,95) = 38,3 кВт.

Выбираем электродвигатель АО2–91–8 [6, с.173].

N = 40 кВт; n = 750 мин-1.

На сушилке устанавливаем два вытяжных вентилятора, которые одновременно подают воздух на воздушные завесы. Производительность одного вентилятора

V1 = (Vзав + Vвоз + Vса)\*(273 + tух)/((273 + tн)\*2); (3.66)

V1 = (3788 + 3788 + 12376)\*(273 + 180)/((273 + 15)\*2) = 15691 м3/ч.

Принимаем напор вентиляторов Р = 800 Па.

Выбираем вентилятор Ц4–76 №8 со следующей характеристикой [6, с.152]

Q = 16000 м3/ч; Р = 800 Па; η = 0,84; ω = 100 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле

N = 16000\*800\*1,1/(3600\*1000\*0,84\*0,95\*0,96) = 5,1 кВт.

Выбираем электродвигатель АО2–51–6 [6, с.173]

N = 5,5 кВт; n = 1000 мин-1.

Расход газа в сушильной установке

В = Vпс/Vг; (3.67)

В = 2555/11,17 = 229 м3/ч.

Объем топки

Vт = B\*Qнр/(4\*106); (3.68)

Vт = 229\*35200/(4\*106) = 2 м3.

Принимаем к установке круглую топку

Для сжигания газа выбираем 4 горелки инжекциооные [5, с.216] с производительностью 20 – 60 м3/ч.

Расход воздуха, подаваемого в топку на горение и смешение

Vвт = Vα\*B; (3.70)

Vвт = 52,7\*229 = 12068 м3/ч.

Принимаем напор вентилятора Р = 2500 Па.

Выбираем вентилятор ЦП7–40 №6,3 со следующей характеристикой [6, с.165]

Q = 12100 м3/ч; Р = 2500 Па; η = 0,5; ω = 200 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле

N = 12100\*2500\*1,1/(1000\*3600\*0,5\*0,96\*0,95) = 20,3 кВт

Выбираем электродвигатель типа АО2–71–2 [6, с.173]

N = 22 кВт; n = 3000 мин-1.

**3.3 Расчет камеры охлаждения [7]**

Время принудительного охлаждения изделий

τ = 60\*с\*m\*[ln(t0 - tср) – ln(tk - tср)]/(F\*α), (3.71)

где с – теплоемкость изделия (теплоемкость стали с = 0,48 кДж/кг);

m – масса изделия, m = 300 кг; t0 – начальная температура изделия, t0 = 170 °C; tср – температура охлаждающего воздуха на входе в камеру, tср = 18 °С; tk – конечная температура изделия, tk = 40 °C;

F – поверхность участвующая в теплообмене, F = 80 м2;

α – коэффициент теплоотдачи при принудительном охлаждении, α = 190 кДж/(м2\*ч\*°С).

τ = 60\*0,48\*300\*[ln(170 – 18) – ln(40 – 18)]/(80\*190) = 1 мин.

Ширина камеры охлаждения

В = b + 2\*(0,15 + b1 + 0,1), (3.72)

где b1 – ширина воздуховодов для подачи холодного воздуха.

В = 1,68 + 2\*(0,15 + 0,45 + 0,1) = 3,08 м ≈ 3,1 м.

Высота камеры охлаждения

Н = h + d1 + 0,1, (3.73)

где d1 – высота воздуховодов для подачи холодного воздуха, d1 = 0,75 м.

Н = 1,42 + 0,75 + 0,1 = 2,27 м ≈ 2,3 м.

Длина камеры охлаждения

L = υ\*τ + l, (3.74)

где l – длина изделия, l = 4,35 м.

L = 1,2\*1 + 4,35 = 5,55 м ≈ 5,6 м.

Производительность приточного вентилятора

Vпр = (Gизд\*c + Gтр\*c)\*(t0 – tk)/(св\*(tух – tср)), (3.75)

где tух – температура воздуха на выходе из камеры охлаждения, tух = 35 °С.

Vпр = (18000\*0,48 + 3800\*0,48)\*(170 – 40)/(1,0\*(35 – 18)) = 80019 м3/ч.

Принимаем напор вентилятора Р = 950 Па.

Выбираем вентилятор Ц4–76 №16, со следующей характеристикой [6, с.155]

Q = 82000 м3/ч; Р = 950 Па; η = 0,82; ω = 60 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле (3.17)

N = 82000\*950\*1,1/(1000\*3600\*0,82\*0,96\*0,9) = 33,5 кВт.

Выбираем электродвигатель типа АО2–82–8 [6, с.173]

N = 40 кВт; n = 750 мин-1.

Производительность вытяжного вентилятора

Vвыт = Vпр + 2\*(b + 0,3)\*(h + 0,2)\*Wпр\*3600, (3.76)

где Wпр – скорость воздушного потока в открытых транспортных проемах Wпр = 0,3 м/с .

Vвыт = 80019 + 2\*(1,68 + 0,3)\*(1,42 + 0,2)\*0,3\*3600 = 86947 м3/ч.

Принимаем напор вентилятора Р = 1000 Па.

Выбираем вентилятор Ц4–76 №16, со следующей характеристикой [6, с.155]

Q = 90000 м3/ч; Р = 1000 Па; η = 0,8; ω = 60 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле

N = 90000\*1000\*1,1/(1000\*3600\*0,8\*0,96\*0,9) = 40,2 кВт.

Выбираем электродвигатель типа АО2–92–8 [6, с.173]

N = 55 кВт; n = 750 мин-1.

**3.4 Расчет камеры пневматического распыления [1]**

а) Определение размеров камеры и проемов.

Ширина камеры без гидрофильтра

Вк = Ви + В1 + В2, (3.77)

где В1 – расстояние от изделия до воздухопромывных каналов, В1 = 0,85 м;

В2 – расстояние от изделия до стенки камеры (для камер с поперечным отсосом воздуха В2 = 0,55 м).

Вк = 1,68 + 0,85 + 0,55 = 3,08 м ≈ 3,1 м.

Длину камеры Lк определяем из условий удобства работы в ней и принимаем равной длине гидрофильтра (2400;3400;4200 мм). Lк = 6м.

Высота камеры

Нк = Hи + hп, (3.78)

где hп – расстояние от верха изделия до потолка камеры (принимаем hп = 0,8…1,0 м).

Нк = 1,42 + 1,0 = 2,42 м ≈ 2,5 м.

Из условий работы камеры принимаем ширину рабочего проема Вр.п. = 0,6 м. Высота рабочего проема

Нр.п. = Ни + (400…500); (3.79)

Нр.п. = 1,42 + 0,4 = 1,82 м ≈ 1,85 м.

Ширина транспортного проема для ввода и вывода изделий

Вт.п. = Ви + 2\*Вз, (3.80)

где Вз – расстояние между изделием и проемом по ширине, Вз = 0,15…0,2м.

Вт.п. = 1,68 + 2\*0,15 = 1,98 м ≈ 2 м.

Высота транспортного проема

Нт.п. = Ни + 2\*hз, (3.81)

где hз – расстояние между изделием и проемом по высоте, hз = 0,1…0,2 м.

Нт.п. = 1,42 + 2\*0,15 = 1,72 м ≈ 1,75 м.

б) Определение объема удаляемого из камеры воздуха.

Расчетный объем (м3/ч) удаляемого из камеры воздуха для камер с поперечным отводом воздуха определяется по средним скоростям его движения в рабочем и транспортных проемах способа и состава лакокрасочного материала:

V = 3600\*υ\*F, (3.82)

где υ – скорость воздуха в проемах, м/с;

F – площадь сечения проемов.

Принимаем скорость воздуха в открытых проемах υ = 1,3 м/с.

Площадь сечения открытых проемов при перекрытии их изделием на 30 %

F = 0,95\*1,75\*2\*0,7 + 1,42\*1,85 = 5 м2.

V = 3600\*1,3\*5 = 23400 м3/ч.

По объему удаляемого воздуха выбираем гидрофильтр

Высота гидрофильтра Нг = 2,5 м.

Ширина гидрофильтра Вг = 1 м.

Длина гидрофильтра

Lг = V/(3600\*υпр.к.\*0,5\*Вг\*К), (3.83)

где υпр.к. – скорость воздуха в воздухопромывном канале, υпр.к. = 5…6,5 м/с; К – коэффициент живого сечения гидрофильтра (принимаем К = 0,9).

Lг = 23400/(3600\*0,5\*1\*6\*0,9) = 2,4 м.

в) Гидравлический расчет.

Общий объем воды, рециркулирующий по экрану и полуцилиндрам гидрофильтра, определим по количеству проходящего через него воздуха из расчета 2,5 л воды на 1 м3 удаляемого воздуха

Vв = 0,0025\*V; (3.84)

Vв = 0,0025\*23400 = 58,5 м3/ч.

Объем воды, рециркулирующей по экрану гидрофильтра

Vэ = 3600\*υв\*b\*δ, (3.85)

где υв – скорость течения воды по экрану (принимаем υв = 1 м/с);

b – ширина водяной завесы, b = Lг = 2,4 м;

δ – толщина водяной завесы (принимаем δ = 0,003 м).

Vэ = 3600\*1\*2,4\*0,00326 м3/ч.

Объем воды, рециркулирующей по полуцилиндрам

Vпц = Vв – Vэ; (3.86)

Vпц = 58,5 – 26 = 32,5 м3/ч.

При расходе воды 58,5 м3/ч диаметр трубы 3́́ ́

По длине водораспределительной трубы с определенным шагом расположены патрубки диаметром 30–40 мм. Число n патрубков, подающих воду на экран

n = Vэ/(3600\*υи\*f), (3.87)

где υи – скорость истечения (принимаем υи = 1 м/с);

f – площадь сечения патрубка, м2.

n = 26/(3600\*1\*0,00113) = 6,4.

Принимаем n = 7. Число патрубков, подающих воду к полуцилиндрам

n = Vпц/(3600\* υи\*f); (3.88)

n = 32,5/(3600\*1\*0,00113) = 7,99.

Принимаем n = 8.

Выбираем насос ОХ6–54Г со следующей характеристикой [10, с.14]

Q = 60 м3; η = 0,8.

Выбираем электродвигатель АО–102–6м со следующей характеристикой [10, с.14]

Nн = 125 кВт; n = 1500 мин-1.

г) Выбор вентиляционных устройств.

По объему удаляемого из камеры воздухаподбираем центробежный вентилятор Ц4 – 76 №12,5 со следующей характеристикой [6, с.154]

Q = 25000; Р = 700 Па; η = 0,8; ω = 60 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле (3.17)

N = 25000\*700\*1,1/(3600\*1000\*0,8\*0,96\*0,95) = 7,3 кВт.

Выбираем электродвигатель АО2–61–8 [6, с.173]

N = 7,5 кВт; n = 750 мин-1.

д) Выбор краскораспылительной аппаратуры.

По каталогам в соответствии с необходимой производительностью камеры выбираем краскораспылительную аппаратуру:

– Ручные пневматические краскораспылители типа С–765 – 2 шт., [4, с. 4];

– Очиститель воздуха С–418А – 2 шт., [5 с. 316];

– Шланги для подачи сжатого воздуха и лакокрасочного материала – 10 м.

**3.5 Расчет камеры электростатического распыления [1]**

а) Выбор распылителей и дозирующих устройств.

Тип устанавливаемых в камере распылителей выбирают с учетом формы окрашиваемого изделия, производительности камеры и вида наносимого материала. Число n распылителей, устанавливаемых в камере, рассчитывают по их производительности и норме расхода краски для изделий соответствующей группы сложности:

n = S0\*N/q, (3.89)

где S0 – площадь окрашиваемой поверхности в 1 мин, м2;

N – норма расхода материала, г/м2;

q – производительность одного распылителя г/мин.

Производительность одного распылителя

q = π\*dн\*qн, (3.90)

где dн – диаметр распыляющего насадка, см;

qн – удельный расход материала на 1 см коронирующей кромки в мин, г\*см-1\*мин-1.

Для нанесения грунтовки ЭП–0270 при общей производительности камеры 1200 м2/ч выбираем электромеханический распылитель с грибковой коронирующей насадкой (qн = 2 г\*см-1\*мин-1), dн = 10 см.

q = 3,14\*10\*2 = 62,8 г/мин.

n = 20\*33,3/62,8 = 10,6.

Принимаем n = 12.

Для питания двенадцати распылителей необходимы четыре дозирующие установки типа ДХК.

б) Определение размеров камеры

Ширина камеры

Вк = Ви + 2\*В + 2\*lр + 2\*Вп, (3.91)

где В – расстояние между изделием и коронирующим насадком, В = 0,25…0,3 м;

lр – длина части распылителя, находящейся под высоким напряжением,

lр = 0,2…0,35 м;

Вп – расстояние между стенкой камеры и токоведущими частями распылителя, Вп = 1,0…1,3 м.

Вп = 1,68 + 2\*0,3 + 0,3 + 2\*1,1 = 4,78 м ≈ 4,8 м.

Длина камеры при установке распылителей по обе стороны от конвейера

Lк = (0,4…0,5)\*n+ 2; (3.92)

Lк = 0,5\*10 + 2 = 7 м.

Высота камеры

Нк = Ни + hп, (3.93)

где hп – расстояние от верха изделия до потолка камеры, hп = 0,8…1,0 м.

Нк = 1,42 + 1,0 = 2,42 м ≈ 2,5 м.

в) Определение размеров проема для ввода и вывода изделий.

Ширина транспортного проема

Впр = Ви + 2\*Вз, (3.94)

где Вз – расстояние между изделием и проемом, Вз = 0,15…0,2 м.

Впр = 1,68 + 2\*0,2 = 2,08 м ≈ 2,1 м.

Высоту проема Нпр = 2,5 м принимаем равной высоте камеры Нк.

г) Определение объема удаляемого из камеры воздуха и выбор вентиляционных устройств.

Расчетный объем удаляемого из камеры воздуха

V = 3600\*υ\*F, (3.95)

где υ – скорость воздуха в проемах, υ = 0,4…0,5 м/с;

F – площадь сечения проемов, м2 (принимают с учетом перекрытия их изделием).

При ширине открытого проема Впр = 2,1 м и высоте Нпр = 2,5 м площадь проема составит 2,1\*2,5 = 5,25 м2. Площадь проема, перекрываемая изделием, составляет около 30 % площади поперечного сечения изделия: 1,8\*1,42\*0,3 = 0, 72 м2

Следовательно, площадь, с которой происходит отсос воздуха, составляет 5,25 – 0,72 = 4,53 м2.

Объем отсасываемого воздуха из двух проемов

V = 3600\*0,5\*2\*4,53 = 16308 м3/ч.

Принимаем напор вентилятора Р = 800 Па.

Выбираем вентилятор Ц4–76 №12,5 со следующей характеристикой

Q = 16500 м3/ч; Р = 800 Па; η = 0,7; ω = 60 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле (3.17)

N = 16500\*800\*1,1/(1000\*3600\*0,7\*0,96\*0,95) = 6,32 кВт.

Выбираем электродвигатель типа АО2–61–8 [6, с.173]

N = 7,5 кВт; n = 750 мин-1.

**3.6 Расчет конвективной сушильной установки для сушки второго слоя грунта [7]**

а) Определение размеров сушильной камеры.

Ширина транспортного проема определяется по формуле (3.31)

b1 = 1,68 + 2\*0,15 = 1,98 м ≈ 2 м.

Высота транспортного проема определяется по формуле (3.32)

h1 = 1,42 + 2\*0,1 = 1,62 м ≈ 1,7 м.

Ширина камеры (с учетом размещения воздуховодов) определяется по формуле (3.33)

В = 1,68 + 2\*0,7 = 3,08 м ≈ 3,1 м.

Длина камеры определяется по формуле (3.34)

L = 1,2\*20 +2\*1,5 = 27 м.

Высота камеры определяется по формуле (3.35)

Н = 1,42 + 0,8 + 1,32 = 3,54 м ≈ 3,6м.

Размеры проема в месте прохождения конвейера с учетом размеров каретки bз = 0,3 м; hз = 0,4 м.

Площадь транспортного проема определяется по формуле (3.36)

Fпр = 2\*1,7 + (2 + 0,3)/2\*(1,32 – 0,1 – 0,4) + 0,3\*0,4 = 4,7 м2.

Поверхность стен сушильной камеры определяется по формуле (3.37)

F1 = 2\*(27 +3,1)\*3,6 – 2\*4,7 = 207 м2.

Поверхность потолка и пола сушильной камеры определяется по формуле (3.38)

F2 = 2\*27\*3,1 = 167 м2.

Поверхность наружных воздуховодов определяется по формуле (3.39)

F3 = 2\*27 = 54 м2.

б) Расход теплоты в сушильной камере.

Тепловые потери через внешние ограждения камеры определяется по формуле (3.40)

В качестве теплоизоляции выбираем минеральную вату (слой толщиной 0,08 м). Тогда коэффициенты теплопередачи [1, с. 217], кДж/(м2\*ч\*°С)

k1 = k2 = 3,73; k3 = 7,54.

W1 = (207\*3,73 + 167\*3,73 + 54\*7,54)\*(150 – 15) = 243292 кДж/ч.

Расход тепла на нагрев изделий и транспорта определяется по формуле (3.41)

Значения t2изд и t2тр рассчитываем по формуле (3.42)

Учитывая, что Sизд = 0,0014 м; Sтр = 0,005 м, тогда

0,33 = 0,0014\*7800\*0,48/(1\*29,3)\*2,3\*lg[(150 – 15)/(150 – t2изд)];

0,33 = 0,005\*7800\*0,48/(1\*2,93)\*2,3\*lg[(150 – 15)/(150 – t2тр)].

Решая эти уравнения, получим

t2изд = 129 °C и t2тр = 70°С.

W2 = 18000\*0,48\*(129 – 15) + 3800\*0,48\*(70 – 15) = 1085280 кДж/ч.

Расход теплоты на нагрев и испарение растворителя с изделий определяется по формуле (3.43)

Массу растворителя, поступающую с изделиями в камеру, определяем по формуле (3.44)

Gв = 0,1\*4800 = 480 кг/ч.

W3 = 480\*[4,19\*(150 – 15) + 350] = 1421462 кДж/ч.

Расход теплоты на нагрев свежего воздуха определяется по формуле (3.45)

Масса воздуха, врывающегося через открытые проемы Gвоз, при наличии воздушных завес, если принято, что Gзав/Gвоз = 1 (где Gвоз = Gзав – масса воздуха подаваемого на воздушную завесу) рассчитывается по формуле (3.46) [1, с. 235]

Коэффициент μ зависит от типа завесы (односторонняя или двухсторонняя), а так же от соотношения Gзав/Gвоз и Fщ/Fпр (где Fщ – площадь щели завесы, через которую выходит воздух, м2) и угла выхода струи завесы к плоскости проема.

Для расчета принимаем: размеры щели воздушной завесы 2,42 x 0,015 м (завесу устанавливаем по всей высоте проема с двух сторон); угол выхода струи завесы к плоскости проема α = 45°; температура смеси в проеме 75 °С. Тогда плотность воздуха будет равна, кг/м3 ρн = 1,226; ρвн = 0,946; ρсм = 1,013 [2, с.10]. Отношение Fщ/Fпр определяем по формуле (3.47)

Приведенную ширину проема определяем по формуле (3.48)

Суммарную высоту проема определяем по формуле (3.49)

hпр = 1,32 + 2,42 + 0,1 = 3,84 м.

b́́ ́ = 4,7/3,84 = 1,22 м.

Fщ/Fпр = 2\*0,015/1,22 = 1/40,6.

Расстояние от нейтральной линии до низа проема определяем по формуле (3.50)

hнл = 4,7/2\*2 = 1,8 м.

С учетом вышеуказанных условий получаем μ = 0,160 [4, с.40].

Gвоз = Gзав = 2/3\*3600\*0,160\*2\*1,18\*(2\*9,81\*1,18\*(1,226 – 0,946)\*1,013)0,5 = 2322 кг/ч.

Расход воздуха через два проема

Ǵвоз = 2\*Gвоз = 2\*2322 = 4644 кг/ч.

Объемный расход воздуха через два проема определяем по формуле (3.51)

Vвоз = 4644/1,226 = 3788 м3/ч.

W4 = 4644\*1,0\*(150 – 15) = 626940 кДж/ч.

Общий расход теплоты определяем по формуле (3.52)

∑W = (243292 + 1085280 + 1421462 + 626940)\*1,2 = 4052369 кДж/ч.

в) Расчет горения топлива.

Теоретический объем продуктов сгорания при сжигании 1 м3 газа определяем по формуле (3.53)

Vог = 1,14\*35200/(4,19\*1000) + 0,25 = 9,83 м3/м3.

Теоретический объем воздуха, необходимый для сжигания 1 м3 газа определяем по формуле (3.54)

Vов = 1,09\*35200/(4,19\*1000) – 0,25 = 8,9 м3/м3.

Действительный объем воздуха, подаваемый для сжигания 1 м3 газа, определяем по формуле (3.55)

Vв = 1,15\*8,9 = 10,2 м3/м3.

Действительный объем продуктов сгорания определяем по формуле (3.56)

Vг = 9,83 + (1,15 – 1)\*8,9 = 11,17 м3/м3.

Удельная энтальпия продуктов сгорания определяем по формуле (3.57)

Iпс = 35200\*0,8/11,17 = 2521 кДж/м3.

Количество воздуха, необходимое для разбавления 1 м3 дымовых газов до температуры сушильного агента (принимаем температуру сушильного агента tса = 400 °С) определяем по формуле (3.58)

X = (2521 – 564)/(535,9 – 1,3\*15) = 3,8 м3/м3.

Расход воздуха на разбавление дымовых газов, получаемых при сгорании 1м3 газа, определяем по формуле (3.59)

Vсм = 11,17\*3,8 = 42,5 м3/м3.

Количество воздуха, идущее на горение и разбавление дымовых газов, определяем по формуле (3.60)

Vα = 10,2 + 42,5 = 52,7 м3/м3.

г) Подбор вентиляторов, топки и горелок.

Объем свежего сушильного агента, поступающего из топки, определяем по формуле (3.61)

Vса = 4052369/(535,9 – 143,4) = 10324 м3/ч.

Объем продуктов сгорания газа, необходимый для ведения процесса, определяем по формуле (3.62)

Vпс = 10324\*(535,9 – 1,3\*15)/(2521 – 1,3\*15) = 2131 м3/ч.

Объем рециркулируемой газовоздушной смеси определяем по формуле (3.63)

Vрец = 10324\*(535,9 – 183)/(183 – 143,4) = 98739 м3/ч.

Производительность рециркуляционного центра определяем по формуле (3.64)

Vрец.ц = (76720 + 10324)\*(273 + 180)/(273 + 15) = 136913 м3/ч.

Производительность вытяжного центра определяем по формуле (3.65)

Vвц = (3788 + 10324)\*(273 + 150)/(273 + 15) = 20727 м3/ч.

На сушилке устанавливаем один рециркуляционный вентилятор. Принимаем напор вентиляторов Р = 1000 Па.

Выбираем рециркуляционный вентилятор Ц4 – 76 №16 со следующей характеристикой [6, с.155]

Q = 138000 м3/ч; Р = 1000 Па; η = 0,65; ω = 75 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле (3.17)

N = 138000\*1000\*1,1/(3600\*1000\*0,65\*0,96\*0,95) = 71,1 кВт.

Выбираем электродвигатель АО2–92–6 [6, с.173]

N = 75 кВт; n = 1000 мин-1.

На сушилке устанавливаем два вытяжных вентилятора, которые одновременно подают воздух на воздушные завесы. Производительность одного вентилятора определяем по формуле (3.66)

V1 = (3788 + 3788 + 10324)\*(273 + 150)/((273 + 15)\*2) = 13145 м3/ч.

Принимаем напор вентиляторов Р = 700 Па.

Выбираем вентилятор Ц14–46 №5 со следующей характеристикой [6, с.158]

Q = 14000 м3/ч; Р = 700 Па; η = 0,6; ω = 75 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле (3.17)

N = 14000\*700\*1,1/(3600\*1000\*0,6\*0,95\*0,96) = 5,47 кВт.

Выбираем электродвигатель АО2–61–6 [6, с.173]

N = 7,5 кВт; n = 750 мин-1.

Расход газа в сушильной установке определяем по формуле (3.67)

В = 2120/11,17 = 190 м3/ч.

Объем топки определяем по формуле (3.68)

Vт = 190\*35200/(4\*106) = 1,67 м3.

Принимаем к установке круглую топку

Для сжигания газа выбираем 4 инжекционных горелки [5, с.216] с производительностью 20 – 60 м3/ч.

Расход воздуха, подаваемого в топку на горение и смешение, определяем по формуле (3.70)

Vвт = 52,7\*190 = 10013 м3/ч.

Принимаем напор вентилятора Р = 3000 Па.

Выбираем вентилятор ЦП7–40 №6,3 со следующей характеристикой

Q = 10100 м3/ч; Р = 3000 Па; η = 0,35; ω = 200 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле (3.17)

N = 10100\*3000\*1,1/(1000\*3600\*0,35\*0,96\*0,95) = 29 кВт

Выбираем электродвигатель типа АО2–72–2 [6, с.173]

N = 30 кВт; n = 3000 мин-1.

**3.7 Расчет камеры охлаждения [7]**

Время принудительного охлаждения изделий определяем по формуле (3.71)

τ = 60\*0,48\*300\*[ln(129 – 18) – ln(40 – 18)]/(80\*190) = 1 мин.

Ширину камеры охлаждения определяем по формуле (3.72)

В = 1,68 + 2\*(0,15 + 0,45 + 0,1) = 3,08 м ≈ 3,1 м.

Высоту камеры охлаждения определяем по формуле (3.73)

Н = 1,42 + 0,75 + 0,1 = 2,27 м ≈ 2,3 м.

Длину камеры охлаждения определяем по формуле (3.74)

L = 1,2\*1 + 4,35 = 5,55 м ≈ 5,6 м.

Производительность приточного вентилятора определяем по формуле (3.75)

Vпр = (18000\*0,48 + 3800\*0,48)\*(129 – 40)/(1,0\*(35 – 18)) = 54782 м3/ч.

Принимаем напор вентилятора Р = 900 Па.

Выбираем вентилятор Ц4–76 №16, со следующей характеристикой [6, с.155]

Q = 55000 м3/ч; Р = 900 Па; η = 0,8; ω = 50 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле (3.17)

N = 55000\*900\*1,1/(1000\*3600\*0,8\*0,96\*0,9) = 20,7 кВт.

Выбираем электродвигатель типа АО2–81–8 [6, с.173]

N = 22 кВт; n = 750 мин-1.

Производительность вытяжного вентилятора определяем по формуле (3.76)

Vвыт = 54782 + 2\*(1,68 + 0,3)\*(1,42 + 0,2)\*0,3\*3600 = 61710 м3/ч.

Принимаем напор вентилятора Р = 850 Па.

Выбираем вентилятор Ц4–76 №16, со следующей характеристикой [6, с.155]

Q = 62000 м3/ч; Р = 850 Па; η = 0,82; ω = 50 с-1.

Требуемую мощность электродвигателя рассчитываем по формуле (3.17)

N = 62000\*850\*1,1/(1000\*3600\*0,82\*0,96\*0,9) = 21,5 кВт.

Выбираем электродвигатель типа АО2–82–8 [6, с.173]

N = 30 кВт; n = 750 мин-1.

**4. Описание технологического процесса**

Процесс грунтования кузова легкового автомобиля состоит из двух основных стадий. Первая стадия заключается в нанесении первого слоя грунта методом катофореза, промывке кузова ультрафильтратом и водой деминерализованной с последующей сушкой покрытия и охлаждением. Вторая стадия заключается в нанесении второго слоя грунта методом пневматического распыления и методом электростатического распыления с последующей сушкой покрытия и охлаждением.

**4.1 Первая стадия**

а) Нанесение первичного грунта методом катодного электроосаждения.

Процесс образования покрытия электроосаждением заключается в осаждении частиц лакокрасочного материала на металлические поверхности кузова из водного раствора под действием тока.

При катофорезном методе окраски на кузов (катод) подается отрицательный заряд с помощью специальной клеммы и токоведущей каретки, передвигающейся синхронно с кузовом по вспомогательному конвейеру.

Основные реакции, протекающие в процессе электроосаждения:

Электролиз (разложение) воды на катоде (кузове):

2Н2О +2е → Н2↑ + 2ОН –

На аноде:

Н2О → О2↑ + 4Н+ + 4е

Чтобы связующая смола была растворима в воде, ее нейтрализуют кислотами:

П-(NR2)n + НСООН ↔ П-(NR2H)n+ + HCOO‾

Осаждение частиц ЛКМ на металлическую поверхность из водного раствора под воздействием тока (образование пленки):

П-(NR2H)n+ + OH ‾ → П-(NR2)n↓ + H2O

Растворимая ионизированная `Нерастворимая частица ЛКМ

молекула смолы на поверхности металла.

Отвод кислоты из раствора под действием тока через диализные карманы:

**HCOO– +H**+ **→ HCOOH**

Условия проведения процесса электроосаждения:

1) Продолжительность электроосаждения, τ = 2 мин;

2) Температура грунта, t = 30 – 35°С;

3) Водородный показатель грунта, рН = 5,7 – 6,1;

4) Напряжение:

1 ступень – 200 – 300 В,

2 ступень – 220 – 400 В;

5) Сила тока, I = 0 – 700 А.

б) Промывка кузова ультрафильтратом и водой деминерализованной.

Промывка необходима для удаления с изделия избытка лакокрасочного материала и пены. Промывка состоит из трех промывочных зон. На контур в первой зоне промывки подается деминерализованная вода. На контуры второй зоны промывки подается чистый фильтрат, то есть низкомолекулярные жидкости отделенные от высокомолекулярного грунта на установке ультрафильтрации. На контуры третьей зоны промывки подается деминерализованная вода.

в) Сушка катофорезного покрытия.

После зоны промывки кузова обдуваются сжатым воздухом и поступают в камеру демонтажа токоподводящей каретки. В камере производится отсоединение токоведущей каретки и кузов поступает в сушильную камеру.

Сушка покрытия заключается в образовании поперечных связей (сетчатой структуры) между молекулами связующего и испарении влаги из пленки.Сушка осуществляется в конвекционной сушильной камере. В камеру сушки подается смесь воздуха и топочных газов, получаемых в процессе сжигания природного газа. Продолжительность сушки – 30 минут, температура сушки – 180 °С. Отработанная газовоздушная смесь выбрасывается в атмосферу.

г)Охлаждение

После камеры сушки грунтованный кузов поступает в камеру охлаждения. В камере охлаждения кузов обдувается холодным воздухом. Время охлаждения – 1 мин, температура кузова после выхода из камеры охлаждения – 40 °С.

**4.2 Вторая стадия**

а)Пневматическое распыление вторичного грунта.

Проводится с помощью пневматических распылителей (пистолетов) типа С–765. Данная операция необходима для нанесения вторичного грунта в места которые не может прогрунтовать автоматическая установка при электростатическом методе нанесения. Маляры расположены по обе стороны от конвейера.

б)Нанесение вторичного грунта на кузов методом электростатики.

Кузов легкового автомобиля заземляется через конвейер, а из автоматической установки распыляются заряженные частицы вторичного грунта. На установке электростатического распыления 12 грибковых распылителей, распылители расположены по обе стороны от конвейера. Два распылителя расположены над кузовом легкового автомобиля, два снизу и по четыре грибковых распылителя с боков.

в)Сушка второго слоя грунта.

Сушка покрытия заключается в образовании сетчатой структуры и испарении растворителя из пленки.Сушка осуществляется в конвекционной сушильной камере. В камеру сушки подается смесь воздуха и топочных газов, получаемых в процессе сжигания природного газа. Продолжительность сушки – 20 минут, температура сушки – 150 °С. Отработанная газовоздушная смесь отправляется на каталитический дожиг, так как она содержит органический растворитель.

г)Охлаждение

После камеры сушки грунтованный кузов поступает в камеру охлаждения. В камере охлаждения кузов обдувается холодным воздухом. Время охлаждения – 1 мин, температура кузова после выхода из камеры охлаждения – 40 °С.

**5. Техника безопасности**

**5.1 Утилизация отходов**

Ванна катодного электроосаждения снабжена установкой ультрафильтрации. Применение ультрафильтрации в установках электроосаждения позволяет значительно уменьшить потери лакокрасочного материала и свежей воды, упростить обслуживание ванны. В процессе ультрафильтрации пигменты и пленкообразователи отделяются от низкомолекулярных веществ (воды, органических растворителей и других продуктов нейтрализации грунта). Пигменты и пленкообразователи подаются в ванну, а низкомолекулярные вещества подаются на промывку кузова от избытка лакокрасочного материала. В дальнейшем ультрафильтрат идет на локальные очистные сооружения. Отработанная дименирализованная вода применяемая так же для промывки кузова поступает на локальные очистные сооружения. Ультрафильтрат и отработанная дименирализованная вода являются кислыми стоками.

Газовоздушная смесь, используемая в качестве сушильного агента в конвективной сушильной установке применяемой для сушки второго слоя грунта, содержит органические растворители. Отработанную газовоздушгую смесь необходимо отправлять на каталитический дожиг. А газовоздушная смесь, используемая для сушки первого слоя грунта, не содержит вредных веществ. Отработанная газовоздушная смесь выбрасывается в атмосферу.

Воздух, используемый в качестве хладогента в камерах охлаждения, можно использовать в калориферах для обогрева помещений в холодные времена года.

Вода, используемая в качестве уловителя лакокрасочного материал в камерах пневматического и электростатического распыления, а так же вода подаваемая на гидрофильтры, содержит частички лакокрасочного материала. Вода загрязненная частичками лакокрасочного материала подается на деконтацию, где лакокрасочный материал коагулируют и очищенную таким образом воду можно вновь подавать в камеры пневматического и электростатического распыления и на гидрофильтры. Скоагулированный лакорасочный материал можно использовать для получения неответственных покрытий.

Кондиционированный воздух подаваемый в камеру пневматического распыления загрязняется лакокрасочным материалом. Загрязненный воздух проходит через гидрофильтры и выбрасывается в атмосферу.

**5.2 Техника безопасности при работе в камерах пневматического распыления**

1) К работе по подготовке поверхности и нанесению лакокрасочных материалов допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие предварительный при поступлении на работу медицинский осмотр, вводный и первичный инструктажи на рабочем месте, обучение, проверку знаний и стажировку.

2) Вентиляторы вытяжных систем могут быть изготовлены с получением соответствующих сертификатов и применяться в соответствии с категорией помещений с выбросом воздуха за пределы помещений.

3) Все лица, работающие с лакокрасочными материалами, должны быть обеспечены в соответствии с типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты: спецодеждой, спецобувью, средствами защиты рук по ГОСТ 12.4.103 (при изготовлении - комбинезоном, брезентовым фартуком, при нанесении пневмораспылением - средствами защиты органов зрения - очками типа ЗП по ГОСТ 12.4.013, средствами защиты органов дыхания по ГОСТ 12.4.034 и респираторами РМП-62, мужскими и женскими костюмами для маляров). Руки следует защищать резиновыми перчатками, надетыми поверх хлопчатобумажных перчаток. Все лица, работающие с лакокрасочными материалами, должны регулярно проходить в установленном порядке периодические медицинские осмотры.

4) При нанесении покрытий пневмораспылением перед началом работ аппараты и шланги следует проверить и испытать на давление, превышающее в 1,5 раза рабочее. Манометры на пневматических окрасочных аппаратах должны быть опломбированы.

5) При пневматической окраске необходимо работать в исправной, плотно застегнутой спецодежде и головном уборе (шлем) или в платке (для женщин). Не допускается ношение одежды из синтетических материалов (нейлон, перлон и т.д.), шелка, способствующих электризации, а также колец и браслетов, на которых аккумулируются заряды статического электричества.

6) В окрасочных цехах должны быть аптечки с набором медикаментов и перевязочных средств, для оказания первой (доврачебной) помощи при несчастных случаях. На видных местах вывешивать плакаты с правилами оказания первой помощи.

7) Работа маляров, связанная с окраской ручными распылителями, должна относиться к категории средней тяжести.

**Список используемой литературы**

1. Гоц В.Л. Оборудование цехов по нанесению полимерных покрытий. – М.: Машиностроение, 1980. – 279 с.

2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1976. – 552 с.

3. Сборник справочных таблиц для курсового и дипломного проектирования / Сост.: Л.Н. Лейбзон – Ярославль, ЯПИ, 1976. – 61 с.

4.Справочные таблицы оборудования цехов окраски: Методические указания / Сост.: В.Д. Сухов, В.М. Тересов. – Ярославль, ЯПИ, 1987. – 34 с.

5. Альбом оборудования окрасочных цехов / Сост.: С.И. Борисенко, В.И. Майзель, В.П. Окунь и др. – М.: - Химия, 1975 – 320 с.

6. Калинушкин М.П. Насосы и вентиляторы. – М.: Высшая школа, 1987. – 176 с.

7. Примеры расчетов оборудования цехов окраски: Методические указания для курсового и дипломного проектирования / Сост. : В.М. Тарасов, В.Д. Сухов. – Ярославль, 1986. – 32 с.

8. Оборудование и установки цехов окраски: методические указания по курсовому проектированию / Сост.: М.М. Могилевич, Р.К. Абрамян, В.И. Кузьмичев, В.И. Бунтова. – Ярославль, ЯПИ, 1978 – 48 с.

9. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Под ре. Ю.И. Дытнерского. – М.: – Химия, 1983. – 272 с.

10. СТО 706 – 2006. Проекты курсовые и дипломные: Требования к оформлению графической части дипломных и курсовых проектов химико-технологических специальностей. – Ярославль: ЯГТУ, 2006. – 59 с.