МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему

Проект производственного участка кадмирования стальных деталей, производительностью 2000 м^2/год

Пояснительная записка

ПГУ 3.2-07.18.03.01.Х077 ПЗ

Квалификация **бакалавр**

Направление **18.03.01 – Химическая технология**

Профиль **Технология электрохимических производств**

Автор — студент группы **19ЗМХ31**

	18.01.23г.	**Копылова С.Ю.**
	подпись и дата	инициалы, фамилия
Руководитель:	18.01.23	**Наумов Л.В.**
	подпись и дата	инициалы, фамилия
Консультанты:		
по конструированию и технологии	18.01.23	**Наумов Л.В.**
	подпись и дата	инициалы, фамилия
по экономике	18.01.23	**Наумов Л.В.**
	подпись и дата	инициалы, фамилия
по безопасности жизнедеятельности	18.01.23	**Наумов Л.В.**
	подпись и дата	инициалы, фамилия
Нормоконтролер:	20.01.23г.	**Сорокина Н.В.**
	подпись и дата	инициалы, фамилия

Работа допущена к защите в ГЭК (протокол заседания кафедры от 30.01.23 № 7)

Заведующий кафедрой 30.01.23г. **А.Е. Зверовщиков**
подпись и дата — инициалы, фамилия

Работа защищена с оценкой отлично (протокол ГЭК от 07.02.2023г. № 1)

Секретарь ГЭК 07.02.2023г. **Н.В. Сорокина**
подпись и дата — инициалы, фамилия

"Утверждаю"
Заведующий кафедрой
"Технология машиностроения"
д.т.н., профессор Зверовщиков А.Е.
"28" 10. 2022 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу бакалавра

1. **Студент** Копылова Светлана Юрьевна
направления подготовки 18.03.01, гр. 193МХ31 **заочного отделения политехнического института Пензенского государственного университета**
2. **Руководитель квалификационной работы** к.т.н., доцент Наумов Л.В.

3. **Время проектирования** с 09 января 2023 г. по 19 февраля 2023 г.

4. **Место преддипломной практики** АО «Нижнеломовский электромеханический завод»

5.**Тема выпускной квалификационной работы** Проект производственного участка кадмирования стальных деталей, производительностью 2000 $м^2$/год.
Тема утверждена приказом ПГУ *№ 916/о* от 28.10.2022 г.

6. **Техническое задание** (объем выпуска изделий, назначение изделия, режим работы и пр.)
6.1. Годовая программа выпуска 2000 $м^2$/год
6.2. Гальваническое покрытие кадмирование
6.3. Материал покрываемых деталей: сталь

6.3. Проект разработать применительно к условиям АО «Нижнеломовский электромеханический завод»

7. **Объем и содержание основной части выпускной квалификационной работы**
7.1. **Пояснительная записка** (перечень вопросов, подлежащих разработке, расчетов, обоснований и описаний)
7.1.1. Литературный обзор.
7.1.2. Технология электроосаждения покрытий.
7.1.3. Анализ существующей технологии.
7.1.4. Оборудование гальванического цеха.
7.1.5. Автоматизация технологического процесса.
7.1.6. Материальные и тепловые расчёты.
7.1.7. Экология и очистные сооружения гальванического цеха.
7.1.8. Научно-исследовательский раздел.
7.1.9. Технико-экономический расчёт.
7.1.10. Безопасность жизнидеятельности.
7.2. **Графическая часть** (перечень и содержание чертежей, плакатов)
7.2.1. Чертеж детали 1л. Ф.А1.
7.2.2. Чертёж ванны нанесения кадмирования 1л. ф. А1.
7.2.3. Чертёж ванны обезжиривания 1л. ф. А1.
7.2.4. Чертёж приспособления 1л. ф. А1.
7.2.5. Чертёж автооператора консольного 1л. ф. А1
7.2.6. Плакат плана участка цеха 1л. ф. А1.
7.2.7. Принципиальная схема разводки технологического трубопровода 1л. ф. А1.
7.2.8. Плакат составов электролитов 1л. ф. А1.
7.2.9. Схема автооператорной линии для нанесения покрытия кадмирования 1л. ф А1.
7.2.10. Схема очистки сточных вод 1л. ф. А1.

HONOR 10i

8. **Особые требования по выполнению разделов**

8.1. **По разработке гальванической линии**

При проектировании гальванической линии предусмотреть автоматизацию процесса нанесения покрытия

8.2. **По технологии нанесения покрытия**

Для снижения трудоемкости процесса нанесения покрытия предусмотреть высокопроизводительное и программируемое технологическое оборудование.

8.3. **По технико-экономическому обоснованию проектных решений**

Выполнить технико-экономическое обоснование принятых решений

8.4. **По организации безопасных условий труда**

Разработать мероприятия по организации безопасных условий труда на спроектированном участке гальванического цеха.

9. **Календарный график выполнения квалификационной работы**

Наименование работы	Объем работы, %	Срок выполнения	Подпись руководителя
1. Литературный обзор	10	с 09.01 по 11.01	
2. Технология электроосаждения покрытий	20	с 11.01 по 13.01	
3. Оборудование гальванического цеха	10	с 14.01 по 16.01	
4. Автоматизация гальванического процесса	10	с 17.01 по 19.01	
5. Материальные и тепловые расчёты	10	с 20.01 по 22.01	
6. Экология и очистные сооружения гальванического цеха	5	с 23.01 по 25.01	
7. Научно-исследовательский раздел	5	с 26.01 по 28.01	
8. Технико-экономический раздел	5	с 29.01 по 31.01	
9. Безопасность жизнидеятельности	5	с 01.02 по 03.02	
Оформление пояснительной записки, графической части ВКР и представление проекта к защите	20	с 04.02 по 06.02	

Дата выдачи задания 09 января 2023г. Задание к исполнению принял 09 января 2023г.

Руководитель квалификационной работы

Исполнитель задания

Корр-Кочнова С.Ю.

Выпускную квалификационную работу к защите допустить
Зам. директора ПИ по заочной форме обучения
Пензенского государственного университета
д.т.н., профессор А.Н. Литвинов

УДК 621.357.1

Копылова С.Ю. - Проект производственного участка с кадмирования стальных деталей производительностью 2000м^2/год.
Пояснительная записка: 97 листов, 11 рисунков, 9 таблиц, 14 источников, 3 приложения.
Графическая часть: чертежей 5 листов ф.А1, плакатов 5 листов ф.А1.

РЕФЕРАТ

ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ , ПОКРЫТИЕ, КАДМИЙ, ПОДВЕСКА, КАДМИРОВАНИЕ, АВТООПЕРАТОР, ТЕХПРОЦЕСС, ОБОРУДОВАНИЕ, ВАННА, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ПЛАН УЧАСТКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ, ОСМОС, ОЧИСТКА, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

Цель работы: проектирование автоматизированной гальванической линии покрытия кадмием стальных детали типа «Втулка» производительностью 2000м^2/год.

Объект разработки: гальваническая линия кадмирования

Использованные методики проектирования: технологические расчеты и конструирование производились по стандартным учебным и инженерным методикам и рекомендациям. Произведен расчет площади покрытия детали. Определено оборудование цеха и последовательность построения линии и расположения ванн. Выполнен расчет подвесного приспособления. Произведены необходимые расчеты для проектирования основной гальванической ванны технологического процесса покрытия кадмием. Определены источники тока и баланса тока и напряжения. Рассчитаны основные параметры технологического процесса, влияющие на определение типа гальванической линии, выбора автооператоров и тепловых процессов и электрохимических процессов.

Выполнен общий вид автоматизированной гальванической линии покрытия кадмием, спроектирована основная ванна гальванического процесса.

В научно-исследовательской разделе рассмотрены вопросы особенностей кадмирования.

В разделе экологии и техники безопасности подробно изучены вопросы безопасности при работе на гальваническом производстве.

Эффективность данной технологии подтверждена экономическим обоснованием.

					ПГУ 3.2-07.18.03.01. Х077 ПЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-	
Разраб.		Копылова С.Ю.			Проект производственного участка кадмирования стальных деталей производительностью 2000м^2/год
Проверил		Наумов Л.В.		18.01.23	
		Сорокина Н.В.		20.01.23	
Н. контр.					
Утв.		Зверовщиков А.Е.		30.01.23г	

Лит.	Лист	Листов
ВКР	4	97

Кафедра «ТОМ», группа 193МХ31

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР 9
1.1 Обзорная часть 9
1.2 Выбор электролитов 12
1.3 Задачи ВКР 16

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС - КАДМИРОВАНИЯ 17
2.1 Определение основных параметров линии 17
2.2 Выбор технологической схемы нанесения покрытий 18
2.3 Определение времени обработки (покрытия) детали 24

3 ОБОРУДОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦЕХА 25
3.1 Назначение и принцип действия оборудования 25
3.2 Предварительная компоновка гальванической линии 26

4 КОНСТРУКЦИОННЫЕ РАСЧЕТЫ 27
4.1 Определение номенклатуры потребного оборудования 27
4.2 Расчет подвесного приспособления 28
4.2.1 Расчет числа одновременно обрабатываемых деталей на подвеске из условий максимальной нагрузки 28
4.2.2 Определение типа подвески 29
4.2.3 Размещение деталей на подвеске 31
4.2.4 Расчет габаритов подвески 33
4.2.5 Выбор материала подвесок и элементов технологической оснастки 34
4.2.6 Проверка ограничений по току 34
4.2.7 Изоляция подвесок 36
4.3 Расчет и выбор ванны гальванической линии 37
4.4 Описание принципа работы и конструкции ванны промывки 41
4.5 Расчет и выбор источника тока 42
4.5.1 Расчет силы тока 42
4.5.2 Расчет баланса напряжения 43
4.5.3 Источники питания 44
4.5.4 Реверсирование тока в гальванической ванне. 46

5 МАТЕРИАЛЬНЫЕ И ТЕПЛОВЫЕ РАСЧЕТЫ 47
5.1 Расчет расхода воды в ваннах промывки 47
5.2 Расчет расхода сжатого воздуха для барботажа 49
5.3 Расчет объема воздуха, удаляемого через бортовые отсосы 50
5.4 Тепловой баланс гальванической ванны 51
5.5 Расчет расхода пара и охлаждающей воды 53

5.6 Расчет змеевика нагрева 54
5.7 Расчет расхода химических компонентов 54

6 РАСЧЕТ АВТООПЕРАТОРНОЙ ЛИНИИ 59
6.1 Назначение автооператорной линии 59
6.2 Расчет габаритных размеров автооператорной линии 61
6.3 Описание автооператора «Гранит-М» 62
6.4 Расчет количества автооператоров 63

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА КАДМИРОВАНИЯ 65
7.1 Разработка общей планировки участка и рабочих мест 65
7.2 Расчет потребных площадей 67

8 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ 69
8.1 Обоснование актуальности разработки 69
8.2 Сущность и значение себестоимости продукции 69
8.3 Классификация затрат на выпуск и реализацию продукции 70
8.4 Расчет себестоимости покрытия. 72

9 ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ 76

10 НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ - «АЛЬТЕРНАТИВЫ КАДМИЕВОМУ ПОКРЫТИЮ» 82

11 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УЧАСТКЕ ЦЕХА 89
11.1 Анализ опасных и вредных факторов при эксплуатации гальванической линии 89
11.2 Проектирование защитного заземления 92

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 95

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 96

Приложение А (технологический процесс)
Приложение Б (спецификации)
Приложение В (ведомость проекта)