*ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ*

*КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ*

Институт нефти и химии

Факультет химических технологий

Кафедра технологии электрохимических процессов

***КУРСОВОЙ ПРОЕКТ***

*(пояснительная записка на листах)*

*ТЕМА:* **Хромирование деталей на подвесках**

*Выполнила*

*студентка гр.4242-31Зиятова Д.Л.*

*ПроверилГильманшин Г.Г.*

*Казань, 2009*

**Содержание**

Введение

1. Параметры контракта

1.1 Характеристика деталей

1.2 Назначение покрытия

1.3 Технические условия на обработку деталей

1.4 Технические условия на заготовку

1.5 Технические условия на готовую продукцию

1.6 Требования к внешнему виду после нанесения покрытия

1.7 Требования к медному покрытию

1.8 Требования к никелевому покрытию

1.9 Требование к хромовому покрытию

2. Параметры действующего гальвано – химического производства

2.1 Основные параметры операций технологического процесса

2.2 Рабочие параметры основного оборудования

2.3Продолжительность процесса

2.4 Количество автооператоров

2.5 Составление растворов и электролитов

2.6 Неполадки в работе ванн хромирования

3. Контроль производства

3.1 Контроль качества покрытий

3.2 Контроль производства

3.3 Техника безопасности и охрана труда

4. Технологические расчеты

4.1 Расчет продолжительности основных операций

4.2 Расчет расхода химических веществ

4.3 Расход анодов

4.4 Расход воды

5. Расчет энергозатрат на производство операций

5.1 Выбор источников постоянного тока

5.2 Расход пара и сжатого воздуха

5.3 Расход сжатого воздуха

5.4 Вентиляция

5.5 Расход электроэнергии

6. Экологическая оценка производства

7. Обезвреживание сточных вод

8. Автоматизация производства

8.1 Концепция автоматизации производства

8.2 Краткая операционная схема технологического процесса

## 8.3 Контур регулирования температуры

## 8.4 Контроль расхода воды

## 8.5 Контур контроля и регулирования уровня

8.6 Регулирование плотности тока

9. Финансовая оценка проектных решений

9.1 Характеристики цеха

9.2 Расходы на инвестиции в автоматизацию производства

9.3 Производственный персонал

9.4 Численность и фонд зарплаты работающих

9.5 Зарплата вспомогательных рабочих

9.6 Фонд зарплаты итр, моп и служащих

9.7 Расход электроэнергии

9.8 Расход пара на технологические нужды

9.9 Расход воды на технологические нужды

9.10 Нормы расхода сырья и основных материалов на калькуляционную единицу

9.11 Цеховые расходы

9.12. Калькуляция затрат на выполнение заказа

9.13. Смета расходов на содержание и эксплуатациюоборудования

**Введение**

Коррозия металлов, т.е. разрушение вследствие электрохимического или химического воздействия среды, причиняет народному хозяйству огромный вред. Ежегодно из-за коррозии выбывает из строя около 33% всего вырабатываемого металла. Считают, что примерно 60% корродированного металла используется для повторной переработки в металлургической промышленности. Таким образом, безвозвратные потери металла составляют около 10% от всего вырабатываемого металла. К этому следует добавить преждевременный выход из строя, пораженных коррозией инженерных сооружений, судов, машин, приборов, станков, а также вызываемые коррозией несчастные случаи, например взрывы котлов, обрушивание строительных ферм, аварии судов и т.п.

На защиту от коррозии ежегодно расходуются огромные суммы, исчисляемые миллиардами рублей.

Вопросы борьбы с коррозией приобретают особо важное значение в связи с резким увеличением количества выплавляемого металла, производства машин, станков, расширением строительства.

Для снижения потерь металла и предохранения изделий от коррозии наряду с использованием химически стойких материалов широко применяются различные виды защитных покрытий: лакокрасочные, металлические, оксидные и ряд других.

*Лакокрасочные покрытия* получают путем нанесения на поверхности деталей или изделий пленки лака или краски.

*Оксидирование, фосфатирование, хроматирование* заключаются в создании на поверхности металла неорганической защитной пленки путем химической или электрохимической обработки деталей в специальных растворах.

*Гальванические покрытия* получают путем осаждения при помощи тока на поверхности деталей слоя металла из электролитов, содержащих ионы данного металла.

*Диффузионный способ* нанесения металлических покрытий основан на диффузии в поверхностные слои деталей какого-либо металла или сплава при высокой температуре.

*Химический способ* позволяет наносить покрытия из металлов или сплавов без применения электрического тока. Осуществляется это с помощью веществ, способных восстанавливать металлы из растворов их солей.

Из перечисленных покрытий наиболее широкое использование в промышленности нашли лакокрасочные и гальванические покрытия./3/

Гальванические покрытия по механическим свойствам, чистоте, коррозийной стойкости и экономичности являются одними из наилучших. Возможность регулирования толщины слоя путем изменения продолжительности процесса и плотности тока. Возможность уменьшения расхода цветных металлов на покрытие поверхности выгодно отличают гальванический метод от других.

Гальванические покрытия могут применяться не только для защиты деталей от коррозии, но и для придания их поверхности ряда ценных специальных качеств: повышенной поверхностной твердости, износостойкости, улучшенных антифрикционных свойств, высокой отражательной способности и т.д.

Российские ученые являются основоположниками многих важнейших методов нанесения покрытий. Создание гальванотехники – заслуга русского ученого академика Б.С. Якоби. Работы В.В. Петрова, Э.Х. Ленца и других крупных русских ученых явились основой развития химических и электрохимических методов защиты металлов. Большой вклад в развитие гальваностегии внесли своими теоретическими и практическими работами советские ученые В.А. Кистяковский, Н.А. Изгарышев, Г.В. Акимов, Ю.В. Баймаков, Н.П. Федотьев, В.И. Лайнер, Н.Т. Кудрявцев, К.М. Горбунова и многие другие.

***История******ОАО «Казанькомпрессормаш»***

ОАО «Казанькомпрессормаш» является крупнейшим компрессоростроительным предприятием России. Сегодня это современное, динамично развивающееся предприятие, создающее высоко-эффективную продукцию.

58-летний опыт проектирования компрессорного оборудования, квалифицированные научные, инженерные и рабочие кадры позволяют в настоящее время изготавливать компрессоры, соответствующие современному мировому уровню.

Весной 1947 года на северной окраине г. Казани началось строительство Казанского компрессорного завода. 17 июля 1951 года был отгружен первый поршневой кислородный компрессор 2РК-1,5/220. Эта дата считается днем основания Казанского компрессорного завода.

В 1956г. создание самостоятельного хозрасчетного специального конструкторского бюро по компрессоростроению – СКБК.. Это позволило сосредоточить проектирование компрессорной техники для Казанского компрессорного завода в г. Казани.

 ***1958 – 1966 г***. Началось производство мощных турбокомпрессоров, циркуляционных компрессоров и уникальных турбохолодильных машин большой холодопроизводительности, производство компрессоров для сжатия попутного нефтяного газа для нефтепромыслов Татарии, производства кислородных турбокомпрессоров КТК-12,5/35.

Освоен выпуск хлорного турбокомпрессора для химической промышленности, изготовлен первый образец циркуляционного компрессора типа ЦЦК. По заказу химической промышленности был изготовлен холодильный аммиачный турбоагрегат и холодильные пропановые агрегаты для депарафинизации масел на нефтеперерабатывающих заводах.

***1966 -1970 г.*** В годы восьмой пятилетки завод впервые в СССР приступил к серийному производству винтовых компрессоров. Разработан ряд винтовых компрессоров, основанный на трех базовых диаметрах роторов – 200, 250 и 315 мм, производительностью 10-50 м3/мин, давлением до 0,9 МПа.

 1971 – 1978 г. Был изготовлен новый тип воздушной холодильной машины, работающей за счет сжатия и расширения воздуха с промежуточным отбором тепла в регенераторах - ТХМ1-25 с осевым компрессором и турбиной. Холодильный цикл машины был запатентован за рубежом.

Проведена реконструкция чугунолитейного комплекса.

Завод прекратил производство поршневых компрессоров, полностью сосредоточив усилия на разработке и изготовлении центробежных и винтовых компрессорных машин.

СКБК совместно с заводом разработали типоразмерные ряды центробежных машин унифицированной конструкции (УЦКМ) для любых газов, производительностью 60-600 м3/мин и давлением 0,3-4 МПа.

1972 г. была закуплена лицензия у фирмы «Дрессер-Кларк» на разработку и изготовление компрессоров с вертикальным разъемом корпусов. На базе закупленных лицензий разработаны и освоено изготовление центробежных компрессоров высокого давления для производств «синтез-газа» и для газлифтной добычи нефти.

***1981 -1990 г.*** Освоено производство фреоновых турбохолодильных машин второго поколения типа ТХМВ.

Начато производство воздушных центробежных многовальных мультипликаторных компрессоров.

Разработаны типоразмерные ряды мультипликаторных компрессоров производительностью до 800 м3/мин, конечным давлением до 0,9 МПа.

Освоен выпуск гелиевых винтовых агрегатов для промышленных криогенных установок ИАЭ им. И.В.Курчатова в системах криогенного обеспечения ТОКАМАК-15 и в составе ускорительно-накопительного комплекса в г. Протвино Московской области.

***1991 – 1995 г.*** Наряду с производством крупных воздушных винтовых компрессорных установок созданы мощности для выпуска воздушных винтовых компрессоров малой производительности 1,5-5 м3/мин и давлением до 0,9 МПа.

***1997 г.*** На ОАО «Казанькомпрессормаш» изготовлен нагнетатель УНЦ-16 с приводом от газотурбинного двигателя (ГТД) мощностью 16 МВт и КПД до 38%., который смонтирован в составе агрегата ГПА-16 «Волга» на Помарской КС магистрального газопровода.

По заказу ОАО «Газпром» ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» (переименовано в 1997г.) и ОАО «Казанькомпрессормаш» приступили к модернизации газоперекачивающих нагнетателей, работающих в составе ГПА, ранее изготовленных Сумским МНПО им. М.В. Фрунзе.

**1998 -1999г.** ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» и ОАО «Казанькомпрессормаш», в рамках международного проекта (Россия, Украина, США, Норвегия) по созданию ракетно-космического комплекса морского базирования «Морской старт», спроектировали и поставили четыре многовальных воздушных компрессора Аэроком 43-120/9 0М5. После успешного дебюта разработаны и запущены в эксплуатацию компрессоры с дизельным приводом в ракетно-стартовом комплексе космодрома «Плесецк».

***2000 – 2005 г.*** Казанскими специалистами создан ряд центробежных и винтовых компрессорных установок, в том числе и в блочно-контейнерном исполнении, для компримирования и подачи топливного газа в камеры сгорания газотурбинных двигателей. Впервые в России изготовлены и поставлены винтовые компрессорные установки ТАКАТ с конечным давлением 4,5 МПа для подачи топливного газа в ГТУ Казанской ТЭЦ №1.

**1. Параметры контракта**

**1.1 Характеристика деталей**

*Засов универсальный*

Предназначен для установки на различные запираемые двери в помещениях и на улице при помощи висячих замков.

Масса засова составляет около 60 грамм, площадь поверхности 0,307 дм2.

*Серьга*

Соединительная деталь в виде металлической полосы с отверстиями у концов. Применяется в грузоподъемных машинах, цепных передачах.

Масса серьги составляет около 10 грамм, площадь поверхности 0,116 дм2.

*Кронштейн*

Один из самых распространенных типов навесного оборудования. Кронштейны представляют перекладину с фиксаторами в виде отверстий, шариков, штырьков или крючков.

Масса кронштейна около 200 грамм, площадь поверхности 1,186 дм2.

**1.2 Назначение покрытия**

Электролитическое хромирование является эффективным способом повышения износостойкости трущихся деталей, защиты их от коррозии, а также способом защитно-декоративной отделки. Процесс хромирования широко применяется в сельском хозяйстве.

Большая твердость и особая гладкость хромовых покрытий обусловливают их хорошие антифрикционные свойства: низкий коэффициент трения и высокую износостойкость. Низкий коэффициент трения и высокая твердость хрома позволяют с успехом применять его для исключения задиров при трении вязких, склонных к схватыванию материалов (нержавеющих сталей, титановых сплавов и др.). Этими же свойствами определяется высокая износостойкость хромового покрытия, которая зависит от режима хромирования и условий работы трущихся пар (прирабатываемости, обеспеченности смазкой, давления и относительной скорости). При правильно выбранных условиях хромирования и эксплуатации хромированных деталей износостойкость стальных деталей после хромирования возрастает в три – пять раз.

**1.3 Технические условия на обработку деталей**

Подготовка поверхности детали к защитно-декоративному и износостойкому покрытию хромом имеет много общего. Последовательность технологических операций следующая:

1. механическая обработка поверхности (шлифование или полирование);
2. промывка органическими растворителями для удаления жировых загрязнений и протирка тканью;
3. заделка отверстий и изоляция участков поверхности детали, не подлежащих хромированию;
4. монтаж подвески;
5. обезжиривание;
6. промывка в воде;
7. декапирование.

***Требования к механической подготовке.*** Перед покрытием поверхность детали обрабатывается по тому классу чистоты, который указан для готовой детали.

После механической обработки на поверхности детали не должно быть неметаллических включений, а также раковин, трещин и глубоких рисок, т.к. хром хорошо воспроизводит все эти дефекты.

***Зачеканка отверстий и изоляция поверхности.*** Отверстия, если таковые имеются на поверхности изделия, перед хромированием должны быть закрыты свинцом или другим стойким в хромовой кислоте материалом. В противном случае вокруг отверстия остаются не покрытые хромом участки. Зачеканка производится заподлицо с хромируемой поверхностью. По окончании изоляции, подлежащие хромированию участки, необходимо тщательно очистить от загрязнения лаком. Поверхность зачищают наждачным полотном №0 и 00.

***Монтаж подвески.*** При монтаже подвески на деталь необходимо проследить за тем, чтобы детали не закрывали друг друга и все участки их поверхности, по возможности, одинаково отстояли от поверхности анода.

***Обезжиривание.*** При удалении с поверхности детали жировых загрязнений следует иметь в виду, что стальные закаленные тонкостенные детали, работающие при значительных удельных нагрузках, не допускается обезжиривать на катоде; в этом случае применяется анодное обезжиривание или обезжиривание химическим способом.

***Декапирование*.** Перед хромированием стальные и чугунные детали подвергаются анодному декапированию в течение 30-90 сек. при плотности тока 25-40 а/дм2. Изделия из меди и медных сплавов анодному декапированию не подвергаются.

**1.4 Технические условия на заготовку**

Предварительному осмотру перед покрытием подвергаются только те детали, для которых это предусмотрено технологией контроля. Предварительный осмотр проводиться с профилактической целью для выявления поверхностных дефектов, не допускающих передачу деталей на покрытие. Осмотр деталей осуществляется с помощью лупы.

На поверхности деталей не допускаются:

-неоднородность проката, закатанная окалина, заусенцы;

-расслоения и трещины, выявившиеся после травления, полирования и шлифования;

-поры и раковины, выводящие размеры детали после контрольной зачистки за предельные отклонения.

Если дефекты устранимы, детали передаются на исправление; если детали являются браком, они изолируются и оформляются в установленном порядке.

**1.5 Технические условия на готовую продукцию**

После прохождения всех установленных процессов детали поступают на контрольный пункт, где подвергаются следующим видам контроля, который осуществляют контролеры цеха:

1. *Проверка внешнего вида покрытия.* Контроль осуществляют наружным осмотром. Внешний вид покрытия, его цвет, равномерность и качество полировки должны соответствовать техническим условиям, указанным в инструкциях. Осмотр деталей производится с помощью лупы.
2. *Проверка прочности сцепления покрытия с основным металлом детали.* Для проверки точности сцепления на хромированные и никелированные детали наносят стальным острием две пересекающиеся царапины глубиной до основного металла или подслоя. Если в местах пересечения царапин не наблюдается отслаивания хрома, прочность сцепления можно считать достаточной.
3. *Проверка толщины покрытия.* Толщина покрытия определяется химическими и физическими методами. К химическим методам относятся метод струи и капельный метод. Сущность химических методов заключается в том, что на покрытие подается специальный раствор, который растворяет металл покрытия до основного металла или подслоя. Толщина слоя покрытия определяется по продолжительности растворения металла покрытия. Химические методы не позволяют проводить стопроцентный контроль, т.к. испытываемые детали приходится возвращать на доработку.

**1.6 Требования к внешнему виду после нанесения покрытия**

Толщина покрытия в соответствии с требованиями конструкторской документации.

1. Детали должны иметь защитную поверхность, без вздутий, расслоений, точек, непокрытых зон.
2. Детали должны иметь коррозионную стойкость. Покрытие должно иметь сплошной слой хромового покрытия, пористую, мелкокристаллическую структуру.
3. Цвет защитно-декоративного покрытия без полирования серебристо-серый.
4. Цвет полированного покрытия серебристый с голубоватым оттенком.
5. Цвет твердого (износостойкого) покрытия светло-серый с синеватым или молочно-матовым оттенком.

**1.7 Требования к медному покрытию**

Цвет медного покрытия от светло-розового до темно-красного. Оттенок не нормируется. *Не допускается:* следы не отмытых солей; темные пятна, за исключением пятен от потеков воды; шероховатость; дендридообразные наросты; пузыри; отсутствие покрытия на детали, за исключением мест, отмеченных на чертеже.

Контроль толщины покрытия деталей медью проводить капельным методом. Толщина покрытия, снимаемая за 30сек. При температуре 18-25ºС соответственно 1,01-1,20 мкм. Толщина покрытия в соответствии с требованиями конструкторской документации.

**1.8 Требования к никелевому покрытию**

Цвет никелевого покрытия серебристо-белый с желтоватым оттенком. *Не допускается:* отсутствия покрытия на деталях, за исключением мест отмеченных на чертеже; шероховатость, за исключением незначительной на острых гранях рельефных деталей; пузыри, отслаивание, шелушение; темные полосы, желтые пятна, за исключением следов от водяных потеков; неравномерность блеска, полученного при полировании; следы не отмытых солей.

Контроль толщины покрытия деталей никелем проводить капельным методом. Время выдержки одной капли – 30сек. Толщина покрытия, снимаемая за 30сек. При температуре 18-25ºС соответственно 0,67-0,75мкм. Толщина покрытия в соответствии с требованиями конструкторской документации.

**1.9 Требование к хромовому покрытию**

Цвет защитно-декоративного покрытия без полирования серебристо-серый. Цвет полированного покрытия серебристый с голубоватым оттенком. Цвет твердого (износостойкого) покрытия светло-серый с синеватым или молочно-матовым оттенком. *Не допускается:* отсутствие покрытия, за исключением мест, отмеченных на чертеже и мест контакта детали с подвеской; дендритообразные наросты и шероховатость, за исключением незначительной на острых гранях рельефных деталей, если это не мешает сборке их в узлы; темные полосы и пятна; неравномерность блеска, полученного при полировании; пузыри, отслаивание и шелушение покрытия; следы не отмытых солей.

**2. Параметры действующего гальвано – химического производства**

**2.1 Основные параметры операций технологического процесса**

*Подготовительная.*

Подготовка рабочего мест.

*Промывка органическими растворителями.*

При наличии на деталях большого количества смазки или полированной поверхности детали при необходимости погружаются в ванну с бензином. Детали промываются по одной штуке. Переход повторяется еще один раз в ванночке с чистым бензином.

*Обдувка сжатым воздухом.*

Детали со всех сторон обдуваются сжатым воздухом для удаления остатков влаги. Давление воздуха – 1,5-2атм.

*Сборочная.*

Детали монтируются на медную проволоку (проволока мягкая медная Ø 0,8-1мм) или приспособление.

*Обезжиривание электрохимическое (кроме деталей с полированной поверхностью).*

Зачищаются предварительно все токонесущие штанги от окислов и промываются водой.

Аноды – стальные, покрытые никелем (предварительно чистятся и декапирируют в растворе соляной кислоты 50-100г/л и промываются в воде).

Детали на штангу завешиваются так, чтобы они не экранировали друг друга по отношению к аноду. Нижняя деталь на подвеске должна быть выше нижнего края анода на 50мм; от плоскости или грани детали до анода должно быть 100-150мм.

*Промывка проточной горячей водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Промывка проточной холодной водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Активация (декапирование) – кроме деталей с полированной поверхностью.*

Детали декапирируют в ванне с раствором путем погружения и покачивания их там.

*Промывка проточной холодной водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Травление деталей из меди и ее сплавов (кроме БрБ с окислами.)*

Детали травятся путем неоднократного окунания их в раствор с промежуточной промывкой в воде. При травлении детали не должны касаться друг друга.

*Промывка проточной холодной водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Промывка проточной горячей водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Обдувка сжатым воздухом.*

Детали на подвесках или приспособлениях обдуваются сжатым воздухом для удаления остатков влаги. Давление воздуха 1,5-2атм.

*Сушка.*

Детали завешиваются в шкаф, предварительно нагретый до 70-110ºС и просушиваются. Воздух в шкафу циркулирует.

*Разборка (Демонтаж).*

Детали снимаются с приспособления или проволоки и укладываются в тару.

*Шлифовальная.*

Детали отшлифовываются с целью устранения на них неровностей.

*Промывка органическими растворителями.*

*Обдувка сжатым воздухом.*

Детали со всех сторон обдуваются сжатым воздухом для удаления остатков влаги. Давление воздуха – 1,5-2атм.

*Изоляция мест, не подлежащих покрытию.*

Наносится эмаль на места, не подвергающиеся хромированию при помощи кисточки. Детали держат так, чтобы они были минимально захвачены.

*Сушка естественная.*

Сушатся на воздухе до полного высыхания эмали.

*Сборочная.*

Детали монтируется на медную проволоку (проволока мягкая медная Ø 0,8-1мм) или приспособление цепочкой или веером (расстояние между деталями 1-3см). Крупные детали (более 150×180) монтируют по 1-2 штуке.

Детали, требующие покрытия с дополнительными анодами независимо от размеров, монтируют по 1 штуке.

*Активация (Декапирование) деталей из меди и ее сплавов (кроме БрБ с окислами.)*

Детали декапирируют в ванне с раствором путем погружения и покачивания их там.

*Промывка проточной холодной водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Меднение.*

Предварительно зачищают от окислов все токонесущие штанги.

Чистятся аноды, смывают водой и декапирируют в соляной кислоте.

Аноды помещаются в мешки из ткани «хлорин» и завешиваются на специальные крючки так, чтобы они не были в электролите.

При завешивании деталей в ванну, следят, чтобы детали не экранировали друг друга по отношению к аноду, чтобы детали не касались друг друга.

Детали с внутренними полостями или отверстиями (диаметром более 12мм и длиною более 20мм) покрываются с дополнительными анодами, которые завешиваются внутрь этих полостей или отверстий так, чтобы анод не касался детали. Анод делается в виде стержня нужного размера или пластины. После того как детали подготовлены к покрытию подсчитывают суммарную площадь всех загружаемых деталей в дм2, прибавляют еще 10% этой площади за счет приспособлений и умножают на применяемую плотность тока 2-4 А/дм2.

*Промывка в сборнике непроточной холодной водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Промывка проточной холодной водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Осветление.*

Детали осветляют в ванне с раствором путем погружения и покачивания их там.

*Промывка проточной холодной водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Никелирование.*

Зачищают предварительно все токонесущие штанги от окислов и промывают водой.

С поверхности электролита при помощи фильтровальной бумаги убрают следы жира и прочих загрязнений. Аноды чистят и декапирируют в соляной кислоте. Завешивают аноды на крючки из латуни.

Подвески с деталями завешиваются так, чтобы детали на них были полностью погружены в электролит. Детали с внутренними полостями и отверстиями (диаметром более 12мм и длиною 20мм) покрываются с дополнительными анодами, которые завешиваются внутрь этих полостей или отверстий так, чтобы анод не касался детали. Анод – в виде стержня нужного размера или в виде пластины.

До завешивания деталей в ванну рассчитывают суммарный ток на все одновременно загружаемые детали. Для этого поверхность всех деталей (в дм2) умножают на плотность тока (0,6-0,8 А/дм2).

Детали завешивают в ванну, включают покачивание штанги и источник тока. За 5-7мин до окончания процесса две детали сдаются на проверку толщины покрытия. Если нужная толщина достигнута, -отключают источник тока и выгружают детали из ванны, если нет – процесс продолжают, а проверку производят еще раз. Толщина покрытия должна соответствовать требованиям чертежа.

*Промывка проточной холодной водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Промывка проточной горячей водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Обдувка сжатым воздухом (сушка).*

Детали со всех сторон обдувают сжатым воздухом для удаления остатков влаги. Давление воздуха – 1,5-2атм.

*Сушка.*

Детали завешиваются в шкаф, предварительно нагретый до 70-80ºС.

*Полировальная механическая (глянцование).*

*Промывка органическими растворителями.*

Детали промывают при помощи марлевого тампона в ванночке из цветного металла.

*Обдувка сжатым воздухом (сушка).*

Детали со всех сторон обдувают сжатым воздухом для удаления остатков влаги. Давление воздуха – 1,5-2атм.

*Хромирование.*

Подсчитывают нужный ток, исходя из суммы поверхностей загружаемых деталей (в дм2) и приспособлений, находящихся в растворе, умноженных на заданную плотность тока. Детали завешиваются в ванну на катодную штангу под током при напряжение 6-12В. При хромировании стальных деталей впервые 30с дают обратный ток заданной плотности. При переключении деталей с анода на катод в течение 15-30с дают «толчок» тока (плотность тока в этот момент должна в 2 раза превышать рабочую).

В дальнейшем осаждение ведут в указанном режиме.

Скорость осаждения при плотности тока 15А/дм2 1мкм за 7мин, при плотности тока 35А/дм2 1мкм за 3 мин.

Толщина покрытия в отверстиях, полостях, вырезах может быть уменьшена до 60% от толщины покрытия по чертежу. В узких или глубоких отверстиях шириной или диаметром до 12мм на глубину более одной ширины или диаметра, а также в узких сквозных отверстиях шириной или диаметром до 6мм на той же глубине электролитического покрытия не будет или оно будет ничтожно мало.

Чтобы обеспечить равномерное распределение тока в электролите – применяют дополнительной формы аноды или дополнительные катоды в виде рамок, исключающие подгорание выступающих частей деталей. Контакт между рамкой, деталями и токоведущими штангами должен быть жестким.

При хромировании внутренних поверхностей обязательно применение внутренних анодов, отвечающих форме полости и имеющих толщины, составляющие 0,4-0,6 от поперечного отверстия.

*Промывка в сборнике непроточной холодной водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Промывка проточной холодной водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Промывка проточной горячей водой.*

Детали промываются в ванне с водой – методом окунания.

*Обдувка сжатым воздухом (сушка).*

Детали со всех сторон обдувают сжатым воздухом для удаления остатков влаги. Давление воздуха – 1,5-2атм.

*Сушка.*

Детали завешиваются в шкаф, предварительно нагретый до 70-80ºС. (Время сушки до полного испарения влаги).

*Разборка (Демонтаж).*

Детали снимаются с приспособления или проволоки и укладываются в тару.

Контроль исполнителем качества покрытия – отсутствие подгара на деталях, непокрытых мест, цвета пассивирования.

*Снятие изоляционного слоя.*

Детали помещаются в ванну с горячей водой. Вынув детали из воды, изоляцию снимают при помощи скальпеля.

Контроль исполнителем - на полное качество изоляции.

*Полировальная механическая (глянцование).*

**2.2 Рабочие параметры основного оборудования**

*Оборудование малой механизации*

Внутренние габаритные размеры нормализованных ванн приведены в таблице 2.1. В зависимости от назначения ванны снабжены вентиляцией, змеевиками для нагрева или охлаждения, электронагревателями, механизмом качания штанг, барботерами и т.д.

*Внутренние габаритные размеры нормализованных ванн*

Табл. № 2.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип ванны | Внутренние габаритные размеры, мм | Рабочий объем, л | Тип ванны | Внутренние габаритные размеры, мм | Рабочий объем, л |
| 01020304050607 | 600×500×800800×700×8001200×700×8001500×700×800800×700×10001200×700×10001500×700×1000 | 2504006007505508001000 | 08091011121314 | 1500×1000×10002200×700×10002200×1000×10003000×700×10003000×1000×1000800×450×1000800×450×1000 | 1300140020002000270027003500 |

*Исходные данные:* подвеска размером 500×600мм.Годовая программа *S=* 5000м2. Фв=2624ч.

1. длина ванны хромирования определяется по формуле:

*Lвн=n1L1+(n1-1)L2+L3, (2.1)*

где L1-размер подвески по длине ванны, мм; L2-расстояние между подвесками, мм; L3-расстояние между торцевой стенкой и краем подвески, мм; n1-число загружаемых на одну штангу подвесок.

*Lвн=500+2·150=800мм,*

L2=0, т.к. на катодную штангу завешивают одну подвеску.

2. ширина ванны при наличии двух катодных находится по формуле:

*Wвн=n2В1+2 n2В2+2В3+ n3d, (2.2)*

где В1-максимальный размер детали по ширине ванны, мм; В2-расстояние между анодом и ближайшим краем детали, мм; В3-расстояние между внутренней стенкой продольного борта ванны и анодом, мм; n2-число катодных штанг; n3-число анодных штанг; d-толщина анода, мм.

*Wвн=70·2+100·4+25·2+5·3=605мм,*

где В1=70мм, В2=100мм, В3=25мм, d=5мм.

3. внутренняя высота ванны рассчитывается по формуле:

*Нвн=Н1+Н2+Н3+Н4, (2.3)*

где Н1-высота подвески (без подвесного крюка), мм; Н2-расстояние от дна ванны до нижнего края детали, мм; Н3-высота электролита над верхним краем подвески, мм; Н4-расстояние от поверхности зеркала электролита до верхнего края бортов ванны, мм.

*Нвн=600+150+50+150=950мм,*

где Н2=150мм, Н3=50мм, Н4=150мм.

Определив размеры ванны хромирования, подбирают соответствующую ванну по табл № 2.1.

Внутренние габаритные размеры ванны 05 составляют 800×700×1000мм. Объем электролита 550л. Ванна имеет двусторонние бортовые отсосы и змеевик охлаждения вдоль ванн.

4. число ванн хромирования по формуле:

*N=S·τ/(n·f·60·T0·kз) (2.4)*

где n – количество рядов катодных штанг в ванне;

*T0*– действительный годовой фонд времени работы оборудования (ч);

*kз* – коэффициент загрузки ванны, следует принимать 0,8 – 0,9

*N = 5000·10/(2·0,26·60·1992·0,85)=0,95*

принимаем n=1

**2.3 Продолжительность процесса**

Табл. № 2.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование оборудования** | **Электрохимическая ванна** | **Хромирование** |
| Внутренние размеры, мм | Lвн,Wвн,Hвн | 800х700х1000 |
| Общий объем покрытия, м2 | V | 5000 |
| Величина загрузки единицы оборудования, м | Y | 0.26 |
| Количество загрузок, шт. |  | 19231 |
| Время отработки одной загрузки, мин | T | 10 |
| Суммарное время отработки всех загрузок, час. |  | 3205,1 |

**2.4 Количество автооператоров**

Табл. № 2.3

|  |  |
| --- | --- |
| Объем покрытия, м2 | 15000 |
| Габариты подвески, м | 0,6 х 0,5 |
| Величина загрузки на одну катодную штангу, м2. | Y = 0.13 |
| Количество катодных штанг, шт |  2 |

В производстве используется 1 линия.

**2.5 Составление растворов и электролитов**

*Приготовление* *растворов обезжиривания*. Их готовят последовательным растворением всех компонентов в тёплой воде. Твёрдый едкий натр растворяют, поместив его в герметически закрытый специальный аппарат. В приготовленный раствор добавляют поверхностно-активные вещества. Корректирование растворов проводят не реже одного раза в неделю по данным химического анализа на содержание NaOH, тринатрийфосфата и других компонентов.

*Чистка ванны* производится 1 раз в месяц согласно разработанному графику. Раствор сливается через сливной вентиль и направляется на станцию нейтрализации. Стенки, анод и дно ванны промываются водой из шланга. Упавшие детали складываются в спецсетку, промываются в ванне промывки и отправляются на тележке в склад для разбраковки. Стенки ванны чистят капроновой щеткой. Проверяют пригодность анодов. Очищают анодные штанги шлифовальной шкуркой. После проведения всех работ промывают водой все элементы ванны.

*Приготовление раствора для активирования*. Полученную концентрированную соляную кислоту растворяют в воде до 100 г/л. При приготовлении раствора нужно кислоту приливать к воде и не в коем случае наоборот, корректировка не реже раза в неделю.

*Чистка ванны* производится 1 раз в месяц согласно графику. Раствор сливается через сливной патрубок и направляется на нейтрализацию. Чистка ванны активирования аналогична чистке ванны обезжиривания.

*Приготовление электролита меднения.*

При наличии цианида меди составление электролитов несложно и заключается в постепенном введении ее расчетного количества в концентрированный раствор цианида калия или натрия при подогреве его до 60—70 0С и перемешивании. После образования раствора комплексной соли меди его анализируют на содержание свободного цианида, корректируют, вводят добавки и доливают водой до рабочего уровня ванны. Часто электролит готовят из свежеосажденного основного карбоната меди, получаемого постепенным добавлением карбоната натрия к раствору сульфата меди до тех пор, пока не перестанет выделяться осадок.

*Приготовление электролита никелирования.*

Электролиз ведется при температуре 45 – 60 0С, iк = 2,5 – 10 А/дм2. Анод - никель. Выход никеля по току 95%. Перемешивание проводят сжатым воздухом.

Для приготовления электролита отдельно растворяются основные кислоты. Затем растворы сливают в ванны в следующем порядке: борная кислота, хлорид натрия. Ванну доводят до рабочего объема, нагревают до 60 - 80 0С и тщательно перемешивают до полного растворения компонентов. Полученный раствор очищают, фильтруют и отстаивают. Для повышения электропроводности в электролитах, содержащих низкую концентрацию сульфата никеля (150 200 г/л), в раствор вводят сульфаты натрия или магния.

*Приготовление хромового электролита*. Для приготовления электролита рассчитанное количество хромового ангидрида дробится на небольшие куски, загружается в ванну хромирования и заливается для лучшего растворения водой, подогретой до 60-80 градусов. При этом можно использовать водопроводную воду, не загрязненную железом, однако, в районах с жесткой водопроводной водой для этих целей необходимо пользоваться конденсатором или даже дистиллированной водой. После растворения хромового ангидрида раствор перемешивают. Для нормального осаждения хрома рекомендуется содержание в электролите небольшого количества Cr3+, около 2-4 г/л. В готовом электролите производят пробное хромирование. Замена хромового электролита производится через 1-2 года и зависит от интенсивности эксплуатации ванны и загрязнения ее примесями. При эксплуатации ванны следует учитывать, что в процессе электролиза концентрация трехвалентного хрома в электролите изменяется в зависимости от конфигурации деталей. Так, при хромировании деталей, площадь покрытия которых больше площади анода, например, при хромировании внутренней поверхности цилиндра, концентрация трехвалентного хрома в электролите постепенно возрастает. Если же площадь детали катода значительно меньше площади анода, что имеет место при хромировании наружных цилиндрических поверхностей, то содержание трехвалентного хрома в электролите понижается.

*Корректирование электролита.*

Для поддержания постоянной концентрации CrO3 и H2SO4 электролит периодически корректируют путем введения в него новых порций хромового ангидрида и серной кислоты. Количество добавляемого в ванну хромового ангидрида определяется на основании удельного веса электролита или результатам анализа. Добавление в ванну CrO3 осуществляется ежедневно. Корректирование электролита серной кислотой производится значительно реже. Один раз в 7-10 дней электролит подвергают анализу на содержание трех- и шестивалентного хрома и серной кислоты. На основании анализа рассчитывают недостающее количество H2SO4 и вводят его в электролит. После этого электролит тщательно перемешивают и дают ему отстояться. Поэтому серную кислоту рекомендуется вводить в ванну во время перерывов в работе.

*Чистка ванн и электролитов.*

1. На всех ваннах не реже одного раза в неделю чистят штанги и аноды железной щеткой и водой.

2. Промывные воды чистят по мере загрязнения , но не реже 1-го раза в месяц.

3. Электролиты фильтруют через бязь по мере загрязнения, но не реже 1-го раза в месяц.

4. Электролиты не подлежащие корректировке, заменять по мере загрязнения и истощения. Электролит обезжиривания заменять по мере загрязнения и истощения, но не реже 1-го раза в месяц.

**2.6 Неполадки в работе ванн хромирования**

Соблюдение режима электролиза и своевременное корректирование электролита служат залогом получения доброкачественного хромового покрытия. Низкое качество подготовки поверхности перед покрытием и отступления от установленной технологии являются основными причинами возникновения дефектов.

Табл. № 2.4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характер неполадок | Причины возникновения | Устранение неполадок |
| Отслаивание покрытия | а) Плохая механическая или химическая подготовка поверхности изделия перед покрытием.б) Деталь перед хромированием недостаточно прогрелась в электролите. Резко снизилась температура электролита, например вследствие добавления холодной воды во время электролиза. Резко увеличилась плотность тока.в) Перерыв тока в процессе хромирования. | а) улучшить подготовку, проверить время анодного декапирированияб) предотвратить возможность перерывов токав) прогреть детали |
| Отслаивание хрома вместе с подслоем никеля | а) Недостаточное толщина никелевого подслояб) Слишком большая продолжительность хромированияв) Плохая подготовка перед никелированием | а) Увеличить толщину подслоя никеляб) откореектировать время хромированияв) улучшить подготовку |
| Матовые осадки | а) Низкая температураб) Недостаточный прогрев деталей перед включением тока | а) Повысить температуру электролизаб) Улучшить прогрев деталей |
| Матовые пятна | а) Высокая плотность токаб) Прополировка подслоя никеляв) Примеси железаг) Слишком боьлшое содержание серной кислоты | а) Отрегулировать силу токаб) Увеличить толщину слоя никеляв) Заменить часть лектролита новымг) Осадить серную кислоту при помощи бариевых солей |
| Пригар на краях | Большая плотность тока на краях | Установить экраны, закруглить края |
| коричневые пятна | а) Примеси железаб) Великое содержание трехвалетного хромав) Недостаточное содержание серной кислоты | а) Заменить часть электролитаб) Окислить трехвалентный хромв) Добавить серную кислоту |
| радужные пятна | а) Недостаточное содержание серной кислотыб) Окисление подслоя | а) Добавить серную кислотуб) Улучшить декапирирование перед хромированием |
| Незахромированные участки | а) Плохое обезжириваниеб) Остатки окисловв) Наличие отверстий в деталяхГ) Соприкосновение деталей | а) Улучшить обезжириваниеб) Улучшить травление и декапирированиев) Заделать отверстия свинцовыми пробкамиг) Проверить расположение деталей в ванне |
| Наличие отдельных точек и пор на хромированной поверхности | а) Поры и раковины в металлеб) Пузырьки водорода задерживаются на поверхности детали | а) Улучшить механическую подготовку деталейб) Улучшить подвешивание деталей. Периодически встряхивать их |
| Видимые трещины в слое хрома и стали | Наличие закалочных напряжений в стали | Прогреть детали перед хромированием при 150 – 180 0С. Хромировать при низкой температуре и плотности тока |
| Неравномерное распределение хрома по толщине | а) слишком толстое наслоение хрома с непрофилированными анодамиб) образование пленки на анодах | а) Подобрать аноды соответствующей формыб) Зачистить аноды |
| На некоторых участках покрытие блестящее, на других - матовое | а) Великая плотность токаб) Низкая температурав) Неодинаковая плотность тока на всех деталях | а) Снизить плотность токаб) Отрегулировать температурув) Применить вспомогательные аноды или экраны |
| Серое покрытие на нижней части детали | Малое расстояние между нижней частью детали и дном ванны.  | Нормальное расстояние между деталью и дном ванны должно составлять не менее 70-100 мм |

**3. Контроль производства**

**3.1 Контроль качества покрытий**

*1. Метод контроля внешнего вида покрытий.*

Метод основан на выявлении дефектов поверхности покрытия внешним осмотром и применении для деталей любой формы и габаритных размеров.

Контроль проводят осмотром деталей невооруженным глазом в помещении с освещенностью не менее 300 лк на расстоянии 25 см от контролируемой поверхности.

Необходимость применения оптических приборов с указанием кратности увеличения должна быть оговорена в технической документации на изделие.

*2****.*** *Методы контроля прочности сцепления покрытий.*

Метод нанесения сетки царапин применяют для определения прочности сцепления покрытий, толщиной не более 20 мкм. На поверхности контролируемого покрытия стальным острием наносят 4-6 параллельных линий глубиной до основания металла на расстоянии от 2.0 до 3.0 мм друг от друга и 4-6 параллельных линий, перпендикулярных к ним.

Линии проводят в одном направлении. На контролируемой поверхности не должно наблюдаться отслаивания покрытия.

**3.2 Контроль производства**

Качество промышленной продукции – это совокупность ее свойств, определяющих способность этой продукции к успешной работе в эксплуатации с лучшими технико-экономическими показателями. Требования, которым должно удовлетворять качество той или иной продукции, устанавливаются государственными стандартами и техническими условиями.

Основным показателем качества технических изделий является их надежность, т.е. вероятность безотказной работы в течение определенного времени в заданных условиях эксплуатации.

Для повышения качества изделий на заводах проводятся мероприятия по совершенствованию их конструкции, технологии и организации производства, повышению квалификации рабочих. Наряду с этими и другими мероприятиями, непосредственно влияющими на качество изделий, важнейшее значение имеет совершенствование организации технического контроля за качеством – службы, дисциплинирующей производство.

В современных условиях работы промышленности отдел технического контроля (ОТК) завода является контролирующей организацией, главная обязанность которой состоит в предотвращении выпуска продукции, не соответствующей стандартам, нормалям, чертежам и техническим условиям.

Основное внимание ОТК должно быть уделено тщательному контролю и всестороннему испытанию готовой продукции предприятия, законченной продукцией основных цехов и наиболее ответственных операций, а также анализу вместе с цехами, отделами и лабораториями предприятия недостатков в изделиях, выявленных при их изготовлении, сборке, испытаниях и эксплуатации, и контролю за устранением этих недостатков.

Контроль в цехах покрытий может быть передан в ведение начальников этих цехов, с сохранением за ОТК, если это необходимо, выборочного или инспекционного контроля готовых деталей после покрытия.

В цехе гальванических и химических покрытий применяются следующие типы контроля:

1) предварительный осмотр деталей перед покрытием;

2) контроль за процессом покрытия;

3) контроль за качеством покрытия деталей;

4) контроль за состоянием оборудования, приборов и помещения.

Предварительному осмотру перед покрытием подвергаются только те детали, для которых это предусмотрено технологией контроля. Предварительный осмотр проводиться с профилактической целью для выявления поверхностных дефектов, не допускающих передачу деталей на покрытие. Осмотр деталей осуществляется с помощью лупы.

Если дефекты устранимы, детали передаются на исправление; если детали являются браком, они изолируются и оформляются в установленном порядке.

Производственные мастера систематически контролируют соответствие покрытий установленной технологии; при контроле проверяют обезжиривание деталей, их монтаж на подвесках, промывку перед покрытием, температуру ванн, плотность тока, напряжение, время выдержки деталей в ванне, промывку деталей после покрытия.

После прохождения всех установленных процессов детали поступают на контрольный пункт.

В некоторых случаях, когда это предусмотрено чертежом и технологией, размеры деталей проверяются до наложения покрытия для проверки сохранения этих размеров в пределах допусков после наложения покрытия. Размеры обычно контролируются у деталей 1-го – 2-го классов точности. Контроль осуществляется универсальным инструментом, с помощью приборов или предельными калибрами.

Состав ванн проверяется периодически по графику работниками химической лаборатории ЦЗЛ. ЦЗЛ периодически по графику проверяет все приборы цеха. Результаты всех проверок записываются в журналы.

ОТК в инспекционном порядке систематически контролирует своевременность и правильность проверок, выполняемых ЦЗЛ, и правильность записей в журналах. ОТК проверяет также чистоту и соблюдение правил эксплуатации оборудования, т.к. неудовлетворительное состояние ванн, вспомогательных принадлежностей и т.п. может привести к ухудшению качества продукции. О всех нарушениях установленного порядка и режимов ОТК сообщает начальнику цеха, требуя немедленного устранения недостатков.

Все виды производственных и контрольных процессов, составы ванн, их анализ и применяемые режимы в гальванических цехах должны соответствовать утвержденным инструкциям.

*Оборудование и оснастка.* В цехе гальванических покрытий организуется центральный контрольный пункт располагающийся вблизи склада деталей. Пункт оборудуется столами для контроллеров и стеллажами для раскладки деталей. Для хранения инструментов, приборов и реактивов предусматриваются шкафы.

Контрольно-измерительное оборудование состоит из комплекта универсального инструмента, комплекта эталонов, луп с десяти- и тридцати - кратным увеличением, набора реактивов, приборов для контроля толщины покрытий химическими методами, набора бюреток и приборов для определения толщины покрытия магнитным методом. Для счета крупных партий мелких деталей применяются счетные весы.

**3.3 Техника безопасности и охрана труда**

Цеха электрохимических покрытий являются неблагоприятными с точки зрения безопасности труда. Технология нанесения покрытий связана с применением и выделением веществ, вредных для здоровья человека.

***1. Хромовые электролиты***

1.1 Ванны хромирования должны быть оборудованы автоматическими регуляторами температуры, створчатыми крышками, заливочными приспособлениями.

1.2 Уровень раствора в ванне хромирования при загрузке деталями должен быть на 150 – 200мм ниже краев ванн.

1.3 Местная вытяжная вентиляция на ваннах хромирования, работающих с подогревом, должна включаться одновременно с началом подогрева ванн, а выключаться после полного их охлаждения.

1.4 Работникам до начала работы с хромовыми электролитами по указанию врача необходимо смазывать слизистую оболочку носа вазелином, а кожу рук и лица – защитной пастой. При случайном попадании электролита на кожу лица и рук следует удалять его 5% - ным раствором гипосульфита с последующей промывкой холодной водой, а при попадании в глаз – 1% - ным раствором гипосульфита и проточной водой.

***2. Требования к производственным зданиям и помещениям***

2.1 Цехи и участки нанесения металлопокрытий, расположенные либо в отдельных зданиях, либо в зданиях с другими цехами и участками, следует сооружать из огнестойкого материала, размещать по отношению к жилым застройкам с подветренной стороны и на расстоянии, определяемом в соответствии с расчетом рассеивания вредных веществ, но не менее 50м от жилых застроек.

2.2 Полы помещений, в которых располагаются цеха и участки должны быть ровными. Подвалы, тоннели, колодцы, траншеи должны располагаться выше уровня грунтовых вод.

2.3 Все производственные помещения должны оборудоваться средствами пожаротушения и (в необходимых случаях) сигнализацией.

***3. Вентиляция и отопление***

3.1 Производственные помещения, в которых находятся цеха и участки металлопокрытий, должны быть оборудованы постоянно действующей общеобменной и местной приточно-вытяжной вентиляцией с разводкой притока в рабочую зону.

3.2 Минимальная кратность воздухообмена в помещениях должна быть не менее 5ч-1, а в помещениях для вспомогательного оборудования не менее 4ч-1. В помещениях для хранения и расфасовки химикатов необходимопредусматривать вытяжную вентиляцию**.**

3.3 Вытяжная вентиляция служит для удаления из помещения загрязненного воздуха, приточная - для подачи в помещение чистого воздуха.

3.4 Свежий воздух через неподвижные решетки, устанавливаемые в наружных стенах, поступает в камеры, где расположены калориферы. Калориферы предназначены для нагрева воздуха в зимнее время. Из камеры воздух распределяется по помещению при помощи центробежных вентиляторов по воздуховодам.

***4. Освещение***

4.1 Во всех цехах и на участках нанесения металлопокрытий освещенность рабочих поверхностей должна составлять ≥200лк, пола - ≥ 150лк.

4.2 Освещенность проходов должна составлять 25% от освещенности, создаваемой на рабочих местах светильниками общего освещения, но не менее 75лк – при люминесцентных лампах и 30лк – при лампах накаливания.

4.3 При работе внутри ванн и других емкостей необходимо применять переносные лампы напряжением ≤12В.

***5. Водоснабжение и производственная канализация***

5.1 Все помещения должны быть обеспечены водой для производственных и хозяйственных нужд и питья, а также для пожаротушения.

***6. Требования к производственному оборудованию***

6.1 Механизмы управления и обслуживания ванн следует располагать так, чтобы работники не подвергались воздействию высокой температуры и вредных газов.

6.2 Смотровые стекла производственного оборудования и приборов должны быть химически стойкими и защищены металлическими решетками.

6.3 Пульт управления конвейером должен располагаться в месте, удобном для наблюдения за работой всей транспортной линии. Остановка конвейера должна быть предусмотрена на каждом рабочем участке линии.

***7. Транспортные и сливно – наливные работы***

7.1 Бутыли с кислотами и жидкими щелочами на специальных тележках должны транспортировать два работника со скоростью ≤5км/ч.

7.2 При переливании кислот и щелочей должны применяться специальные приспособления из кислотостойких материалов.

7.3 Работники, транспортирующие химические вещества, обязаны пользоваться специальной одеждой и другими средствами индивидуальной защиты.

***8.Санитарно-гигиеническая характеристика производства***

8.1 Для обеспечения санитарно-гигиенических условий труда на производстве предусмотрены следующие санитарно-бытовые помещения: гардеробные, душевые, умывальные, курительные места, места для размещения полудушей; устройства питьевого водоснабжения, помещения для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды.

8.2 Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

***9. Требования к применению средств индивидуальной защиты***

9.1 Для защиты работников от опасных и вредных производственных факторов работодатель своевременно обеспечивает их специальными одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

9.2 Для снижения уровня шума на рабочих местах необходимо применять средства защиты органов слуха.

9.3 Работники должны быть обучены правилам пользования средствами индивидуальной защиты и способам проверки их исправности.

9.4 В цехе должны быть аптечки, укомплектованные необходимыми медикаментами и перевязочными материалами.

9.5 Все работники должны уметь оказывать первую помощь пострадавшим при отравлении и ожогах кислотой. Щелочью и другими химическими веществами.

***10. Пожарная безопасность***

10.1 Согласно НПБ 105-03 проектируемый гальванический цех относится к категории Д, степень огнестойкости – 4, предел огнестойкости основных строительных конструкций наружные стены – 0,25 ч; внутренние несущие – 0,25 ч.

10.2 Для предупреждения аварий, вызванных токами короткого замыкания, предусматривается устанавливать на распределительном щите автоматы, мгновенно отключающие участки электросети, на которых произошло короткое замыкание.

10.3 Основными методами профилактики являются также систематическая проверка сопротивления цепи, соединений, контактов, а также надежности изоляции не реже 1 раза в смену. Для сменного хранения промасленных тканей предусмотрены металлические ящики.

10.4 Для тушения пожаров в цехе применяется вода, химическая пена (огнетушитель ОХП-10 [не применять для тушения электрооборудования], ОП-10 [для тушения электрооборудования до 1000 В]), асбестовое покрывало, песок;

10.5 Для тушения пожара, возникшего в электролите, предусматривается устанавливать на распределительном щите автоматы, мгновенно отключающие участки электролита, на которых произошло

короткое замыкание. Кроме этих средств предусматриваются позывные сигналы для срочного вызова заводской пожарной охраны. Позывной сигнал подается нажатием на кнопку, предварительно разбив стекло.

***11.Электробезопасность оборудования***

В цехе находятся силовые электрические установки постоянного и переменного тока. Постоянный ток применяется для питания гальванических ванн, напряжение 6В, а переменный ток применяется при освещении ,а также для работы некоторого подъемно-транспортного оборудования: 110В, 220В. Наиболее опасным для человека является переменный ток частотой 50-60 Гц, силой тока 0.1А, напряжением свыше 250В. Все корпуса электрооборудования заземлены при помощи нулевого провода. При поражении электрическим током персонал цеха должен уметь оказывать помощь: устранить очаг поражения, отключить ток. При потере сознания пострадавшего необходимо вынести на свежий воздух, освободить от стесняющей одежды и, при необходимости, применить искусственное дыхание.

Статическое электричество и молниезащита: Для обеспечения безопасности людей и сохранности здания в проекте предусматриваются мероприятия по защите от статического электричества и молниезащита. Все металлические и электропроводные части технологического оборудования подлежат заземлению. Сопротивление заземляющего устройства, предназначенного для защиты от статического электричества допускается до 100 Ом.

Защита от разрядов атмосферного электричества — от прямых ударов молний — молниеотводы, состоящие из приемника, токоотвода, заземления. 3аземлению подлежит металлическая крыша, металлические провода заземляются перед вводом в здание.

**4. Технологические расчеты**

**4.1 Расчет продолжительности основных операций**

*Исходные данные:* толщина хрома при нанесении защитно-декоративных покрытий медь-никель-хром равна 1мкм.

Хром наносится в универсальном электролите при плотности тока 15А/дм2. Ванна имеет две катодные штанги. На подвеску размером 500×600мм завешивается 48 деталей. Подвеска рамочного типа имеет 4 ряда, в каждом ряду по 6 деталей.

1. определяем площадь 3х деталей:

*Sд= S1+S2+ S3 =1,186+0,307+0,1164=1,61 дм2*

2. определяем единовременную загрузку деталей в ванну. Так как на одной подвеске размещается 24 детали, т.е. 8 раз по 3 детали. На двух подвесках находится 48 деталей, площадь которых равна

*Y=16·Sд=16·1,61=25,76 дм2,*

принимаем y=26дм2

3. рассчитываем время нанесения покрытия по формуле:

*τ1=δγ60000/(сikВТ), (4.1)*

где δ-толщина покрытия, мм; γ-плотность металла, г/см3; с-электрохимический эквивалент, г/(А·ч); ik-плотность тока, А/дм2; ВТ-выход по току.

*τ1=7,0·0,001·60000/(15·0,323·15)=5,78мин;*

τ2=4,2мин; продолжительность операции хромирования τ=10мин. τ2 – загрузка – выгрузка деталей.

4. число загрузок в год рассчитывается по формуле:

*P=Sгод/f,(4.2)*

где Ргод-годовая программа, м2; *f*-единовременная загрузка, м2.

*P=5000/0,26=19231*

**4.2 Расчет расхода химических веществ**

Гальванический цех является потребителем большого количества химикатов, металлов для анодов и вспомогательных материалов. Исходными данными для расчета расхода материалов являются нормы расхода, которые определяются на основании опытных и расчетных данных.

Нормы расхода должны быть технически и экономически обоснованными, соответствовать снижению удельных затрат материалов за счет внедрения более совершенной технологии и новых материалов.

*Расчет норм расхода химикатов.*

Норма расхода химикатов определяется по формуле:

*Нх=К (А+В+С) с,(4.3)*

где *К*-коэффициент, учитывающий тип оборудования; *А*-норма потерь электролита на вынос с деталями при выгрузке, г/м2; *В*-норма потерь при уносе электролита в вентиляционные каналы, г/м2; *С*-норма потерь электролита при фильтрации, корректировании и смене электролитов или растворов, г/м2; *с*-концентрация компонента, г/л.

Коэффициент *К=1,8.*

По степени сложности детали делятся на три группы: I-плоские детали и цилиндрические детали без резьбы; II-крепежные, рельефные и штампованные детали без плоскостей, в которых задерживается электролит; III-детали с глухими отверстиями, в которых задерживается электролит, а также детали, имеющие труднопромываемые участки.

Нормы потерь электролита при нанесении электрохимических и химических покрытий приведены в табл № 4.1.

*Нормы потерь электролита (раствора)*

Табл. № 4.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Электролит  | Группа сложности | Норма потерь, мл/м2 |
| А | В | С |
| Цианидный и щелочной | IIIIII | 6080110 | 151515 | 505050 |
| Кислый | IIIIII | 6080110 | --- | 656565 |

*Нх=1,8∙(60+15+50)∙300=67500мл*

Расчет нормы расхода хромового ангидрида с учетом особенностей процесса хромирования для каждой толщины хромового покрытия производят по формуле:

*Нх=(А+С)с+(Р+Вс)δ, (4.4)*

где *А*-потери на унос составляют 0,125л/м2 для I группы сложности; *В*-потери при твердом и декоративном хромировании равны 0,05л/м2 на 1мкм; *С*=0,05л/м2; *с*-концентрация CrO3, равная 300г/л; *δ*-толщина хромового покрытия, мкм; *Р*-количество хромового ангидрида (г) для покрытия 1м2 при толщине 1мкм, равное 14г.

*Нх=(0,125+0,05)∙300+(14+0,05∙300) ∙1=81,5мл*

При нанесении покрытий в цианидных (меднение) электролитах происходит разложение цианида натрия (калия) электрическим током и углекислотой воздуха, что необходимо учитывать при расчете норм

*Нх=(А+С)с+(D+Вс)δ, (4.5)*

где *А*-потери на унос, равные 0,08л/м2; *В*=0,015л/м2; *С*=0,05л/м2; *D*-норма потерь на разложение цианида натрия, равная 2,92г/м2; *с*-концентрация NaCN,г/л; *δ*-толщина покрытия, мкм.

Подставляя численные значения в вышеприведенную формулу, получаем:

*Нх=0,13с+(D+0,015c)δ,*

*Нх=0,13∙10,0+(2,92+0,015∙10,0)∙1,0=4,34мл*

Расчет норм расхода химикатов на пуск нового оборудования производится по формуле:

*Нх.п.=cVK/1000, (4.6)*

где *с*-концентрация химиката в электролите (растворе), г/л; *V*-объем ванны, л; *К*-коэффициент заполнения ванн, равный 0,7-0,9.

*Нх.п.=300∙550∙0,9/1000=148,5г*

Расход химикатов на выполнение программы рассчитывается следующим образом:

*Qх=НхδSгод/1000 (4.7)*

*Qх=67,5∙1,0∙5000/1000=337,5кг*

**4.3 Расход анодов**

*Расчет норм расхода растворимых анодов.*

Норма расхода растворимых анодов устанавливается на 1м2 поверхности покрытия при толщине слоя 1мкм с учетом неизбежных потерь и отходов по формуле:

*На=1,06γ, (4.8)*

где *1,06*-коэффициент, который учитывает технологические потери на шламообразование, неиспользованные остатки и т.п. Масса покрытия площадью 1м2 и толщиной 1мкм численно равна плотности металла покрытия, поэтому вместо массы покрытия в формуле стоит величина *γ.*

*На=1,06∙7,0=7,42*

Годовой расход растворимых анодов

*Qа=НаδSгод/1000 (4.9)*

где *δ*-толщина покрытия, мкм; *Sгод*-поверхность покрываемая в год, м2.

*Qа=7,42∙1,0∙5000/1000=37,1 кг*

*Расчет расхода нерастворимых анодов (растворов).*

Норма расхода устанавливается с учетом технологических потерь на шламообразование и отходы, а также сменяемости толщины электродов.

Норму расхода подсчитывают по формуле:

*На= Кс Кs d γ Tобр/ КобФв60∙10-3, (4.10)*

где *Кс*-коэффициент сменяемости анодов (катодов) в год; *Кs*-коэффициент, учитывающий отношение анодной (катодной) поверхности ко второму электроду; *d*-толщина анода (катода) мм; γ *-* плотность материала анода (катода), г/см3; *Tобр*-время обработки, мин; *Коб*-коэффициент использования оборудования.

При твердом и декоративном хромировании *Кс=1*, а *Кs=2.*

*На=1,0∙2,0∙100∙7,0∙5,8/0,93∙2624∙60∙10-3=55,5г/м2*

*Расчет норм расхода анодов на запуск оборудования.*

Расход растворимых и нерастворимых анодов (катодов) определяют по формуле:

*Ĥа=n K1 K2 Lвн Нвн γ d/1000, (4.11)*

где *K1*-коэффициент, учитывающий суммарную ширину анодов по отношению к длине ванны, *K1=0,6;* *K2*-коэффициент, учитывающий отношение длины анодов к высоте ванны, *K2=0,8; n*-число анодных (катодных) штанг; *Lвн, Нвн*-длина и глубина ванны, см; *d*-толщина анода (катода), см; *γ*-плотность металла анода (катода), г/см3.

*Ĥа=3∙0,6∙0,8∙80∙95∙7∙10/1000=766г/м2*

Все данные по расчету расхода годовых количеств химикатов и анодов (катодов) сводятся в табл. № 4.2, 4.3.

Расчет годового расчета химикатов

Табл. № 4.2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Компонент | Концентрация, г/л | Толщина покрытия, мкм | *Нх, г/м2* | *Sгод, м2* | *Qх, кг* |
| хромирование | Хромовый ангидрид | 300 | 1 | 81,5 | 5000 | *337,5* |

Расчет годового расхода анодов

Табл. № 4.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Толщина покрытия, мкм | *На* | *Ĥа* | *Sгод, м2* | *Qа, кг* |
| г/м2 |
| хромирование | 1 | 55,5 | 766 | 5000 | 37,1 |

**4.4 Расход воды**

Вода расходуется в основном на промывку деталей. Вода после промывки попадает в канализацию, поэтому целью промывки является не только удаление растворов с поверхности деталей, но и их минимальное попадание в сточные воды. Существует две схемы промывки: одноступенчатая и многоступенчатая. Одноступенчатая промывка применяется в тех случаях, когда растворы имеют низкую концентрацию или после какой-то операции не требуется тщательной промывки, например между химическим и электрохимическим обезжириванием, осветлением и пассивированием, между дополнительной активацией в цианидном растворе и нанесением покрытий в цианидном электролите и т.д. Многоступенчатую промывку применяют после химического или электрохимического обезжиривания, перед нанесением покрытий в кислых электролитах, после анодного окисления, электрохимического полирования, в других случаях.

Многоступенчатая промывка делится на прямоточную и противоточную. Методы промывки могут быть различными: погружной, струйный, комбинированный. При обработке деталей на подвесках, имеющих пазы, углубления и т.д. , а также при обработке деталей насыпью применяется погружной способ; при обработке деталей простой конфигурации – струйный; при обработке деталей сложной конфигурации без пазов и углублений и после обработки в трудносмываемых растворах – комбинированный.

Расход воды (л/м2) для любой промывки в соответствии с ГОСТ 9.305-84 определяется по формуле:

*QNP=qN N√K°F, (4.12)*

где q-удельный вынос электролита (раствора) из ванны поверхностью деталей; N-число ступеней (ванн) промывки; К°-критерий окончательной промывки деталей; F-промываемая поверхность загрузки ванн, м2/ч (соответствует производительности линии). Ориентировочный удельный вынос электролита (раствора) q приведен в табл. № 9.

Критерий окончательной промывки К°, показывающий во сколько раз следует снизить концентрацию основного компонента электролита (раствора), выносимого поверхностью деталей до предельно допустимых значений в последней ванне промывки, определяют по формуле:

*К°=С0 /Сп, (4.13)*

где С0-концентрация основного компонента в электролите, применяемом для операции, после которой производится промывка, г/л; Сп-предельно допустимая концентрация в воде после операции промывки, г/л.

*К°=300/0,015=20000*

*QNP=0,23 3√140·20000=0,019л/м2*

Значения предельно допустимых концентраций основных компонентов приведены в табл. № 4.5.

Перед промывкой имеется одна ванна улавливания, поэтому удельный расход воды уменьшают вводя коэффициент К1=0,4. ванны улавливания обязательны после хромирования. При струйной промывки коэффициент К2=0,5.

Расчетный расход воды увеличивают в 1,5раза на случай падения напора в водопроводной сети.

*QNPрас=1,5·0,019=0,03л/м2*

Удельный вынос электролита (раствора)

Табл. № 4.4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид обработки | Удельный вынос, л/м2 | Время стекания, с |
| подвеска | 0,2 | 0,6 |

ПДК химических компонентов в воде

Табл. № 4.5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Компонент или ион электролита (раствора) | Операция или характеристика электролита (раствора) перед промыкой | Сп, г/л |
| Сr6+ | Межоперационная промывка | 0,015 |

Данные по расчету расхода воды

Табл. №; 4.6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Способ промывки | q, л/м2 | С0 | Сп | К° | К1 | К2 | F, м2/ч | QNp, л/м2 | 1,5QNp, л/м2 |
| г/л |
| Много-ступенчатая | 0,2 | 300 | 0,015 | 20000 | 0,4 | 0,5 | 140 | 0,02 | 0,03 |

**5. Расчет энергозатрат на производство операций**

**5.1 Выбор источников постоянного тока**

Для питания гальванических ванн постоянным током используют полупроводниковые выпрямители. Выбор источников постоянного тока производится на основании потребляемой силы тока и напряжения на ванне. На каждую ванну устанавливают отдельный выпрямитель; если потребная сила тока превышает мощность выпрямителя, устанавливают и более выпрямителей.

Сила тока рассчитывается исходя из плотности тока и единовременной загрузки деталей в ванну, выраженной в дм2,

*I=ikyз. (5.1)*

*I=15·26=390А*

Расчетная сила тока *Ip* должна быть увеличена на 15-20%.

Для правильного выбора источников постоянного тока необходимо знать напряжение на ванне, которое зависит от состава электролита, режима работы и межэлектродных расстояний. Для хромирования, меднения, никелирования с перемешиванием и нагревом в кислых электролитах, для электрохимического обезжиривания и при снятии покрытий – 9,12В.

Напряжение на ванне можно вычислить по формуле:

*U=(1+β)[Ea-Ek+(1+α)IR], (5.2)*

где β- коэффициент, учитывающий потери напряжения в контактах и проводниках первого рода; Еа и Ек- анодный и катодный потенциалы, В; α – коэффициент, учитывающий потери напряжения в электролите за счет газонаполнения; I – сила тока, А; R – электролитическое сопротивление электролита (Ом), рассчитываемое по формуле:

*R=l(100æ), (5.3)*

где l – межэлектродное расстояние, см; æ – удельная электрическая проводимость, Ом-1 см-1.

*R=30/(100·0,60)=0,5Ом*

При расчете напряжения на ванне вместо силы тока следует подставлять значение плотности тока, а в случае несовпадения анодной и катодной плотностей тока – среднеквадратичную плотность тока

*iср=√ikia (5.4)*

*iср=√27 10=16,43*

принимаем *iср=16А/дм2.*

В табл. № 5.1 приведены основные параметры гальванических процессов для расчета напряжения на ваннах.

*Основные параметры гальванических процессов*

Табл. № 5.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Электролит | ik | ia | Ek | Ea | æ | α | β |
| А/дм2 | В | Ом-1 ·см-1 |  |
| хромирование | 27,0 | 10,0 | -0,80 | +0,80 | 0,60 | 0,20 | 0,10 |

*U=(1+0,10)[+0,80-(-0,80)+(1+0,20) 16,5 0,5]=12,65В*

Принимаем U=12B

В гальванических цехах в настоящее время для питания ванн, в которых идут электрохимические процессы, применяют кремниевые выпрямители серий ВАК и ВАКР на теристорах. Агрегаты серии ВАК изготавливаются 24 типов. Они обеспечивают ручное регулирование напряжения. Характеристика выпрямителей типа ВАК представлена в табл № 5.2.

Типовое обозначение агрегатов расшифровывается следующим образом: ВАКР-630-12У4 – выпрямительный агрегат на кремниевых вентилях, реверсивный, номинальный выпрямленный ток 630А, номинальное выпрямленное напряжение 12 или 6В (два режима), климатическое исполнение и категория размещения У4 (умеренный климат, отапливаемое помещение).

*Техническая характеристика выпрямительных агрегатов серии ВАК*

Табл. № 5.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип агрегата | Номинальное напряжение, В | Номинальная сила тока, А | Габаритные размеры, мм | Мощность, кВт | КПД, % |
| ВАК-100-12У4ВАКР-320-18У4ВАК-630-24У4ВАКР-630-24У4ВАКР-630-12У4 | 12/618/924/1224/1212/6 | 100320630630630 | 600×360×1000744×496×1550900×400×1710900×400×1710744×496×1550 | 1,2/0,605,76/2,8815,12/7,5615,12/7,567,56/3,78 | 78/7279/7288/8588/8582/73 |
| ВАК-1600-12У4ВАКР-1600-24У4ВАК-3200-12У4ВАКР-3200-24У4ВАК-6300-12У4ВАК-12500-24У4ВАК-25000-48У4 | 12/624/1212/624/1212/624/1248/24 | 160016003200320063001250025000 | 1000×600×16001000×600×16001000×600×16001400×800×16001555×2038×20902800×2575×26104625×5100×4735 | 19,2/9,6038,4/19,238,4/19,276,8/38,475,6/37,8151,2/75,61200/600 | 82/7087/8283/8189/8482/7088/7690/86 |
| *Примечание:* через косую черту указаны два режима работы агрегата. |

Так как при прохождении электрического тока через электролит выделяется теплота, необходимо проверять объемную плотность тока, особенно это касается таких процессов, как хромирование и анодирование, по формуле:

*iv=I/V (5.5)*

где *iv-*объемная плотность тока, А/л; V-объем электролита, л.

*iv=390/550=0,7А/л*

принимаем iv=1 А/л.

Все данные записываем в табл. № 5.4

Табл. № 5.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Наименование процесса* | *ik,**А/дм2* | *І,**А* | *yз,**дм2* | *Ір,**А* | *V,**л* | *Iv,**А/л* | *U,**В* | *Тип ИПТ* |
| хромирование | 15 | 390 | 26 | 468 | 550 | 1 | 12 | ВАКР-630-12У4 |

**5.2 Расход пара и сжатого воздуха**

*Расход пара.* Гальванических цехах обычно нагревают электролиты и воду для промывки деталей паром. При расчете расхода пара необходимо учитывать расход пара на разогрев электролитов и воды и расход пара на поддержание рабочей температуры. Время разогрева зависит от объема ванн и давления пара.

Расход пара на разогрев определяется по формуле:

*P1=Pp·tp, (5.6)*

где Рр-норма расхода пара на разогрев раствора в ванне заданного размера до рабочей температуры, кг/ч; tp-время разогрева, ч.

*P1=50·1=50кг/ч*

Расход пара на поддержание рабочей температуры:

*P2=Pp.п. ·tp.п., (5.7)*

где Рр.п. - норма расхода пара на поддержание рабочей температуры, кг/ч; tр.п. -время работы ванны (за исключением времени разогрева). Нормы расхода пара Рр и Рр.п. берут из табл № 5.5.

*P2=11·4=44кг/ч*

*Расход пара на разогрев и поддержание рабочей температуры электролита*

Табл. № 5.5

|  |  |
| --- | --- |
| Внутренние габаритные размеры ванн, мм | Ванны хромирования |
| Рр, (кг/ч) | Рр.п.,(кг/ч) |
| 1120×710×12501120×800×12501120×1000×12501600×710×12501600×800×12501600×1000×1250 | 506998707998 | 111520151720 |

Определив расход пара, исходя из вышеприведенных норм рассчитываем годовой расход пара:

*Ргод=(Р1+Р2)Т, (5.8)*

где Т=249, число рабочих дней в году.

*Ргод=(50+44) 249=23406кг*

Годовой расход пара на каждую операцию подсчитывается отдельно, а затем суммируется по всем статьям расхода

*Р=(nV(1,1÷1,5)KpT+(1,0÷1,1)Kp.п.Фв /1000) Т, (5.9)*

где n-число ванн; V-объем электролита или воды, м3; Кр-часовая норма расхода пара на разогрев, кг/ч; Кр.п. - часовая норма расхода пара на поддержание рабочей температуры, ч; Фв-действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч.

*Р=((3·550·1,1·50·249+1,0·44·2624) /1000) 249=5655339кг*

Годовой расход пара, рассчитанный по укрупненным нормам, на нагрев ванн, в которых протекают электрохимические процессы, необходимо откорректировать с учетом выделения джоулевой теплоты

*QДж=I U t, (5.10)*

Которая эквивалентна теплоте, выделяющейся при расходе следующей массы пара (кг):

*РДж=I U t /(r א), (5.11)*

где I-сила тока, А; U-напряжение на ванне, В; t-время, мин; r-теплота парообразования при давлении 0,3МПа, равная 2171·103 Дж/кГ; א-принятая степень сухости пара, равная 0,95;

*РДж=390·12·3600 /(2171·103·0,95)=8168,7кг*

Табл. № 5.6

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Объем V, м3 | Число ванн n, шт | Норма расхода, кг/м | Эквивалент джоулевой теплоты РДж, кг | Годовой расход Ргод, кг |
| Кр | Кр.п. |
| хромирование | 0,55 | 1 | 50 | 44 | 8168,7 | *23406* |

**5.3 Расход сжатого воздуха**

В гальванических цехах сжатый воздух расходуется, в основном, на перемешивание растворов и электролитов, а также воды. Кроме того сжатым воздухом производят обдувку деталей и гидропескоструйную обработку.

Расход сжатого воздуха на перемешивание 1л раствора или электролита составляет (л/мин): 1,0 – при среднем перемешивании. Расчет можно произвести исходя из следующей нормы: 0,01-0,02м3/мин на 1 дм длины катодной штанги. Воздух должен быть очищенным. На обдувку расход сжатого воздуха при давлении 0,2-0,3МПа составляет 15-20м3/ч.

Годовой расход сжатого воздуха определяют по приведенным нормам с учетом объема ванны или длины штанги и действительного фонда времени работы оборудования:

*W=(nV(1,1 ÷1,5)KT+(1,0 ÷1,1)KобФв /1000)·Т, (5.12)*

*W=(3·550·1,1·9,24·249+1,0·20·2624 /1000)·249=1052861м3*

**5.4 Вентиляция**

Гальванические цеха относятся к категории вредных производств вследствие большого количества вредных веществ, которые выделяются во время химической и электрохимической обработки. Для создания нормальных условий труда цеха должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. Кроме того, многие ванны должны быть оборудованы местными бортовыми отсосами, обеспечивающими отвод вредных примесей с зеркала электролита или раствора. Бортовые отсосы устанавливаются по длине ванны. Бортовые отсосы могут быть одно- и двусторонними. По конструкции их делят на простые (щелевое окно расположено перпендикулярно к зеркалу электролита) и опрокинутые (щель расположена параллельно зеркалу)./10/

Расчет объема воздуха, отсасываемого от зеркала ванн, производят по формуле:

*L=L0 K∆t KT K1 K2 K3 K4, (5.13)*

где *L0*-удельный объем воздуха, отсасываемого от ванн, м3/ч;

*K∆t*-коэффициент, учитывающий разность температур раствора и помещения (табл. №5.7); *KT*-коэффициент, учитывающий токсичность и интенсивность выделения вредных веществ; *K1*-коэффициент, учитывающий тип отсоса; *K2*-коэффициент, учитывающий воздушное перемешивание раствора, барботаж; *K3*-коэффициент, учитывающий укрытие зеркала электролита плавающими телами; *K4*-коэффициент, учитывающий укрытие зеркала электролита путем введения ПАВ.

*K1*=1,0 для двухбортового отсоса без поддува. При воздушном перемешивании *K2*=1,2; при укрытии зеркала ванны плавающими телами *K3*=0,75; при укрытии зеркала ванны пеной *K4*=0,5; коэффициент токсичности для бортового опрокинутого отсоса *KТ*=1,3.

*L=274428∙1,47∙1,3∙1,0∙1,2∙0,75∙0,5=235994м3/ч*

*Коэффициент K∆t, учитывающий разность температур раствора и воздуха в помещении*

Табл. № 5.7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Разность температур раствора и воздуха, °С | *K∆t* для отсосов | Разность температур раствора и воздуха, °С | *K∆t* для отсосов |
| без поддува | с поддувом | без поддува | с поддувом |
| 0102030 | 1,01,161,311,47 | 1,01,031,061,09 | 40506070 | 1,631,791,942,10 | 1,121,151,181,21 |

Удельный объем отсасываемого воздуха *L0* определяется по следующим формулам:

для отсосов простых и опрокинутых без поддува

*L0=1400(0,53)∙0,66Wвн, (5.14)*

где *Ввн, Lвн*-внутренние ширина и длина ванны, м; *Н1*-расстояние от зеркала электролита до борта ванны, обычно равное 0,2м;

*L0=1400∙м3ч*

Для перемещения воздушных масс повышенной влажности или содержащих химические соединения, агрессивные к углеродистым или алюминиевым сталям, применяют вентиляторы из коррозионно-стойкой стали или из титановых сплавов.

*Данные для выбора вентилятора:*

Табл. № 5.8

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Тип боротового отсоса | Размеры ванн, мм | *L0, м3/ч* | *L, м3/ч* |
| *Lвн* | *Wвн* | *Н1* |
| хромирование | Двухсторонний без поддува | 800 | 700 | 0,2 | 276013 | 235994 |

*Вентилятор Ц4-70*

Табл. № 5.9

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка вентилятора | Производительность, тыс. м3/ч | Полное давление, Па | КПД | Мощность, кВт | Габаритные размеры, мм |
| 6,3 | 15 | 117,5 | 0,805 | 4 | 1620×1185×1810 |

**5.5 Расход электроэнергии**

Потребителями электроэнергии являются: 1) источники постоянного тока; 2) электродвигатели; 3) сушильные агрегаты; 4) вентиляторы; 5) электронагреватели для нагрева ванн; 6) лампы для освещения и т.п.

1.Расход электроэнергии на работу источников постоянного тока

*W1=РвКобnФв/η, (5.15)*

где *Рв*-мощность выпрямителя, кВт; *Коб*-коэффициент использования оборудования; *Фв*-действительный фонд работы оборудования, ч; *η*-КПД источника постоянного тока; *n*-число источников постоянного тока.

*W1=7,56∙0,93∙1∙2624/76=242,7кВт*

2.Расход электроэнергии на работу электродвигателей

*W2=nPэKобФв, (5.16)*

где *Рэ*-мощность электродвигателя, кВт; *n*-число электродвигателей.

*W2=2∙10,0∙0,93∙2624=48807кВт*

3.Расход электроэнергии на сушильные агрегаты

*W3=РсnКсКобФв, (5.17)*

где *Рс*-мощность сушильного агрегата, кВт; *n*-число сушильных агрегатов; *Кс*-коэффициент использования сушильного агрегата;

*W3=2,7∙1,0∙0,93∙0,93∙2624=6127,6кВт*

4.Расход электроэнергии на работу вентилятора

*W4=РвnФв/η, (5.18)*

где *Рв-*мощность электродвигателя вентилятора, кВт; *n*-число электродвигателей; *Фв*-действительный фонд времени работы оборудования, ч; *η*-КПД выпрямителя.

*W4=4∙1∙2624/0,805=13038кВт*

5.Расход электроэнергии на освещение

*W5=0,015SучФвКосв, (5.19)*

где *0,015*-удельная норма мощности освещения, кВт/м2; *Sуч-*площадь участка, м2; *Косв*-коэффициент, учитывающий время, необходимое на освещение.

*W5=0,015∙1152∙2624∙0,84=3803кВт*

**6. Экологическая оценка производства**

В результате процесса хромирования деталей выделяется достаточно большое количество веществ, оказывающих вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

Поэтому, необходимо создание малоотходной, экологически безопасной технологии. Первоочередными задачами являются резкое сокращение объема потребляемой воды, прекращения сброса сточных вод, содержащих токсичные соединения, в канализацию и регенерация цветных металлов.

Самыми простыми способами уменьшения выноса солей металлов из ванн покрытий и попадания их в промывные воды являются:

1. выдерживание подвесок или корзин с деталями при выгрузке над ванной 10 – 15с для стекания с них большей части электролита, захваченного деталями при извлечении из ванн;
2. введение в состав электролитов поверхностно-активных веществ, снижающих поверхностное натяжение растворов, что снижает количество уносимого с деталями электролита;
3. промывку деталей после покрытия следует производить сначала в ваннах с непроточной водой – ваннах-улавливателях, а затем в ваннах с проточной водой каскадного типа.

**7. Обезвреживание сточных вод**

Очистные сооружения предусмотрены для очистки токсичных промышленных стоков от гальванического цеха: кислот, цианосодержащих и хромосодержащих.

Сточные воды из гальвано цеха поступают на очистные сооружения.

Смешение стоков разных видов не допускается. Стоки содержат циан, 6-ти валентный хром, кислоты, щелочи и соли тяжелых металлов (никеля, цинка, железа), содержание которых при сбросе в городскую канализацию лимитируется санитарными нормами.

Сточные воды после ванн электрохимического обезжиривания и после ванн травления гальванического цеха, загрязненные кислотами, щелочами и солями тяжелых металлов очищаются химическим способом на заводских очистных сооружениях.

Принятый метод обработки кислотно-щелочных стоков учитывает возможность наличия в кислотно-щелочных стоках примесей тяжелых металлов. Сущность процесса обезвреживания кислотно-щелочных стоков заключается во взаимной нейтрализации этих стоков с последующей до нейтрализацией их раствором щелочи и высаждении растворенных металлов в виде гидроокисей раствором гашеной извести.

*Химическая сторона процесса усреднения стоков*:

H2SO4+2NaOH → Na2SO4+2H2O

2H++2OH- → 2 H2O

HCl+NaOH → NaCl+ H2O

H++OH- → H2O

Zn2++Ca(OH)2 → Zn(OH)2 ↓+Ca2+

Cu2++Ca(OH)2 → Cu(OH)2 ↓+Ca2+

Расход химреактивов для нейтрализации кислотно-щелочных стоков зависит от величины рН поступающих стоков.

Количество поступающих кислотно-щелочных стоков составляет 1875 м3/сут или 119,3м3/час. Станция очистки рассчитана на очистку промстоков до пределов, позволяющих сбрасывать их на городские очистные сооружения, т.е. кислотно-щелочные стоки полностью нейтрализуются (рН=7÷8).

*Обезвреживание хромосодержащих стоков.*

1. Применяемые материалы.

Серная кислота ГОСТ 2184 -77

Тиосульфит натрия ГОСТ 244 -76

Известь 60% (пушонка) ГОСТ 9179 -77

Полиакриламин ТУ6 -01 -1049 -92

2. Метод обезвреживания

Обезвреживание хромсодержащих стоков производится в 2 стадии. Сущность метода состоит в восстановлении 6-ти валентного хрома в трехвалентный в кислой среде с помощью 10% раствора бисульфита натрия и перевод 3-х валентного хрома в гидроокись хрома под действием 3% раствора известкового молока по реакции:

8CrO3+3Na2S2O3+9H2SO4 → 3Na2SO4+4Cr2(SO4)3+9H2O

Cr2(SO4)3+3Ca(OH)2 → 2Cr(OH)3+3CaSO4

**8. Автоматизация производства**

**8.1 Концепция автоматизации производства**

Системы автоматизации технологических процессов являются важнейшим средством повышения производительности труда, улучшения качества продукции, сокращения расхода материалов и энергии, сокращения количества обслуживающего персонала, что особенно важно в таких вредных производствах, как гальванические цеха, улучшение организации производства и внедрение прогрессивных методов управления производством. Они снижают аварийность на производстве, увеличивают безопасность работы установок, повышают КПД и технико-экономические показатели производства.

**8.2 Краткая операционная схема технологического процесса**

1. Электрохимическое обезжиривание

2. Горячая промывка

3. Холодная промывка

4. Травление

5. Холодная промывка

6. Активация

7. Холодная промывка

8. Меднение

9. Холодная промывка с улавливанием

10. Холодная промывка

11. Никелирование

12. Холодная промывка

13. Горячая промывка

14. Хромирование

15. Холодная промывка с улавливанием

16. Холодная промывка

17. Сушка

Табл. № 8.1

|  |  |
| --- | --- |
| Ванна | Параметры |
| температура | расход | уровень | плотность тока |
| Электрохимическое обезжиривание | + |  | + | + |
| Горячая промывка | + | + |  |  |
| Травление |  |  | + |  |
| Холодная промывка | + | + |  |  |
| Сушка | + |  |  |  |

Табл. № 8.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Аппараты и параметры | Значенияпараметра | Вид автоматизации |
| измерение | регулирование | сигнализация |
| Ванна электрохимического обезжиривания:температура уровеньплотность тока | 800С0,8 м5 А/дм2 | +++ | + | + |
| Ванна горячей промывки:расходтемпература | 0,225 м3/ч900С | ++ | ++ |  |
| Ванна травления:уровень | 0,8 м | + | + | + |
| Ванна холодной промывки:расход | 0,533 м3/ч | + | + |  |
| Сушка:температура | 600С | + | + |  |

## 8.3 Контур регулирования температуры

Согласно технологии, электрохимическое обезжиривание, горячую промывку необходимо вести при температуре 60 - 90˚С, однако в результате потерь тепла в окружающую среду или в результате потерь тепла на нагрев деталей, температура в ванне может изменяться. В связи с этим температура в ванне может поддерживаться автоматически, путем изменения подачи греющего пара с помощью системы автоматического регулирования.

Температура в ваннах измеряется манометрическим термометром ТПЖ‑4V (поз. 1-1, 3-1). Чувствительный элемент —трубчатая пружина. Унифицированный пневматический сигнал 0,2 - 1,0 кгс/см подается на вторичный прибор ПВ 10.1П (поз. 1-2, 4-2), который показывает и записывает температуру и одновременно на регулятор ПР3.31 (поз. 1-3, 4-3) системы “Старт” для получения непрерывного воздействия на регулирующий клапан исполнительного механизма, установленного на линии подачи пара 25ч32нж (поз. 1-4, 4-4).

Схема автоматической стабилизации температуры работает таким образом, что при понижении температуры в ванне система регулирования увеличивает степень открытия клапана линии подачи пара, что приводит к увеличению расхода его, в следствии чего температура в реакторе повышается.

Температура на ванне сушки измеряется термоэлектрическим термометром типа ТХК (поз. 11-1). Чувствительный элемент представляет собой два термоэлектрода, сваренных между собой на рабочем конце в термопару (спай) и изолированных по всей длине при помощи одно- и двухканальных трубок и бус из пирометрического фарфора и окиси алюминия. Чувствительный элемент помещается в защитную арматуру, в комплект которой входит водозащищенная головка с колодкой зажимов. Свободные концы термометра через колодку зажимов присоединяются к вторичному прибору КСП-4 (поз. 11-3), предназначенный для измерения, записи и регулирования температуры, преобразуемых с помощью датчиков в напряжение постоянного тока.

## 8.4 Контроль расхода воды

Для измерения и регулирования расхода воды в ваннах горячей и холодной промывки применяют ротаметр с пневматической дистанционной передачей и местной шкалой показывания РП‑2,5 ЖУЗ (поз. 5-1, 7-1), вырабатывающий выходной пневматический сигнал, соответствующий данному расходу воды. Этот сигнал поступает на вторичный прибор ПВ.10.1П (поз. 5-2, 7-2) и одновременно на вход ПИ-регулятора типа ПР3.31 (поз. 5-3, 7-3) для получения непрерывного воздействия на регулирующий клапан исполнительного механизма, установленного на линии подачи воды 25ч32нж (поз. 5-4, 7-4).

Схема работает следующим образом: при повышении расхода воды система регулирования уменьшает степень открытия клапана на линии подачи воды, что приводит к уменьшению расхода.

## 8.5 Контур контроля и регулирования уровня

Регулирование уровня производится в ваннах электрохимического обезжиривания, травления, меднения, никелирования, хромирования. Уровень измеряется с помощью буйкового уровнемера типа УБ‑П (поз. 2-1, 9-1).

Эта схема автоматической стабилизации работает следующим образом. При повышении уровня в ванне система регулирования уменьшает степень открытия клапана линии подачи жидкости, что приводит к уменьшению ее расхода, в следствии чего уровень понижается и наоборот.

**8.6 Регулирование плотности тока**

В гальваническом производстве большое значение для качества покрытия играет соблюдение технологических параметров. Одним из важнейших является плотность тока. Регулирование плотности тока осуществляется в ваннах электрохимического обезжиривания и хромирования, с помощью выпрямителей марки ТЕРI-800/12Т-ОУХЛ4.

**9. Финансовая оценка проектных решений**

**9.1 Характеристики цеха**

Проектируемый участок находится в гальваническом цехе, размером

96 м x 12 м x 6 м.

На ***гальваническом участке*** производятся следующие виды гальванических покрытий:

 1. Блестящее цинкование (на стальные изделия) с блескообразующими добавками "Ликонда "А","В","С"", с использованием бесцветной пассивации "Ликонда 21" и цинкование с хромовой пассивацией. Покрытия проводятся в полуавтоматических линиях в стационарных ваннах размером 700х800х800 (для мелких деталей в барабанах, для крупных на подвесках);

2. Блестящее никелирование (стали, меди, латуни);

3. Меднение (как самостоятельное покрытие, так и подслой при никелировании);

4. Хромирование блестящее и хромирование твердое (износостойкое);

5. Фосфатирование с использованием низкотемпературного процесса;

6. Лужение;

7. Кадмирование;

8. Анодирование алюминиевых деталей.

В цехе имеется 8 оконных проемов.

Вода поступает в цех со скважины №7, давление 2-3 атм.

Пар, для нагрева электролита, подается с заводской котельни с давлением 5-6 атм.

Воздух подается с заводской компрессорной станции, давление 4-5 атм.

В цехе установлены осушители воздуха. Воздух используют для сушки деталей.

Электроэнергия подается с электроподстанции компрессорной № 1. В качестве источника питания в гальваническом цехе используются выпрямительные агрегаты типа ВАК или ВАКР (I=200-1000A, U=12-24B).

Гальванический цех, предназначенный для нанесения защитно-декоративных покрытий. В цехе поступят детали из механических цехов с указанием шифра наносимого покрытия. После нанесения покрытия детали укладываются в специальную тару и отправляются на склад готовых деталей (СГД). На каждую деталь выписывается накладная с указанием шифра покрытия, фамилия рабочего наносившего покрытие и печать, подпись ОТК.

Химикаты доставляются в цех на специально оборудованном автотранспорте, с центрального склада. Все упакованы, указаны марка, материал, срок годности. В цехе не должны находиться химикаты, превышающие 2 – 3 дневной запас.

Освещение в цехе осуществляется с помощью ртутных ламп марки ДРЛ – 400, освещенность должна составлять не менее 300 люкс.

Цех снабжен приточно – вытяжной системой вентиляции. Приток воздуха осуществляется за счет приточной камеры П7 и П9 в летнее время холодный воздух, а в зимнее подогретый. Вытяжная вентиляция осуществляется через бортовые отсосы, расположенные по длине гальванических ванн.

**9.2 Расходы на инвестиции в автоматизацию производства**

***Расчет капитальных вложений и суммы амортизационных отчислений:***

 *(9.1)*

 *(9.2)*

 *(9.3)*

 - балансовая стоимость основных фондов, руб.

 - норма амортизации в год.

*Стоимость зданий и сооружений и сумма их амортизации*

*Табл. № 9.1*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование зданий | Балансовая стоимость, тыс.руб. | Норма амортизации,% | Сумма амортизации, тыс. руб. |
| Здание цеха | 1500 | 1 | 15 |
| Склад сырья | 120 | 1,5 | 1,8 |
| ИТОГО: | 1600 |  | 16,8 |

*Расчет стоимости оборудования и сумма амортизационных отчислений*

Табл. № 9.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Количество | Стоимость, тыс. руб. | Амортизация |
| единицы | общая | % | тыс. руб. |
| ВаннаПечь сушильная | 171 | 175,21112,1 | 2978,57112,1 | 8,26,0 | 244,256,73 |
| ИТОГО: |  |  | 3090,67 |  | 251 |
| Неучтенное оборудованиеСиловое оборудованиеАвтоматика |  | --- | 20,4563,2752,61 |  |  |
| ИТОГО: | 3478 |

17,87%

, *(9.4)*

**9.3 Производственный персонал**

* Начальник цеха
* Инженер – технолог
* Экономист – нормировщик
* Кладовщик
* Гальваник
* Корректировщик
* Слесарь – ремонтник
* Слесарь – сантехник
* Электрик
* Транспортировщик
* Уборщик

**9.4 Численность и фонд зарплаты работающих**

**Баланс рабочего времени:** Режим работы производства — односменный(8 часовой). Объем производства: 5000 м2.

Табл. № 9.3

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование показателей** | **Количество** |
|  Календарный фонд времени, Ткал,дни | 365 |
|  Выходные и праздничные дни, Твых, дни | 116 |
|  Номинальный фонд рабочего времени, Тном | 249 |
| Невыходы на работу по согласованию с администрацией | 40 |
| в том числе по причинам: |  |
| — отпуск | 24 |
| — выполнение гос. Обязанностей0 | 2 |
| — прочие невыходы | 8 |
| Эффективный фонд рабочего времени, Тэф, дни | 215 |
| — в часах | 1720 |

*Заработная плата рабочих в зависимости от занимаемой должности*

Табл. № 9.4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Занимаемая должность | Количество рабочих | Заработная плата |
| Начальник цеха | 1 чел. | 20000 руб. |
| Инженер - технолог | 1 чел. | 12000 руб. |
| Экономист - нормировщик | 1 чел. | 10000 руб. |
| Кладовщик | 1 чел. | 8000 руб. |
| Гальваник | 12 чел. | 15000 руб. |
| Корректировщик | 2 чел. | 15000 руб. |
| Слесарь – ремонтник | 1 чел. | 12000 руб. |
| Слесарь – сантехник  | 1 чел. | 12000 руб. |
| Электрик | 1 чел. | 12000 руб. |
| Транспортировщик | 2 чел. | 8000 руб. |
| Уборщики | 2чел. | 6000 руб. |

***Фонд зарплаты основных рабочих***

1. Тарифный фонд заработной платы основных рабочих:

Зтар = Рсп х Тэф х Тсм х Тчас, где:

Рсп —списочный состав рабочих;

Тэф —эффективный фонд времени; Тсм —длительность смены;

Тчас —часовая тарифная ставка.

Для гальванщика 4 разряда (Тчас = 5,73)

Зтар = 4 х 211 х 5,73 х 8 = 38688.96 руб.

2. Дополнительный фонд зарплаты:, (D) за перевыполнение норм,

за качество работы —40%, за вредность — 10%.

D = 38688.96 х 0,4 + 38688.96 х 0,1 = 19344.48 руб.

3. Основной фонд зарплаты:

Зосн = Зтар + D = 38688.96 + 19344.48 = 58033.44 руб.

4. Дополнительная зарплата (оплата отпусков, больничныхлистов), принимаем 10% от основного фонда зарплаты

Здоп =5803.34 руб.

5. Годовой фонд зарплаты основных рабочих

Згод = Зосн + Здоп = 58033.44 + 5803.34 = 63836.78 руб

6. Отчисления на социальное страхование 37% от Згод:

63836.78 х 0,37 = 23619.6 руб.

Доля приходящаяся на калькуляционную единицу:

Зуд =Згод /Вгод= 63836.78 / 545.8=116.96 руб/м2;

Среднегодовая зарплата одного рабочего

Зср = Зуд / Рсп = 63836.78 / 4 = 15959.19 *руб*;

Производительность труда одного рабочего

ПТ = Вгод / Рсп = 545.8 / 4 = 136.45 *м2/чел*.

**9.5 Зарплата вспомогательных рабочих**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| НаименованиеПрофессий | Разряд | Р сп | Тариф-ная ставка | Т эф.дн. | З тар.руб. | З осн.руб. | З год. Руб. |
| Коррект-щик |  5 |  1 | 11 |  211 | 18568 | 27852 | 30637.2 |
| Слесарь |  5 |  1 | 13.2 |  211 | 22281.6 | 33377.4 | 41220.9 |
| Электрик |  5 |  1 | 13.2 |  211 | 22281.6 | 33377.4 | 41220.9 |
| Лаборант |  4 |  2 | 8.14 |  211 | 27480.64 | 41220.9 | 45342.9 |
| Контролер |  3 |  2 | 8.14 |  211 | 27480.64 | 41220.9 | 45342.9 |
| Транспор-щик |  3 |  2 | 8.14 |  211 | 27480.64 | 41220.9 | 45342.9 |
| Всего |  |  |  |  |  | 218269.5 | 240096.4 |

Производительность труда одного рабочего:

ПТ =Вгод / Рсп = 545.8 / 13 = 41.98 *м2/чел*.

**9.6 Фонд зарплаты итр, моп и служащих**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименованиедолжности | Численностьчел. | Окладв месяц | ГодовойФонд з/пл |
| Наименованиедолжности | Численностьчел. | Окладв месяц | ГодовойФонд з/пл |
|  |  |  |  |
| ИТР: |  |  |  |
| Начальник цеха | 1 | 5500 | 66000 |
| Зам. начальника цеха | 1 | 4000 | 48000 |
| Начальник БТЗ | 1 | 3200 | 38400 |
| Старший экономист | 1 | 2800 | 33600 |
| Старший мастер | 1 | 2500 | 30000 |
| Сменный мастер | 1 | 2200 | 26400 |
| Начальник тех. бюро | 1 | 3000 | 36000 |
| Технолог | 1 | 2300 | 27600 |
| Служащие : |  |  |  |
| Табельщик | 1 | 1800 | 18000 |
| Бухгалтер | 1 | 2000 | 24000 |
| Нормировщик | 1 | 2000 | 24000 |
| МОП: |  |  |  |
| Уборщик | 1 | 800 | 9600 |
| Гардеробщик | 1 | 700 | 8400 |
| Всего: |  |  | 390000 |

Производительность труда на одного работающего:

ПТ =Вгод / Рсп = 545.8 / 26 = 20.99 *м2/чел*.

**Годовой фонд зарплаты работающих**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| NNп/п | КатегорииРаботающих | Численностьчел. | Годовой фонд з/пл |
| 1 | Основные производственныеРабочие | 4 | 66257.196 |
| 2 | ВспомогательныеРабочие | 11 | 327296.95 |
| 3 | ИТР и служащие | 11 | 372000 |
| 4 | МОП | 2 | 18000 |
| Всего |  |  | 783554.08 |

Среднегодовая зарплата одного работающего:

Зср = 783554.08 = 27984.07 руб. в год.

 28

**9.7 Расход электроэнергии**

1. На технологические цели:

Этехн. = ;

где:

Этеор — расход электроэнергии на технологические

цели;

Кспр —коэффициент спроса, учитывающий неравномерность

работы двигателей —0,7—,9;

Кэл.сети —коэффициент потерь в электродвигателе —0,97.

**Расход электроэнергии**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Ед. мощн.к Вт | Кол-воШт. | Сум. мощн.к Вт | Т эф. раб.обор. ч | Потреб.эл/энКВт/час |
| Силовоеоборудованиеэлектродвигателинеучтеноеоборудование(20%) | 4,5 | 14 | 63 | 763 | 8694,01738,8 |
| Всего: |  |  |  |  | 10432,8 |

Этехн =10432.8 х 0.77/0.97 = 7528.82 кВт/ч

Норма расхода на калькуляционную единицу:

Нэл =7528.82 /545.8 = 13.85 кВт/ч м2;

На двигательные цели:

Эдв = 7528.82 х 0.7 / 0.97 х 0.9 = 6036.85 кВт/ч.

**9.8 Расход пара на технологические нужды**

Нп = ;

где: Нп —норма расхода технологического пара на единицу продукции, Гкал/м2;

Пн —потребность пара в час, Гкал; а —потребность в паропроводах 2—%;

В —выпуск продукции за час.

Нп = 2.12 х (1 + 2 / 100) / 0.9= 2.4 *Гкал/м2*.

**9.9 Расход воды на технологические нужды**

Нв = ;



где: Нв —суммарная удельная норма расхода воды, м3/ч;

Рсум —суммарный суточный или часовой расход воды по операциям, м3.

Нв =1.9 / 0.9 = 2.1 *м3/ч*.

**9.10 Нормы расхода сырья и основных материалов** **на калькуляционную единицу**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование сырья и основных материалов | Ед. изм | Кол-во потр наВыполнениеЗаказа | Гальванический объем |
| 1.Натр едкий | кг | 16.86 | 545.8 |
| 2.Сода кальц-ная | кг | 8.43 | 545.8 |
| 3Тринатрий фосфат | кг | 4.21 | 545.8 |
| 4.Стекло жидкое | кг | 0.056 | 545.8 |
| 5.Кислота соляная | кг | 6.744 | 545.8 |
| 6 Сода кальц-ная. | кг | 16.86 | 545.8 |
| 7.АФ-13 | кг | 0.14 | 545.8 |
| 8.КПМ-2 | кг | 8.76 | 545.8 |
| 9.Бихромат калия | кг | 2.02 | 545.8 |

**9.11 Цеховые расходы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| NN п/п | Статьи и затраты | Сумма тыс.руб | Методика расчета |
| 1 | Содержание цехового персонала | 27984.07 | из табл.7 |
| 2 | Отчисления на соц.страхование | 10634  | 38% от 1ст |
| 3 | Текущий ремонт зданий и соору жений | 12312  | 2—% от смет ст-ти зд |
| 4 | Амортизация зданий и сооружений | 157.89 | из табл.1 |
| 5 | Содержание зданий и сооружений | 315780 | 5—% от ст-ти зд. и сооруж |
| 6 | Охрана труда и техники безопас ности | 25.5 | 250руб. на1 работающего |
|  | Итого: | 463543.4 |  |
| 7 | Прочие цеховые расходы | 463.543 | 10—% от суммы затрат ст. 1— 6 |
|  | Всего: | 464006.94 |  |

Удельные расходы: 463543.4 / 545.8 = 849.29 *руб/м2*.

**9.12. Калькуляция затрат на выполнение заказа**

 ( СРОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗА 96 ДНЕЙ)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи затрат | Ед изм. | Цена за кгруб | Кол-во пошедшеена заказ | Сумма руб. |
| 1.Материальные затраты Сырье и материалы |  |  |  |  |
| 1.Натр едкий | кг | 15 | 16.86 | 252.9 |
| 2.Сода кальц-ная | кг | 5.95 | 8.43 | 50.15 |
| 3Тринатрий фосфат | кг | 16.75 | 4.215 | 70.6 |
| 4.Стекло жидкое | кг | 10 | 0.56 | 5.6 |
| 5.Кислота соляная | кг | 0.97 | 6.744 | 6.54 |
| 6.АФ-13 | кг | 200 | 0.14 | 28 |
| 7.КПМ-2 | кг | 16.80 | 8.76 | 147.168 |
| 8.Бихромат калия | кг | 55 | 2.02 | 111.1 |
| Итого: |  |  |  | 672.05 |
| 2.Топливо и энергия для технологических целей |  |  |  |  |
| Электроэнергия | КВт/ час | 0,50  | 13.85  | 6.925 |
| Пар | Гкал | 0.57 | 0.06 | 0.0342 |
| Вода | м | 1.60 | 2.1 | 3.36 |
| Сжатый воздух | м | 3 | 64.6 | 193.8 |
| Итого |  |  |  | 204.11 |
| 3.Зарплата основных производственных рабочих | руб |  |  | 5600 |
|  Отчисления на соц страхование | руб |  |  | 788,3 |
|  Итого: |  |  |  | 6388.3  |
| 4.Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования | руб |  |  | 2397.5 |
| Цеховые расходы(50% от годового фонда ) | руб |  |  | 571 |
| Цеховая себестоимость | руб |  |  | 380120 |

**9.13. Смета расходов на содержание и эксплуатациюоборудования**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование статей |  Сумма тыс.руб | Методика расчета |
| 1.Содержание оборудования и транспортных средств. |  |  |
| а)зарплата вспомогательных рабочих | 115,871  | Из расчета |
| б)отчисления на соц.страхование | 16,22  |  |
| в)вспомогательные материалы |  | 3,84 (3—%) от сметн ст-ти оборудов |
| 2.Затраты на электроэнергию |  1,3  | Из табл |
| 3.Текущий ремонт оборудования и транспортных средств |  | 15,36 (12—%) от смет ст-ти оборудов |
| 4.Амортизация оборотных и тран спортных средств |  19,595  | Из табл.2 |
| Итого: | 172,186  |  |
| Прочие расходы на содержание и эксплуатацию оборудования | 17,219 | (10—%) от суммы Затрат |
| Всего: | 189,405  |  |

Удельные расходы: = 1950,6 *руб/м2*

**Технико-экономические показатели на изготовление заказа**(срок выполнения заказа 96 дней)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| NN п/п | Показатели | Ед изм.. | По проекту |
|  |  Bыпуск продукции |  |  |
|  | 1. В натуральном выражении

б)в стоимостном выражении (с НДС-20%) | м2тыс. руб. |  545.8   |
| 2. | Капитальные затраты на основные производственные фонды  | т.руб | 22,7 |
| 3. | Оптовая цена одногоКомплекта( с НДС-20%) | руб | 6,8  |
| 4. | Численность работающих | чел | 28 |
| 5 |  Фонд заработной платы всех работающих | т.руб | 15,7 |
| 6. | Среднедневная заработная плата одного работающего | руб | 26,7 |
| 7. | Себестоимость одногоКомплекта | руб | 3,8 |
| 8. |  Прибыль с одного Комплекта | руб. | 1,9  |