

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)
ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра _____ Автоматизация, транспортные и информационные системы _____

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.Ф.Кулепов _____

_____ (дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

студенту _____ Красненкову Дмитрию Вячеславовичу _____ группы 12-АТПП
(Ф.И.О.)

1. Тема ВКР Автоматизация производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта

(утверждена приказом по вузу от 19.04.2016 № 86/5-в)

2. Срок сдачи студентом законченной работы 22.06.2016
3. Исходные данные к работе Технологический регламент и технологические схемы, техническое задание, каталоги продукции фирм-производителей, руководство по эксплуатации оборудования
4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень вопросов, подлежащих разработке)
Введение. 1 Описание технологического процесса и его регламент. 1.1 Описание технологического процесса. 1.1.1 Приготовление полимеризационной смеси. 1.1.2 Водная полимеризация. 1.1.3 Воздушная полимеризация. 1.1.4 Узел сбора сдувок и стоков. 1.2 Регламентные ограничения на показатели и технологические. 1.3 Характеристика взрывоопасных зон. 2 Анализ технологического процесса как объекта управления. 3 Оценка основных технических решений по автоматизации процесса, существующих на настоящее время на ФГУП «НИИ полимеров». 4 Постановка задач автоматизации и определение требований к системе автоматизации технологического процесса. 5 Алгоритм правления. 6 Обоснование принятых проектных решений, выбор приборов и средств автоматизации. 6.1 Выбор технических средств автоматизации нижнего уровня. 6.2 Выбор микропроцессорного контроллера. 6.3 Верхний уровень АСУТП. 6.4 Программное обеспечение. 6.5 Описание функциональной схемы автоматизации. 6.6 Расчет погрешности измерительного канала. 6.6.1 Погрешность датчика. 6.6.2 Погрешность блока питания. 6.6.3 Погрешность модуля аналогового вывода микропроцессорного контроллера. 6.6.4 Суммирование погрешности. 7 Расчет надежности системы автоматизации и других параметров системы. 8 Безопасность и экологичность проекта. 8.1 Санитарно-гигиенические мероприятия. 8.1.1 Токсические свойства обращающихся в производстве веществ. Меры и средства, обеспечивающие безопасную работу. 8.1.2 Метрологические условия. Вентиляция. Отопление. 8.1.3 Характеристика производственного шума и вибрации. 8.1.4 Освещение производственных помещений. 8.2 Электробезопасность. Защита от статического электричества. Молниезащита. 8.3 Пожарная безопасность. 8.4. Основные требования безопасности к разрабатываемым системам автоматизации технологического процесса. 8.5 Экологичность проекта. 8.6 Безопасность в

условиях чрезвычайных ситуаций. 8.6.1 Организация оповещения работающих об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации. 8.6.2 Действия персонала цеха по сигналам гражданской обороны. 8.6.3 Проектирование защитных сооружений. 8.7 Вывод. 9 Расчет технико-экономических показателей внедрения системы автоматизации. 9.1 Техничко-экономической обоснование внедрения и автоматизации системы управления. 9.2 Расчет капитальных затрат. 9.3 Оценка величин экономии производственных ресурсов. 9.4 Расчет себестоимости продукции. 9.4.1 Составление калькуляции себестоимости продукции. 9.5 Расчет экономии от внедрения систем автоматизации. 9.6 Определение срока окупаемости капитальных вложений на создание системы автоматизации. 9.7 Расчет показателей доходности. 9.8 Вывод. Заключение. Список использованных источников и литературы. Приложение А – опись документации. Приложение Б – спецификация.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1) Функциональная схема автоматизации (обязательный)

2) Структурная схема комплекса технических средств (обязательный)

3) Схема внешних проводок (по выбору)

4) Блок-схема алгоритма управления (по выбору)

6. Консультанты по ВКР (с указанием относящихся к ним разделов)

По разделу «Экономика» к.э.н., доцент кафедры «Энергетика, экономика, прикладная математика» Марамохина Е.В.

По разделу «Безопасность и экологичность проекта» к.х.н., доцент кафедры «Химическая технология» Рябова Т.А.

Нормоконтроль _____ Доцент кафедры «АТИС» Попов А.А.

7. Дата выдачи задания 09.05.2016

Код и содержание компетенции	Задание	Проектируемый результат	Отметка о выполнении
ПК-7 - способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем	Обоснованный выбор приборов и средств автоматизации, составление КТС	Спецификация оборудования, КТС	
ПК-9 - способностью определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления	Расчет суммарной погрешности измерительного канала регулирования температуры в реакторе Р56	Формула суммарной погрешности измерительного канала	
ПК-18 - способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством	Выбрать технические средства автоматизации из актуальных каталогов отечественных и зарубежных фирм	Выбраны средства автоматизации фирмы Siemens	
ПК-19 - способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	Разработать алгоритм управления загрузки сырья	Разработан алгоритм управления загрузки сырья	
ПК-20 - способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	Выполнить описание выполненных исследований и подготовить данные для разработки научных обзоров	Выполнено описание исследований	

Код и содержание компетенции	Задание	Проектируемый результат	Отметка о выполнении
ПК-21 - способностью составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством	Разработать техническую документацию на проектную систему автоматизации	Разработаны: спецификация, ФСА, схема КТС, схема внешних проводок.	
ПК-22 - способностью участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения	Рассмотреть существующие методы для измерений уровня, температуры, давления		
ПК-33 - способностью участвовать в разработке новых автоматизированных и автоматических технологий производства продукции и их внедрении, оценке полученных результатов, подготовке технической документации по автоматизации производства и средств его оснащения	Расчитать экономический эффект от внедрения системы автоматизации		

Руководитель _____ Виноградов С.В.
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(дата)

Студент _____ Красненков Д.В.
(подпись)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)
ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
АННОТАЦИЯ
к выпускной квалификационной работе

по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

(код и наименование)

студента Красненкова Дмитрия Вячеславовича группы 12-АТПШ
(Ф.И.О.)

по теме Автоматизация производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта

Выпускная квалификационная работа (например: выполнена на 65 страницах, содержит 5 рисунков, 19 таблиц, библиографический список из 26 источников, 4 приложения.)

Актуальность: Рассмотрены актуальные вопросы проектирования системы автоматизации производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта

Объект исследования: Автоматизация производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта (стадии: приготовление полимеризационной смеси, водная полимеризация, воздушная полимеризация, сбор сдувок и стоков).

Цель работы: Автоматизация стадий: приготовление полимеризационной смеси, водная полимеризация, воздушная полимеризация, сбор сдувок и стоков в производстве пожаробезопасного термоформируемого пенопласта

Задачи работы: Анализ технологического процесса, постановка задач автоматизации, выполнение проектной документации, определение затрат.

Структура работы: Проект состоит из пояснительной записки и графической части. Графическая часть представлена 3 чертежами и 1 плакатом на 4 листах формата А1.

Во введении указаны цель выполнения работы и предпосылки для реализации проекта.

В разделе «Описание технологического процесса и его регламент» описаны особенности протекания технологического процесса.

В разделе «Анализ технологического процесса как объекта управления» рассматриваются основные технологические параметры процесса.

В разделе «Оценка основных технических решений по автоматизации процесса, существующих на настоящее время на ФГУП «НИИ полимеров»» дается описание проектируемому производству.

Содержание

Введение.....	6
1 Описание технологического процесса и его регламент	7
1.1 Описание технологического процесса	7
1.1.1 Приготовление полимеризационной смеси.....	7
1.1.2 Водная полимеризация.....	9
1.1.3 Воздушная полимеризации.....	10
1.1.4 Узел сбора сдувок и стоков.....	12
1.2 Регламентные ограничения на показатели и технологические параметры процесса.....	12
1.3 Характеристика взрывоопасных зон.....	13
2 Анализ технологического процесса как объекта управления.....	14
3 Оценка основных технических решений по автоматизации процесса, существующих на настоящее время на ФГУП «НИИ полимеров».....	15
4 Постановка задач автоматизации и определение требований к системе автоматизации технологического процесса.....	16
5 Алгоритм правления.....	19
6 Обоснование принятых проектных решений, выбор приборов и средств автоматизации.....	21
6.1 Выбор технических средств автоматизации нижнего уровня.....	21
6.2 Выбор микропроцессорного контроллера.....	22
6.3 Верхний уровень АСУТП.....	25
6.4 Программное обеспечение	26
6.5 Описание функциональной схемы автоматизации.....	28
6.6 Расчет погрешности измерительного канала.....	28
6.6.1 Погрешность датчика.....	29
6.6.2 Погрешность блока питания.....	30
6.6.3 Погрешность модуля аналогового вывода микропроцессорного контроллера.....	30
6.6.4 Суммирование погрешности.....	30
7 Расчет надежности системы автоматизации и других параметров системы.....	33
8 Безопасность и экологичность проекта.....	37
8.1 Санитарно-гигиенические мероприятия.....	38
8.1.1 Токсические свойства обращающихся в производстве веществ. Меры и средства, обеспечивающие безопасную работу.....	38
8.1.2 Метрологические условия. Вентиляция. Отопление.....	40
8.1.3 Характеристика производственного шума и вибрации.....	42
8.1.4 Освещение производственных помещений.....	43

Инв. №	Подп. и дата
	Взам. инв.
Инв. №	Подп. и дата
	Инв. №
Инв. №	Подп. и дата
	Подп. и дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
Разраб.		Красненков		
Пров.		Виноградов		
Н.конт		Попов		
Утверд		Кулепов		

Автоматизация производства
пожаробезопасного
термоформируемого
пенопласта

Лит	Лист	Листов
ДПИ НГТУ 12-АТПП		

8.2 Электробезопасность. Защита от статического электричества.	
Молниезащита.....	45
8.3 Пожарная безопасность.....	46
8.4.Основные требования безопасности к разрабатываемым системам автоматизации технологического процесса.....	47
8.5 Экологичность проекта.....	49
8.6 Безопасность в условиях чрезвычайных ситуаций.....	50
8.6.1 Организация оповещения работающих об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации.....	50
8.6.2 Действия персонала цеха по сигналам гражданской обороны...51	
8.6.3 Проектирование защитных сооружений.....	51
8.7 Вывод.....	53
9 Расчет технико-экономических показателей внедрения системы автоматизации.....	54
9.1 Технико-экономической обоснование внедрения и автоматизации системы управления.....	54
9.2 Расчет капитальных затрат.....	54
9.3 Оценка величин экономии производственных ресурсов.....	57
9.4 Расчет себестоимости продукции.....	57
9.4.1 Составление калькуляции себестоимости продукции.....	57
9.5 Расчет экономии от внедрения систем автоматизации.....	59
9.6 Определение срока окупаемости капитальных вложений на создание системы автоматизации.....	59
9.7 Расчет показателей доходности.....	60
9.8 Вывод.....	62
Заключение.....	63
Список использованных источников и литературы.....	64
Приложение А	
Приложение Б	

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Введение

В химической промышленности необходимо большое внимание уделять автоматизации технологических процессов и производства, так как технологические процессы зачастую сложны и высока скорость их протекания, а также они чувствительны к нарушению режима. Это объясняется еще и взрыво-, пожароопасными свойствами веществ, используемых в процессе.

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда, качества выпускаемой продукции, снижения ее себестоимости, а также способствует снижению риска возникновения аварийных ситуаций.

Эффективная работа систем автоматизации технологических процессов во многом зависит от правильности постановки задач автоматизации, выбора стабилизируемых параметров, управляющих воздействий, разработки алгоритмов управления, контроля и представления информации персоналу, а также от правильности принятых проектных решений, содержания и оформления проектной документации.

В данном дипломном проекте рассматривается задача внедрения системы управления, связанная с автоматизацией производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта (стадии: приготовление полимеризационной смеси, водная полимеризация, воздушная полимеризация, сбор сдувок и стоков).

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата	ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ					Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

1 Описание технологического процесса и его регламент

1.1 Описание технологического процесса

Процесс получения пожаробезопасного термоформуемого пенопласта состоит из следующих стадий:

1. Хранение мономеров и добавок;
2. Получение вакуума;
3. Подготовка силикатного стекла и прокладочной трубки;
4. Сборка полимеризационных форм;
5. Приготовление полимеризационной смеси;
6. Заливка полимеризационной смеси в формы и сборка кассет;
7. Водная полимеризация;
8. Воздушная полимеризация;
9. Разборка кассет и обработка сополимерного листа;
10. Вспенивание сополимерного листа и обработка готового продукта пенопласта;
11. Узел сбора сдувок и стоков;
12. Узел ввода азота;
13. Узел ввода пара;
14. Узел ввода сжатого воздуха;
15. Узел ввода речной вода
16. Аварийное опорожнение оборудования.

В настоящем дипломном проекте рассмотрены следующие стадии: приготовление полимеризационной смеси, водная полимеризация, воздушная полимеризация, сбор сдувок и стоков.

1.1.1 Приготовление полимеризационной смеси

Приготовление полимеризационной смеси осуществляется в смесителе-вакуумизаторе (далее реактор) поз. Р56, объемом 0,16 м³, представляющем собой вертикальный цилиндрический аппарат с эллиптическими днищем и крышкой, с рубашкой, якорной мешалкой с частотой вращения 45 об/мин, двойным торцовым уплотнением. В качестве затворной жидкости используется речная вода, которая сливается в промканализацию. Реактор установлен в поддоне.

Канистры с сырьем к месту загрузки, доставляются и поднимаются на отм. +4,00 м в помещение приготовления полимеризационно смеси. Расчетное количество сырья из тары с весов поз. Х61 с помощью бочкового насоса поз. Н63 подается в реактор. Место загрузки оборудовано местным отсосом и поддоном.

ММФ и инициатор Perkadox 16 в навеске или в качестве раствора в мономере загружают в реактор через воронку под местным отсосом и с использованием СИЗ.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен ине. №	
Ине. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

7

После загрузки исходных веществ канистры с их остаточным количеством могут храниться в холодильном шкафу в лаборатории.

После загрузки сырья, инициатора и других добавок, включается мешалка и в рубашку подается речная вода. Температуры смеси в реакторе поз. Р56 регулирования в пределах 18- 25°С. Перемешивание осуществляется 15-20 мин. Для удаления воздуха из готового раствора реактор вакуумируется Р(абс) 0,01-0,02 МПа в течение 20-30 минут. Стравливание вакуума производится азотным дыханием, чтобы избежать попадания кислорода воздуха в полимеризационную смесь.

Для предотвращения уноса летучих компонентов в процессе перемешивания или загрузки предусматривается теплообменник поз.Т57, охлаждаемый хладоносителем. Пары конденсируются и возвращаются в реактор Р56, а несконденсировавшиеся пары направляются на улавливание в хвостовой холодильник поз. Т71 и далее выбрасываются в атмосферу. Теплообменник Т57 – вертикальный, типа «труба в трубе» с поверхностью теплообмена F 0,0785 м².

Готовая полимеризационная смесь из реактора поз. Р56 подается на залив форм через систему фильтров поз. Ф58, Ф59, Ф60.

Фильтр поз. Ф58 – картриджный марки ФМнж(Х) с фильтрующим элементом, представляющим собой многослойную цилиндрическую конструкцию из полипропиленовых волокон, с изменяющейся пористостью по сечению фильтрующего слоя. Принцип фильтрации основан на фракционном отделении частиц за счет постепенного повышения тонкости фильтрации по слоям фильтрующего элемента, благодаря чему обеспечивается высокая производительность и эффективность очистки. Степень очистки 0,5 мкм.

Фильтры поз. Ф59,60 – однпатронные марки ДС-1-250М, со сменным фильтрующим элементом. Присоединение фильтроэлемента к держателю осуществляется через адаптер с уплотнительными кольцами. Фильтры устанавливаются непосредственно на трубопроводе. Входной и выходной патрубки устроены в основании держателя, что позволяет производить замену фильтроэлемента без отсоединения подходящих трубопроводов. Фильтрующий элемент марки ЭВПг.П-050-Д-250 представляет собой гидрофильный фильтрующий материал повышенной плотности из микроволокон полипропилена. Регенерация фильтра осуществляется промывкой растворителем в прямотоке и в противотоке. Степень очистки 0,5 мкм.

Чистка реактора поз. Р56 осуществляется промывкой его ацетоном.

Для этого в реактор из канистры с весов поз. Х61 в количестве 0,1 м³ на одну промывку загружается ацетон и включается мешалка. Сливы от промывок направляются в сборник сточных вод поз. Е70 и далее на установку термического обезвреживания.

Для продувки и пропарки оборудования и трубопроводов перед ремонтом проектом предусматривается азот Р 0,07 МПа и пар Р 0,7 МПа.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

8

Для безопасной эксплуатации производства предусматривается автоматический контроль концентрации паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

При загазованности срабатывает сигнализация в ПУ и по месту и включается аварийная вентиляция.

1.1.2 Водная полимеризация

Водная полимеризация проводится в ванне водной полимеризации поз. X12.

Ванна водной полимеризации представляет собой открытую емкость прямоугольной формы, объемом 2,3 м³. Ванна снабжена равномерно распределенными по высоте отверстиями и коллекторами ввода и вывода воды для обеспечения постоянной температуры по всему объему ванны. Ванна заполняется речной водой визуалью. Для контроля и предотвращения перелива воды при заполнении или подпитке в конструкции ванны предусмотрена переливная труба, слив из которой осуществляется в промливневую канализацию К7.

Температура воды в ванне для протекания процесса полимеризации должна составлять 30±2°С. Контроль температуры воды в ванне осуществляется автоматически по 4 точкам и дополнительно с помощью переносных датчиков температуры в количестве 4 - 6 штук. Поддержание постоянной температуры по всему объему ванны осуществляется автоматически принудительной циркуляцией воды циркуляционным насосом поз. Н66/1,2 через теплообменники поз. Т64,Т65.

Циркуляция воды для ее подогрева до плюс 40°С осуществляется по контуру: ванна полимеризации поз. X12 → насос поз. Н66/1,2 → теплообменник поз. Т64 → ванна полимеризации поз. X12. Подогрев воды производится в пластинчатом теплообменнике поз. Т64 паром Р 0,7 МПа с температурой 185°С. Для регулирования температуры циркуляционной воды на трубопроводе пара установлен регулирующий клапан поз. Т5а, срабатывающий от датчика температуры, расположенного на общем трубопроводе горячей и холодной воды перед ванной.

Циркуляция воды для ее охлаждения до плюс 20°С осуществляется по контуру: ванна полимеризации поз. X12 → насос поз. Н66/1,2 → теплообменник поз. Т65 → ванна полимеризации поз. X12. Охлаждение циркуляционной воды производится в пластинчатом теплообменнике поз. Т65 речной водой. Для регулирования температуры циркуляционной воды на трубопроводе речной (охлаждающей) воды установлен клапан поз. Т5б, срабатывающий от датчика температуры, расположенного на общем трубопроводе горячей и холодной воды перед ванной.

Регулирование температуры циркуляционной воды, поступающей в ванну полимеризации, в зависимости от режима процесса (нагрев-охлаждение) происходит с помощью регулирующих клапанов,

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен ине. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

9

установленных на трубопроводах горячей и речной (охлаждающей) воды соответственно.

Поддержание температурного режима процесса осуществляется автоматически из ЦПУ с автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора. О протекании полимеризации свидетельствует появление непрозрачности мономерной смеси после 4-8 часов пребывания в водной ванне, что соответствует 20-25% конверсии мономеров. Непрозрачность мономерной смеси возникает из-за разности коэффициентов преломления мономеров и образующегося полимера. Готовность полимера к перегрузке из ванны в шкаф дополимеризации определяется снижением или полным исчезновением непрозрачности мономерной смеси, когда степень конверсии составит 80-90%.

После определения готовности полимера кассеты с формами поднимается над ванной и после стекания воды устанавливается на тележку. С форм снимаются струбины и возвращаются на струбиновку. Кассета с формами на тележке перемещается по рельсам к шкафу дополимеризации поз. X13.

Слив воды из ванны водной полимеризации поз. X12 и ее чистка предусматривается не чаще 1 раза в 2 месяца или перед ремонтом. Слив воды осуществляется по трапу в промливневую канализацию. В случае аварийной ситуации – растрескивания форм и загрязнения воды сополимером, вода из ванны сливается в емкость сточных вод поз. E70 и далее на термическое обезвреживание.

1.1.3 Воздушная полимеризация

Процесс дополимеризации проводится в шкафу воздушной полимеризации поз. X13. На данной стадии происходит исчерпание остаточного мономера, и степень конверсии составляет 98% и более.

Шкаф воздушной полимеризации поз. X13 представляет собой аппарат тоннельного типа, с принудительной циркуляцией воздуха, оборудованный центробежным вентилятором и паровым и водяным калориферами. Шкаф полимеризации предназначен размещения для одной кассеты. Внутри шкафа установлены рельсы. Ворота сдвижные перемещаются с помощью катков. После открытия ворот на рельсы шкафа и рельсы под тележку устанавливаются вставы рельсовых путей. Тележка с установленной на ней кассетой перемещается в шкаф поз. X13 по рельсам. Ворота закрываются и герметизируются с помощью упорных винтов.

Режим стадии дополимеризации приведен в таблице 1.1.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен ине. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

10

Таблица 1.1 – Режим стадии дополимеризации

Стадия	Температура, °С	Продолжительность, ч
Прогрев	40	1-10
	50	1
	60	1
	70-100	1
Выдержка	100	1
Охлаждение	100-25	5

На стадии прогрева от плюс 20 до плюс 70°С температурный режим в шкафу полимеризации поддерживается циркулирующим воздухом, нагреваемым в паровом калорифере. В качестве теплоносителя используется конденсат. Температура теплоносителя для нагрева воздуха обеспечивается путем впрыскивания пара в конденсат в пароводосмесителе и поддерживается при помощи регулирующего клапана, установленного на трубопроводе пара, одновременно являясь корректирующим параметром в схеме регулирования температуры в шкафу полимеризации. Циркуляция конденсата осуществляется насосом поз. Н68 из сборника конденсата поз. Е67. В сборник конденсата Е67 собирается конденсат пара от шкафа полимеризации поз. Х13 и теплообменника поз. Т64. Сборник представляет собой емкость прямоугольной формы, объемом 0,35 м³ с вертикальной перегородкой внутри. Перегородка делит емкость на две части, обеспечивая тем самым постоянный уровень в той части емкости, из которой осуществляется циркуляция конденсата. Избыток конденсата переливается во вторую часть емкости. При достижении в ней максимального уровня включается насос поз. Н69 и откачивает конденсат в коллектор конденсата для возврата в существующую котельную. При минимальном уровне насос отключается.

На стадии прогрева от плюс 70 до плюс 100°С и выдержки при 100°С температурный режим в шкафу полимеризации обеспечивается циркулирующим воздухом, нагреваемым в паровом калорифере. В качестве теплоносителя используется пар Р 0,7 МПа с температурой 185°С, подача которого регулируется в зависимости от температуры внутри шкафа.

На стадии охлаждения от плюс 100°С до плюс 25°С температурный режим поддерживается воздухом, охлаждаемым в водяном калорифере. В качестве теплоносителя используется речная вода с температурой 5-20°С, подача которого регулируется в зависимости от температуры внутри шкафа. Циркуляция воздуха в шкафу осуществляется с помощью центробежного вентилятора.

Поддержание температурного режима процесса осуществляется автоматически из ЦПУ с автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора.

После окончания процесса воздушной полимеризации открывают ворота шкафа, устанавливают вставки рельсовых путей и кассеты с формами на выкатывается из шкафа. Затем кассета с формами перемещается с одной

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен ине. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

11

тележки на другую и через проем в стене, оборудованный противопожарной откидной дверью подается на подъемник винтовой.

1.1.4 Узел сбора сдувок и стоков

Сдувки от оборудования поз. Т57 направляются в хвостовой холодильник поз. Т71, охлаждаемый хладоносителем. В качестве хладоносителя используется тосол с температурой минус 9°C. Холодильник представляет собой кожухотрубчатый горизонтальный теплообменный аппарат с компенсатором, поверхностью теплообмена 1 м².

Конденсат из хвостового холодильника сливается в сборник Е72. Сборник поз. Е72 – вертикальный цилиндрический аппарат с эллиптическими днищем и крышкой, объемом 0,1 м³. Для предотвращения образования взрывоопасных смесей сборник находится под «азотной подушкой». Сдувки «азотного дыхания» из сборника поз. Е72 выбрасываются в атмосферу через огнепреградитель. Под сборником проектом предусматривается поддон. По мере накопления, конденсат из сборника поз. Е 72 сливается в сборник сточных вод поз. Е70.

В сборник сточных вод поз. Е70 собираются также:

- сточная вода от промывки и пропарки оборудования,
- стоки из приемков поддонов,
- загрязненная сополимером вода из ванны водной полимеризации поз. Х12,

- конденсат из сборника поз. Е72.

Емкость сточных вод поз. Е70 – подземная горизонтальная емкость, объемом 5 м³, с погружным электронасосным агрегатом НВ-50/50, входящим в комплект установки. Для предотвращения образования в емкости взрывоопасных смесей она находится под «азотной подушкой». Сдувки с емкости выбрасываются в атмосферу через огнепреградитель. По мере накопления сточные воды насосом направляются на существующую установку термического безвредивания.

Для сбора стоков из приемков поддонов предусмотрен бочковый насос поз. Н63 фирмы Niro. Шланг от бочкового насоса подсоединяется к ближайшему от поддона штуцеру на коллекторе сбора стоков. Присоединение рукава к штуцеру коллектора производится посредством фланцевого соединения.

1.2 Регламентные ограничения на показатели и технологические параметры процесса

Раздел посвящается описанию параметров процесса для достижения наилучших результатов, высокого качества продукции и безопасности производства. Ограничиваемые регламентом показатели процесса и технологические параметры представлены в виде таблицы 1.2.

Ине. № подл.	Взамен инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

12

Таблица 1.2 – Регламентные ограничения на показатели процесса

Позиция	Наименование параметра	Минимально допустимое значение	Максимально допустимое значение
50	Загрузка исходного сырья в реактор поз. P56	Расчетное количество	
T2	Температура в реакторе поз. P56	17 °С	26 °С
5	Температура воды перед ванной водной полимеризации поз. X12	20 °С	40 °С
6 ₁	Температура в ванне водной полимеризации поз. X12	26 °С	34 °С
6 ₂	Температура в ванне водной полимеризации поз. X12	26 °С	34 °С
6 ₃	Температура в ванне водной полимеризации поз. X12	26 °С	34 °С
6 ₄	Температура в ванне водной полимеризации поз. X12	26 °С	34 °С
T9	Температура в шкафу воздушной полимеризации поз. X13	25 °С	100 °С
T10	Температура конденсата перед калорифером шкафа воздушной полимеризации поз. X13	-	90 °С
43	Уровень в реакторе поз. P56	-	720 мм
44	Уровень в сборнике поз. E67	250 мм	550 мм
45	Уровень в сборнике поз. E72	-	670 мм
46	Уровень в сборнике сточных вод поз. E70	300 мм	1300 мм

1.3 Характеристика взрывоопасных зон

Технологический процесс взрыво-, пожароопасный. Класс взрывоопасной зоны – В-Ia, категория и группа ВОС – ПВТ2.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	Подпись и дата
Ине. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

13

2 Анализ технологического процесса как объекта управления

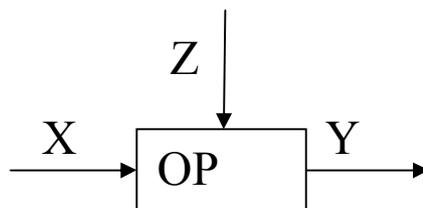
Любой технологический процесс, как объект управления характеризуется следующими группами переменных:

– переменные, характеризующие состояние процесса, которые в процессе регулирования необходимо поддерживать на заданном уровне или изменять по заданному закону (регулируемые величины: параметры, подлежащие стабилизации);

– переменные, изменением которых система регулирования может воздействовать на объект с целью управления (управляющее воздействие);

– переменные, изменения которых не связаны с воздействием системы регулирования. Эти изменения отражают влияние на регулируемый объект внешних условий, изменение характеристик самого объекта и т.п. Их называют возмущающими воздействиями. Вектор возмущающих воздействий, в свою очередь, можно разбить на две составляющие – первую можно измерить, а вторую нельзя. Возможность измерения возмущающего воздействия позволяет ввести в систему управления дополнительный сигнал, что улучшает ее возможности.

Представим на рисунке 2.1 структурную схему объекта регулирования.



OP – объект регулирования; X – управляющее воздействие;
Z – возмущающее воздействие; Y – регулируемые величины

Рисунок 2.1 – Структурная схема объекта регулирования

Актуальными задачами управления для процесса производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта являются задачи стабилизации технологических параметров. Согласно технологическому регламенту этими параметрами являются:

- температура в реакторе поз. P56;
- температура воды перед ванной водной полимеризации поз. X12;
- температура в шкафу воздушной полимеризации поз. X13.

Отклонение данных параметров от регламентируемых значений приведет к ухудшению качества, снижению выпуска объемов товарной продукции, а также к возникновению аварийных ситуаций.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Ине. № дубл.	
Взамен ине. №	
Подпись и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

4 Постановка задач автоматизации и определение требований к системе автоматизации технологического процесса

Основная цель внедрения автоматизированной системы управления на производстве пожаробезопасного термоформируемого пенопласта – это надежное управление процессом, достижение высокого коэффициента готовности при возникновении аварийных ситуаций и строжайшее обеспечение безопасности процесса. Данная цель достигается обеспечением эффективного функционирования технологических систем, АСУ ТП, эксплуатационной документацией, административными и организационными мероприятиями.

Для достижения поставленных целей создание АСУ ТП предусматривает:

- программно–технические средства для реализации целей автоматического и автоматизированного управления;
- использование современных средств низовой автоматики с самодиагностикой;
- информационную поддержку персонала по представлению параметров технологической блокировки;
- совмещение функции представления информации.

АСУ ТП создается как единая система контроля и управления, реализуемая на современных программно-технических средствах, включает в себя программно-технические средства обеспечивающие работу систем нормальной эксплуатации и систем безопасности.

Система автоматизации должна осуществлять следующие функции:

- осуществление первичной обработки информации;
- максимальное соблюдение технологического регламента;
- достижение высокой точности дозирования исходных продуктов, являющейся основной при получении высококачественного продукта;
- минимальное участие персонала в управлении технологическим процессом, ошибки в выполнении которого вызывают основные потери производства:

– объективный контроль, регистрация и прогнозирование развития технологического процесса;

– предоставление информации оператору, в частности сигнализация отклонений технологических параметров от регламентных значений, выполнение индикации по вызову значений параметров и состоянии запорной и регулируемой арматуры;

– архивацию данных о состоянии технологического процесса с последующей статистической обработкой вызываемых данных и их представлением;

– предупреждение аварийных ситуаций.

АСУ предназначается для выполнения информационных и управляющих функций, позволяющих стабилизировать режим работы аппаратов в соответствии с нормами технологического регламента.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

16

Подсистема контроля и управления должна обеспечивать реализацию следующих функций:

- контроль технологических параметров аналоговой и цифровой форме;
- представление данных аналитического контроля;
- сбор и накопление информации о ходе процесса и состоянии оборудования;
- учет нарушений границ технологическими параметрами;
- протоколирование хода технологического процесса, формирование печатных документов (режимные листы, операционные листы, бланки нарушений);
- непосредственное цифровое регулирование основных технологических параметров с возможностью ручного и дистанционного управления исполнительными механизмами контуров;
- индикация состояния электрооборудования и дискретных исполнительных механизмов и т.д.

В таблице 4.1 приведена часть контролируемых и регулируемых параметров данного процесса.

Таблица 4.1 – Контролируемые и регулируемые параметры

№ п/п	Наименование параметра	Номинальное значение	Функции автоматизации
1	Уровень в реакторе поз. P56 При $T \geq 700$ мм - сигнализация	700мм	М: - МПК: - СО: R,A
2	Загрузка исходного сырья в реактор поз. P56 Закрытие клапана W50в по заданной дозе	Расчетное количество	М: I МПК: S СО: I,R,A
3	Температура в реакторе поз. P56 При $T \geq 26$ °С – сигнализация и закрытие клапана T2а; При $T \leq 17$ °С – сигнализация и открытие клапана T2а	17-26 °С	М: - МПК: C СО: I,R,A,C

Ине. № подл.	Взамен ине. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

17

Продолжение таблицы 4.1

4	Превышение НКПР ацетона и ПДК акрилонитрила При превышении НКПР ацетона и ПДК акрилонитрила – включение аварийной вентиляции и сигнализация	10%	М: - МПК: S СО: I,R,A
5	Температура в ванне водной полимеризации поз. X12 При $T \leq 26$ °С – сигнализация; При $T \geq 34$ °С – сигнализация	26...34°С	М:- МПК: - СО: I,R,A
6	Температура воды перед ванной водной полимеризации поз. X12 Для нагрева воды – клапан поз. Т5а на подаче пара в теплообменник поз. Т64; Для охлаждения – клапан поз. Т5б на подаче воды в теплообменник поз. Т65;	20...40 °С	М: - МПК: С СО: I,R,C
7	Превышение ПДК акрилонитрила При превышении ПДК акрилонитрила – включение аварийной вентиляции и сигнализация	10%	М: - МПК: S СО: I,R,A
8	Температура в шкафу воздушной полимеризации поз. X13 для охлаждения – клапаном поз. Т9а на подаче воды; для нагрева – клапаном поз. Т9б на подаче пара	25...100°С	М: - МПК: С СО: I,R,A,C
9	Уровень в сборнике поз. Е67 При $L \geq 550$ – сигнализация и включение насоса Н69; При $L \leq 250$ – сигнализация и отключение насоса Н69	250...550 мм	М:- МПК: S СО: R,A

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

18

5 Алгоритм управления

Рассмотрим алгоритм управления процессом получения полимеризационной смеси. Алгоритм представлен на чертеже ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-09-16.АТХ.2.

Константы алгоритма управления::

W_1, W_2 – предельные значения веса бочки с погруженным в нее насосом Н63 для первого компонента.

W_3, W_4 – предельные значения веса бочки с погруженным в нее насосом Н63 для второго компонента.

W_5, W_6 – предельные значения веса бочки с погруженным в нее насосом Н63 для третьего компонента.

W_7, W_8 – предельные значения веса бочки с погруженным в нее насосом Н63 для четвертого компонента.

W_9, W_{10} – предельные значения веса бочки с погруженным в нее насосом Н63 для пятого компонента.

W_{11}, W_{12} – предельные значения веса бочки с погруженным в нее насосом Н63 для шестого компонента.

A_1 – заданная масса первого компонента для загрузки в реактор поз. Р56.

A_2 – заданная масса второго компонента для загрузки в реактор поз. Р56.

A_3 – заданная масса третьего компонента для загрузки в реактор поз. Р56.

A_4 – заданная масса четвертого компонента для загрузки в реактор поз. Р56.

A_5 – заданная масса пятого компонента для загрузки в реактор поз. Р56.

A_6 – заданная масса шестого компонента для загрузки в реактор поз. Р56.

Загрузка первого компонента осуществляется на стадиях НС=1, НС=2.
НС=1

Происходит опрос датчика веса 50. Если вес находится в допустимых пределах (W_1, W_2), то включается насос Н63, открывается клапан W50a и переход на стадию НС=2, иначе повторный опрос.

НС=2

Происходит опрос датчика веса 50, если вес больше или равен расчетному значению, то выключается насос Н63, закрывается клапан W50a и переход на стадию НС=3, иначе повторный опрос.

Загрузка остальных компонентов осуществляется аналогично. После загрузки последнего компонента открывается клапан Т2а.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

19

НС=13

Происходит опрос датчика температуры Т2. Если температура находится в допустимых пределах, то устанавливается таймер на 20 минут, включается мешалка в реакторе поз. Р56 и переход на стадию НС=14, иначе сигнализация о минимальной или максимальной температуре и повторный опрос.

НС=14

Происходит проверка времени таймера. Если время больше или равно заданному, то отключается мешалка в реакторе поз. Р56, устанавливается таймер на 30 минут и переход на стадию НС=15, иначе повторный опрос.

НС=15

Происходит проверка времени таймера. Если время больше или равно заданному, то открывается клапан К7, устанавливается таймер на 10 минут и переход на стадию НС=16, иначе повторный опрос.

НС=16

Происходит проверка времени таймера. Если время больше или равно заданному, то закрываются клапана К7, Т2а и переход на стадию НС=1, иначе повторный опрос.

Ине. № подл.	Подпись и дата	Взамен ине. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата	ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ					Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

6 Обоснование принятых проектных решений, выбор приборов и средств автоматизации

В проектируемой системе автоматизации процесса производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта целесообразно применить централизованную систему управления. Преимуществом данной системы является тот факт, что технологическая информация со всех датчиков объединяется в одном месте и комплексно анализируется, благодаря чему управляющие сигналы, воздействующие на процесс, вырабатываются более эффективно. К тому же данный объект лишен признаков, при которых использование централизованной системы управления неэффективно: значительная территориальная распределенность коммуникаций, заметно снижающей степень надежности и живучести всей системы управления.

6.1 Выбор технических средств автоматизации нижнего уровня

Выбор приборов определяется условиями и особенностями протекания процесса и выполняется с учетом правил безопасной эксплуатации оборудования. Согласно [2] категория взрывопожарной и пожарной опасности установки, на которой расположено основное оборудование производства – БН (взрывопожароопасность).

Категория операторской – Д (пониженная пожароопасность).

Класс взрывоопасной зоны – В-Ia.

Категория и группа ВОС – IIВ, Т2.

Во взрывоопасных зонах применяются приборы во взрывозащищенном исполнении.

Главным в выборе приборов является не экономия, а способность приборов решать поставленные задачи, надежность, высокие метрологические характеристики, а также простота в установке, наладке и обслуживании. Необходимый упор в выборе приборов ставится на приборы с унифицированным выходным сигналом 4-20 мА и интеллектуальные датчики.

Для измерений температуры будем использовать универсальный термопреобразователь сопротивления платиновый с унифицированным выходным сигналом 4-20 мА ТПУ0304/Ех/М2-Н-И2-А2В PGM-t1070, изготавливаемый компанией «Элемер». Данный датчик имеет маркировку взрывозащиты ЕхIаIICT6.

Для измерения уровня используются:

– вибрационный сигнализатор предельного уровня ROSEMOUNT 2120 взрывозащищенный ЕЕхIаIICT6 с выходным сигналом =24В компании «ПГ «Метран»;

– сигнализатор уровня ультразвуковой УЗС 209И-АД-201И-100-Н-400-О взрывозащищенный ОЕхIаIICT5 компании «Ризур»;

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

21

– волновой радарный уровнемер для непрерывного измерения уровня ROSEMOUNT 5310 взрывозащищенный EExiaIICT4 с выходным сигналом 4-20 мА компании «Метран».

В качестве средств воздействия на процесс применяются запорно-регулирующие и отсечные клапана.

6.2 Выбор микропроцессорного контроллера

Из достаточного многообразия предлагаемого оборудования для автоматизации промышленного производства обращают на себя внимание специальные наборы унифицированного, сертифицированного и защищенного от производственных помех (класс защиты IP20 до IP65) оборудования фирмы Siemens под названием Simatic, предназначенного для эффективного решения обширного круга задач автоматизации.

Достоинствами оборудования является его модульное построение и возможность выполнять сквозную автоматизацию промышленных отраслей, отдельных производств и производственных участков, то есть создавать как простейшие, так и сложнейшие территориально распределенные АСУТП для газовой, нефтяной, пищевой, металлургической и других отраслей промышленности, а также осуществлять автоматизированное управление различными механизмами. Кроме того, оборудование Simatic позволяет выполнять функции автоматизированного удаленного контроля многоуровневых объектов и оценивать аварийные ситуации.

Все устройства автоматизации построены по модульному принципу, объединены единым конструктивом и представляют собой различные УСО (аналоговые, дискретные), контроллеры, специальные процессоры, наборы стандартных шин и интерфейсов, текстовые и графические панели оператора и другое.

Важнейшим преимуществом оборудования Simatic является то, что оно поставляется одним производителем, одинаково метрологически аттестовано и стандартизовано в соответствии с мировыми и европейскими стандартами, и немало важно имеет приемлемую цену.

Функциональные возможности автоматизированной системы должны обеспечивать удобство обработки информации. Исходя из информационной емкости объекта и выбирается контроллер.

Расчет информационной емкости объекта сведем в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Информационная нагрузка на АСУТП

Вид информационного канала	Количество сигналов
Аналоговый вход	14
Аналоговый выход	6
Дискретный вход	37
Дискретный выход	24
Итого	81

Ине. № подл.	Ине. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

22

Наиболее целесообразным является построение системы автоматизации на базе программно-технического комплекса фирмы Siemens.

Это подтверждает следующий факт – стоимость комплекса технических средств фирмы Siemens (согласно таблице 6.2) ниже, чем у других зарубежных фирм и хотя в сравнении с продукцией отечественных производителей он стоит дороже, однако его показатели надежности и функциональные возможности в несколько раз выше.

Таблица 6.2 – Сравнение стоимости контроллеров различных фирм

Наименование	Siemens	Yokogawa
	Стоимость, руб.	
Центральный процессор	190000	223000
Модуль ввода аналоговых сигналов 8AI	38000	41500
Модуль вывода аналоговых сигналов 8AO	86000	89000
Модуль ввода дискретных сигналов 32DI	30000	33460
Модуль вывода дискретных сигналов 32DO	20000	22400

В соответствии с информационной нагрузкой остановим выбор на контроллере SimaticS7-300 фирмы Siemens.

Программируемые контроллеры S7-300 могут включать в свой состав:

– Модуль центрального процессора (CPU). В зависимости от степени сложности решаемых задач в программируемом контроллере могут использовать более 20 типов центральных процессоров;

– Блоки питания (PS) для питания контроллера и функциональных модулей от сети переменного или постоянного питания;

– Коммуникационные процессоры (CP) – интеллектуальные модули, выполняющие автономную обработку коммуникационных задач в промышленных сетях PROFIBUS, IndustrialEthernet, PROFINET;

– Функциональные модули (FM) – интеллектуальные модули, оснащенные встроенным микропроцессором и способные выполнять задачи автоматического регулирования, взвешивания, позиционирования, скоростного счета, управления и перемещения и т.д. Целый ряд функциональных модулей способен продолжать выполнение возложенных на них задач даже в случае остановки центрального процессора.

Име. № подл.	Подпись и дата
Взамен име. №	Име. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Выбор комплектации производился по следующим параметрам:

- Процессорный модуль выбирается по числу обрабатываемых каналов входа/выхода;
- Модуль аналогового ввода – для приема унифицированных сигналов от датчиков, имеющих аналоговый выход;
- Модуль аналогового вывода – для выдачи сигналов аналогового управления;
- Модуль дискретного ввода обеспечивает обработку дискретных сигналов от датчиков;
- Модуль дискретного вывода – для выдачи сигналов дискретного управления.

6.3 Верхний уровень АСУТП

Верхний уровень АСУТП реализован на базе станции оператора и станции инжиниринга.

Станция оператора представляет собой персональный компьютер, соединенный с контроллером сетью. Она выполняет следующие функции:

- связь с контроллером по сети;
- вывод видеокладов в виде мнемосхем, графиков, цифровой информации в виде таблиц;
- изменение оперативных параметров и параметров контроллера;
- дистанционное управление аналоговыми и дискретными выходами;
- формирование отчетов, ведение архивов параметров;
- вывод технологических и аварийных сообщений;
- связь с АСУ предприятия.

Для решения этих задач и нормальной работы программного обеспечения выбираем персональный компьютер с конфигурацией представленной в таблице 6.4

Таблица 6.4 – Комплектация станции оператора

Наименование оборудования	Количество
SIMATIC IPC547E (RACK PC, 19", 4U), Intel Core i3	2
Сетевой адаптер CP 1623 A2	2
Операционная система Windows 7 Pro	2
Монитор PHILIPS 243V5LSB	2
Источник бесперебойного питания IPPON Back Power PRO 600	2
Принтер HP LaserJet Pro P1102s	1
Комплект беспроводной (клав.+мышь) LOGITECHMK220	2

Обработанная на станции оператора информация включает в себя несколько блоков: блок экранной информации для оператора, блок противоаварийной управляющей информации, поступающей на контроллер и далее на исполнительный механизм, блок суточной информации для

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

старшего технологического персонала, блок архивной информации аналитического и юридическою назначения.

Также реализован выход в сеть Ethernet АСУП для передачи отчетных данных.

Информация на экране станции оператора может отображаться в виде мнемосхем, диаграммы, графика или таблицы. Независимо от способа отображения информации на экране, строится она по следующему способу. На экране станции оператора отображается базовый видеокادر, отображающий весь процесс и основные параметры. Базовый видеокادر содержит кнопки для перехода к стадиям процесса, трендам, таблицам, конкретному аппарату. Нажимая на соответствующую кнопку, оператор может вызвать на экран интересующую его информацию.

В случае аварийных ситуаций, нарушения нормального течения технологического процесса, на экран станции оператора выводится сообщение о нарушении процесса, параметр вышедший за предельное значение подсвечивается желтым или красным цветом, привлекается внимание оператора звуковым сигналом.

Вся информация о технологическом процессе хранится определенное время, и доступна для просмотра, контроля, анализа в любой момент. Это позволяет проводить анализ работы процесса за длительные промежутки времени. Также архивация информации позволяет анализировать работу производства при расследовании нарушений регламента и авариях на объекте.

6.4 Программное обеспечение

Для программирования микропроцессорного контроллера используется программный пакет STEP7, соответствующий стандарту IEC 1131-3. Этот пакет представляет из себя оболочку SimaticManager, которая позволяет вызывать дополнительные программы, предназначенные для конфигурирования аппаратной части контроллера, его программирования и диагностики.

Программа STEP 7 может содержать организационные блоки (OB), функциональные блоки (FB), функции (FC), блоки данных (DB), а также блоки, встроенные в операционные систему CPU: системные функциональные блоки (SEB), системные функции (SEC) и системные блоки данных (SDB).

STEP 7 поддерживает мощную систему команд, позволяющую выполнять множество логических и математических операций с фиксированной и плавающей точкой, управление ходом выполнения программы, обслуживать таймеры и счетчики, пересылать и преобразовывать форматы данных.

Для разработки системы визуализации используется SCADA система WinCC. С помощью этого пакета разрабатываются видеокдры системы управления, отчеты, система сообщений, архивы на станции оператора, тренды, таблицы данных и т.п.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

26

WinCC является модульной системой. Каждый модуль представляет собой редактор, который выполняет определённую функцию и состоит из системы исполнения и системы разработки.

Ядром WinCC является приложение ControlCenter, которое позволяет легко ориентироваться по проекту и исполняет роль менеджера всех опций WinCC. В ControlCenter осуществляется объявление и настройка протокола передачи данных, а также объявление внутренних и внешних тегов. В объявление тегов входит нормирование, преобразование форматов, установка начальных значений и ряд других полезных функций.

В стандартный набор опции входят следующие редакторы:

- GraphicsDesigner - графический редактор, предназначенный для создания мнемосхем;

- GlobalScripts - служба обработки событий - это общее название для функции и обработчиков событий во всём WinCC-проекте. С помощью этой подсистемы можно обрабатывать событие, инициированное любым графическим объектом, а также изменять из скрипта эти объекты;

- TagLogging - служба архивации для ведения оперативных и долговременных архивов;

- AlarmLogging - служба сообщений, предназначенная для вывода сообщений о ходе контролируемого технологического процесса во время работы WinCC-приложения, подтверждения сообщений оператором и ведения архивов этих сообщений;

- ReportDesigner - встроенный генератор отчётов, состоящий из редактора схемы отчётов и системы генерации отчётов;

- TextLibrary - редактор для многоязыковой поддержки;

- UserAdministrator - администратор пользователей для контроля прав доступа пользователей WinCC-приложения.

Отображение информации о работе технологического объекта управления на экране дисплея осуществляется при помощи видеокадра, состоящего из:

- статических мнемосхем процесса;

- связываемых с ней динамических элементов (переменных значений параметров).

Основным видеокадром процесса является функциональная схема автоматизация, с показаниями текущих значений измеряемых параметров непосредственно у мест расположения чувствительных элементов в виде цифровых табло с размерностями. Независимо от текущего видеокадра, сообщения о различных событиях в системе должны выдаваться оператору незамедлительно.

Далее весь процесс разбивается на несколько видеокадров с изображением отдельных стадий рассматриваемого процесса, где уже более подробно отображаются все контролируемые и регулируемые параметры, положения регулирующих клапанов, состояния насосов и т.д.

Име. № подл.	Подпись и дата
Взамен име. №	Име. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата
------	------	----------	-------	------

В каждый момент времени на экране отображается только один видеокادر. Предусмотрена система мер, позволяющая оперативно перемещаться из одного видеокadra в другой.

Для каждого кадра отдельно предусмотрены видеокadры сообщений в виде бланков и отчетов, сигнализации отклонения параметров, видеокadры трендов технологических параметров для детализированного просмотра в определенный момент времени.

6.5 Описание функциональной схемы автоматизации

Функциональная схема разработана на основании поставленных задач с учетом требований к системе автоматизации производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта, а также с учетом выбранных приборов и технических средств автоматизации. Описание функциональной схемы производится со ссылками на номера позиций приборов и регулирующих клапанов. Это существенно облегчает чтение функциональной схемы.

В качестве примера приведем ряд контролируемых параметров и средств их измерения.

Контроль за температурой в реакторе P56, ванне водной полимеризации X12, шкафу воздушной полимеризации X13 (поз. T2, б₁, б₂, б₃, б₄, T9) осуществляется с помощью термопреобразователя ТПУ0304/Ех/М2-Н-И2-А2В PGM-t1070, изготавливаемый компанией «Элемер». Выходной сигнал идет на аналоговый вход контроллера и отображается на станции оператора.

Контроль уровня в реакторе P56 (поз.L43) осуществляется с помощью вибрационного сигнализатора предельного уровня ROSEMOUNT 2120. Сигнал идет на дискретный вход контроллера и отображается на станции оператора.

Регулирование температуры в реакторе P56. Температура измеряется с помощью термопреобразователя ТПУ0304/Ех/М2-Н-И2-А2В PGM-t1070 «Элемер» с унифицированным выходным сигналом (поз. T2). Аналоговый сигнал 4...20 мА с него приходит непосредственно в контроллер, с него поступает на запорно-регулирующий клапан (поз.T2а).

6.6 Расчет погрешности измерительного канала

В качестве примера рассмотрим контур измерения температуры в реакторе P56, состоящей из следующих звеньев, определяющих итоговую погрешность:

- преобразователь сопротивления с унифицированным выходным сигналом ТПУ0304/Ех/М2-Н-И2-А2В PGM-t1070;
- блок питания;
- аналого-цифровой преобразователь (АЦП) модуля ввода аналоговых сигналов SM331.

Име. № подл.	Подпись и дата
Име. № дубл.	
Взамен име. №	
Подпись и дата	
Име. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата

При расчете результирующей погрешности измерительного канала, необходимо определить число звеньев измерительного канала, для каждой погрешности звеньев определить ее вид и закон распределения, найти среднеквадратичное отклонение (СКО).

6.6.1 Погрешность датчика

Основная погрешность датчика температуры нормирована по паспорту и составляет $y_d = \pm 0,25\%$.

Погрешности по виду – аддитивная.

Закон распределения – равномерный.

Тогда СКО будет определяться по формуле:

$$\sigma_d = \frac{y_d}{\sqrt{3}}, \quad (6.1)$$

$$\sigma_d = \frac{0,25\%}{\sqrt{3}} = 0,144\%.$$

Для равномерного закона распределения энтропийный коэффициент $k=1,73$, эксцесс $\varepsilon=1,8$ и контрэксцесс $\chi=0,745$.

Температурная погрешность датчика составляет $y_d = 0,1\%/10K$.

Погрешности по виду – аддитивная.

Закон распределения – равномерный.

Известно, что температура окружающего воздуха может изменяться в пределах $\pm 30^\circ C$, тогда

$$y_d = \frac{0,1}{10} \cdot 30 = 0,30\%. \quad (6.2)$$

СКО будет определяться по формуле:

$$\sigma_d = \frac{y_d}{\sqrt{3}}, \quad (6.3)$$

$$\sigma_d = \frac{0,30\%}{\sqrt{3}} = 0,173\%.$$

Для равномерного закона распределения энтропийный коэффициент $k=1,73$, эксцесс $\varepsilon=1,8$ и контрэксцесс $\chi=0,745$.

Погрешность датчика от колебания напряжения питания $y_{нпд} = 0,15\%$.

Питание осуществляется от блока питания и погрешность датчика от колебаний напряжения питания полностью определяется погрешностью выходного напряжения блока питания.

Погрешность по виду – мультипликативная.

Закон распределения – треугольный.

Так как закон распределения данной погрешности треугольный, то СКО будет вычисляться по формуле:

$$\sigma_d = \frac{y_{нпд}}{\sqrt{3}}, \quad (6.4)$$

$$\sigma_d = \frac{0,15\%}{\sqrt{3}} = 0,061\%.$$

Для треугольного закона распределения энтропийный коэффициент $k=2,02$, эксцесс $\varepsilon=2,4$ и контрэксцесс $\chi=0,65$.

Име. № подл.	Подпись и дата
Взамен име. №	Име. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

6.6.2 Погрешность блока питания

Предел основной допускаемой приведенной погрешности по выходному каналу для блока питания:

$$y_d = 0,15\%.$$

Погрешность по виду – аддитивная.

Закон распределения – треугольный.

Следовательно, СКО будет равно:

$$\sigma_{БП} = \frac{0,15\%}{\sqrt{6}} = 0,061\%.$$

Для треугольного закона распределения энтропийный коэффициент $k=2,02$, эксцесс $\varepsilon=2,4$ и контрэксцесс $\chi=0,65$.

6.6.3 Погрешность модуля аналогового ввода микропроцессорного контроллера

Основная погрешность $y_{АЦП} = 0,5\%$.

Погрешность по виду – аддитивная.

Закон распределения – равномерный.

Следовательно, СКО будет равно:

$$\sigma_{АЦП} = \frac{0,5\%}{\sqrt{6}} = 0,289\%.$$

Для равномерного закона распределения энтропийный коэффициент $k=1,73$, эксцесс $\varepsilon=1,8$ и контрэксцесс $\chi=0,745$.

Температурная погрешность $y_{ТАЦП} = 0,15\%$.

Погрешность по виду – аддитивная.

Закон распределения – равномерный.

Следовательно, СКО будет равно:

$$\sigma_{АЦП} = \frac{0,15\%}{\sqrt{3}} = 0,087\%.$$

Для равномерного закона распределения энтропийный коэффициент $k=1,73$, эксцесс $\varepsilon=1,8$ и контрэксцесс $\chi=0,745$.

Погрешность модуля аналогового ввода от колебаний напряжения питания $y_{НАЦП} = 0,15\%$.

Она определяется погрешностью выходного напряжения блока питания.

Погрешность по виду – мультипликативная.

Закон распределения – треугольный.

Следовательно, СКО будет равно:

$$\sigma_{АЦП} = \frac{0,15\%}{\sqrt{6}} = 0,061\%.$$

Для равномерного закона распределения энтропийный коэффициент $k=2,02$, эксцесс $\varepsilon=2,4$ и контрэксцесс $\chi=0,65$.

6.6.4 Суммирование погрешностей

Расчет результирующей погрешности канала сводится к вычислению приведенной погрешности в начале шкалы, которая складывается только из

Име. № подл.	Подпись и дата
Име. № дубл.	
Взамен име. №	
Подпись и дата	
Име. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

аддитивных составляющих и в конце диапазона из всех составляющих. Будем считать, что все суммируемые погрешности некоррелированные (независимые).

Погрешность канала в начале шкалы складывается из пяти аддитивных составляющих: $\sigma_D = 0,144\%$, $\sigma_{TD} = 0,174\%$, $\sigma_{БП} = 0,061\%$, $\sigma_{АЦП} = 0,289\%$, $\sigma_{ТАЦП} = 0,087\%$.

Видно, что на точность измерений существенное влияние оказывают основная погрешность датчика и основная погрешность АЦП модуля SM331.

Сумма СКО основной погрешности термопреобразователя сопротивления и АЦП находится по формуле:

$$\sigma_1 = \sqrt{(\sigma_D^2 + \sigma_{АЦП}^2)}, \quad (6.5)$$

$$\sigma_1 = \sqrt{(0,144^2 + 0,289^2)} = 0,323\%.$$

Суммируемые составляющие распределены равномерно, поэтому результирующее распределение является трапецеидальным.

Для определения эксцесса и энтропийного коэффициента этого распределения нужно рассчитать все дисперсии второго слагаемого в общей дисперсии по формуле:

$$p_1 = \frac{\sigma_{АЦП}^2}{\sigma_D^2 + \sigma_{АЦП}^2}, \quad (6.6)$$

$$p_1 = \frac{0,289^2}{0,323^2} = 0,8.$$

Эксцесс этого распределения находится по формуле:

$$\varepsilon = \varepsilon_2 \cdot p^2 + 6 \cdot p_1 \cdot (1 - p_1) + \varepsilon_1 \cdot (1 - p_1)^2, \quad (6.7)$$

$$\varepsilon = 1,8 \cdot 0,8^2 + 6 \cdot 0,8 \cdot 0,2 + 1,8 \cdot 0,2^2 = 2,18.$$

Контрэксцесс определяется по формуле:

$$\chi = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}, \quad (6.8)$$

$$\chi = \frac{1}{\sqrt{2,18}}$$

Энтропийный коэффициент при весе второй составляющей $P=0,2$ равен $k=1,95$.

Таким образом, среднеквадратичное отклонение погрешности измерительного канала в начале шкалы $\sigma_1 = \sigma_H = 0,323\%$, энтропийный коэффициент $k_H=1,95$. Энтропийное значение погрешности в начале шкалы определяется по формуле:

$$y_H = \sigma_H \cdot k_H, \quad (6.9)$$

$$y_H = 0,323 \cdot 1,95 = 0,63\%.$$

Для расчета погрешности в конце диапазона к полученному значению $\sigma_H = 0,323\%$ необходимо добавить мультипликативные составляющие $\sigma_{БП} = 0,061\%$ и $\sigma_{НАЦП} = 0,061\%$.

Суммировать необходимо геометрически и поочередно.

Суммируем σ_H и $\sigma_{БП}$:

$$\sigma_1 = \sqrt{(\sigma_H^2 + \sigma_{БП}^2)}, \quad (6.10)$$

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взамен инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

$$\sigma_1 = \sqrt{(0,323^2 + 0,061^2)} = 0,33\%.$$

Вес второй составляющей $\sigma_{\text{НАЦП}}$ равен:

$$p_2 = \frac{\sigma_{\text{БП}}^2}{\sigma_{\text{Н}}^2 + \sigma_{\text{БП}}^2}, \quad (6.11)$$

$$\sigma_1 = \frac{0,061^2}{0,323^2 + 0,061^2} = 0,034.$$

Суммой трапециидального и треугольного распределения является распределение близкое к нормальному. Энтропийный коэффициент $k_k=2,01$.

Суммируем σ_2 и $\sigma_{\text{НАЦП}}$:

$$\sigma_k = \sqrt{(\sigma_2^2 + \sigma_{\text{НАЦП}}^2)}, \quad (6.12)$$

$$\sigma_k = \sqrt{(0,33^2 + 0,061^2)} = 0,34\%.$$

Вес второй составляющей $\sigma_{\text{НАЦП}}$:

$$p = \frac{\sigma_{\text{НАЦП}}^2}{\sigma_2^2 + \sigma_{\text{НАЦП}}^2}, \quad (6.13)$$

$$p = \frac{0,061^2}{0,34^2 + 0,061^2} = 0,031.$$

Суммой нормального и треугольного распределения является распределение близкое к нормальному. Энтропийный коэффициент $k_k=2,01$.

Таким образом, среднеквадратическое отклонение погрешности измерительного канала составляет $\sigma_k = 0,34\%$, $k_k = 2,01$, закон распределения нормальный. Энтропийное значение погрешности измерительного канала в конце шкалы определяется по формуле:

$$\gamma_k = \sigma_k \cdot k_k, \quad (6.14)$$

$$\gamma_k = 0,34 \cdot 2,01 = 0,68\%.$$

Учитывая, что $\gamma_{\text{Н}} = 0,63\%$ и $\gamma_k = 0,68\%$, можно составить общую формулу для вычисления суммарной погрешности результатов измерений по данному измерительному каналу:

$$\gamma(T) = \gamma_{\text{Н}} + (\gamma_k - \gamma_{\text{Н}}) \cdot \frac{T}{T_k}, \quad (6.14)$$

где: T – текущее значение измеряемой величины;
 T_k – диапазон измерения прибора.

$$\gamma(T) = 0,63 + 0,05 \cdot \frac{T}{T_k}$$

Име. № подл.	Подпись и дата
Име. № дубл.	
Взамен име. №	
Подпись и дата	
Име. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

7 Расчет надежности системы автоматизации и других параметров системы

Произведем расчет основных показателей надежности на примере контура регулирования температуры в реакторе Р56. Целью расчета является определение вероятности безотказной работы канала – $P(t)$, средней наработки до отказа канала – T_{cp} и интенсивности отказов – $\lambda_{cp}(t)$.



Рисунок 7.1 – Структурно-функциональная схема надежности контура контроля и управления температуры

Д – датчик (термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом ТПУ0304/Ex/M2-H-II-A2B PGM-t1070;

СЛЭ – соединительная линия электрическая;

К – контроллер (SimaticS7-300);

ЭПП – электропневмопреобразователь;

СЛП – соединительная линия пневматическая;

ИМ – исполнительный механизм.

Исходные данные для расчета:

Расчет ведется для момента времени $t=2000$ ч.

Закон распределения вероятности безотказной работы – экспоненциальный;

Средняя наработка на отказ датчика $T_D=53000$ ч;

Средняя наработка на отказ соединительной линии электрической $T_{СЛЭ}=47500$ ч;

Средняя наработка на отказ контроллера $T_K=87600$ ч;

Средняя наработка на отказ соединительной линии пневматической $T_{СЛП}=73600$ ч;

Вероятность безотказной работы ЭПП $P(t)_{ЭПП}=0,95$;

Вероятность безотказной работы исполнительного механизма $P(t)_{ИМ}=0,945$.

Найдем вероятность безотказной работы всех элементов схемы.

Для конкретного расчета введем ограничения:

- поток отказов элементов является простейшим;
- отказы элементов системы являются взаимно независимыми;
- отказ одного элемента приводит к отказу всей системы в целом.

Вероятность безотказной работы элемента, при экспоненциальном законе распределения времени определяется по формуле:

$$P(t) = e - \lambda t, \quad (7.1)$$

где λ – интенсивность отказов элемента, час⁻¹;

t – время работы системы.

Интенсивность отказов элемента:

Име. № подл.	Подпись и дата
	Име. № дубл.
	Взамен име. №
	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата
------	------	----------	-------	------

$$\lambda = \frac{1}{T}, \quad (7.2)$$

где T – средняя наработка элемента на отказ, ч.

$$\lambda_D = \frac{1}{53000} = 18 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}},$$

$$\lambda_{\text{СЛЭ}} = \frac{1}{47500} = 21 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}},$$

$$\lambda_K = \frac{1}{87600} = 11 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}},$$

$$\lambda_{\text{СЛП}} = \frac{1}{73600} = 13,59 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{ч}},$$

$$P_D(t) = e^{-(18 \cdot 10^{-6} \cdot 2000)} = 0,9646,$$

$$P_{\text{СЛЭ}}(t) = e^{-(21 \cdot 10^{-6} \cdot 2000)} = 0,9589,$$

$$P_K(t) = e^{-(11 \cdot 10^{-6} \cdot 2000)} = 0,9782,$$

$$P_{\text{СЛП}}(t) = e^{-(13,59 \cdot 10^{-6} \cdot 2000)} = 0,9732.$$

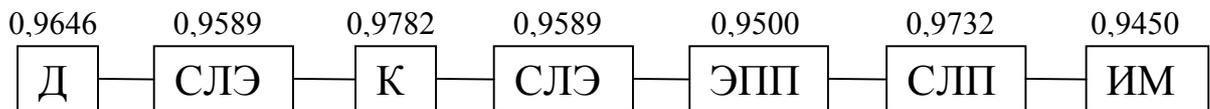


Рисунок 7.2 – Расчетная структурно-функциональная схема надежности контура контроля и управления температуры

Вероятность безотказной работы системы, состоящей из последовательных элементов, определяется по формуле:

$$P(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t). \quad (7.3)$$

Подставив значения вероятностей элементов получим:

$$P(t) = P_D(t) \cdot P_{\text{СЛЭ}}(t)^2 \cdot P_K(t) \cdot P_{\text{ЭПП}}(t) \cdot P_{\text{СЛП}}(t) \cdot P_{\text{ИМ}}(t),$$

$$P(t) = 0,9646 \cdot 0,9589^2 \cdot 0,9782 \cdot 0,9500 \cdot 0,9732 \cdot 0,9450 = 0,7580.$$

Вероятность безотказной работы системы должна удовлетворять условию: $P(t) \geq 0,92$.

Интенсивность отказов системы определяется по формуле:

$$\lambda_{\text{СР}}(t) = -\frac{\ln P(t)}{t}, \quad (7.4)$$

$$\lambda_{\text{СР}}(t) = -\frac{\ln 0,7580}{2000} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ч}^{-1}.$$

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Средняя наработка на отказ:

$$T_{CP} = \frac{1}{\lambda_{CP}(t)}, \quad (7.5)$$

$$T_{CP} = \frac{1}{1,3 \cdot 10^{-4}} = 7692 \text{ ч.}$$

Вывод: Полученное значение вероятности безотказной работы (0,7580 за время 200 ч) соответствует низкой надежности контура регулирования. Надежность системы можно увеличить применением поэлементного резервирования наиболее ненадежных элементов. В первую очередь резервируем соединительные линии.

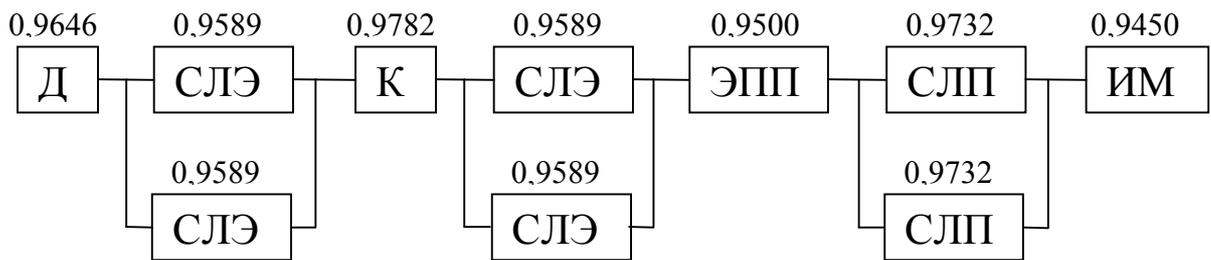


Рисунок 7.3 – Расчетная структурно-функциональная схема надежности контура контроля и управления с резервированными соединительными линиями

Вероятность безотказной работы двух параллельно включенных элементов можно найти по формуле:

$$P_{Pi}(t) = 1 - (1 - P_i(t))^2 \quad (7.6)$$

$$P_{СЛЭ}(t) = 1 - (1 - 0,9589)^2 = 0,9983,$$

$$P_{СЛШ}(t) = 1 - (1 - 0,9732)^2 = 0,9993.$$

Рассчитаем надежность всей системы с выполненным резервированием:

$$P(t) = 0,9646 \cdot 0,9983^2 \cdot 0,9782 \cdot 0,9500 \cdot 0,9993 \cdot 0,9450 = 0,8383.$$

Как видно полученный показатель недостаточно высок, поэтому необходимо предусмотреть резервирование электропневмопреобразователя и исполнительного механизма.

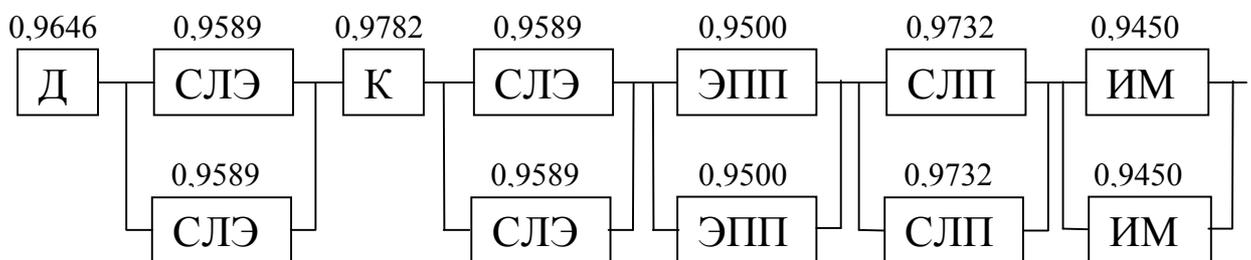


Рисунок 7.4 – Расчетная структурно-функциональная схема надежности контура контроля и управления с резервированными соединительными линиями, электропневмопреобразователем и исполнительным механизмом

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взамен инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата
------	------	----------	-------	------

$$P_{\text{ЭПП}}(t) = 1 - (1 - 0,9500)^2 = 0,9975,$$

$$P_{\text{ИМ}}(t) = 1 - (1 - 0,9450)^2 = 0,9969.$$

Рассчитаем надежность всей системы с выполненным резервированием линий, электропневмопреобразователя и исполнительного механизма:

$$P(t) = 0,9646 \cdot 0,9983^2 \cdot 0,9782 \cdot 0,9975 \cdot 0,9993 \cdot 0,9969 = 0,9344.$$

Интенсивность отказов системы определяется:

$$\lambda_{\text{СР}}(t) = -\frac{\ln 0,9344}{2000} = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}.$$

Средняя наработка на отказ:

$$T_{\text{СР}} = \frac{1}{3,3 \cdot 10^{-5}} = 30303 \text{ ч}.$$

Вывод: в случае необходимости повышения степени надежности контура регулирования, может быть предложен вариант резервирования соединительной электрической и пневматической линии, электропневмопреобразователя, а также исполнительного механизма. Для этого случая были проведены расчеты, которые показали, что вероятность безотказной работы технических средств контура регулирования температуры в реакторе Р56 за время 2000 ч после проведения резервирования равна 0,9344, что удовлетворяет условию: $P(t) \geq 0,92$.

В данном производстве предложение, по поводу повышения степени надежности контура регулирования путем резервирования, не реализовано, но предложено в качестве варианта.

Ине. № подл.	Подпись и дата				Лист	
	Ине. № дубл.					
	Взамен ине. №					
	Подпись и дата					
	Ине. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ	36

8 Безопасность и экологичность проекта

Основной целью данного раздела выпускной квалификационной работы является разработка мероприятий, направленных на исключение возможности производственного травматизма, профессиональных отравлений и заболеваний, возникновения взрывопожароопасных и аварийных ситуаций и разработка организационно-технических мероприятий по их предупреждению и устранению, а также разработка проектов отраслевых правил и норм техники безопасности, промышленной санитарии и пожарной безопасности, согласование и утверждение их в установленном порядке. Раздел выполнен в соответствии [17].

Факторы, которые при нарушении нормального режима работы и правил техники безопасности могут привести к созданию аварийных ситуаций и выбросу вредных для человека веществ, подразделяются на три группы: физические, химические, психофизиологические [24]:

- 1) Физические:
 - Движущиеся машины и механизмы(насосы, отсечные клапаны);
 - Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, трубопроводов, материалов (опасность получения термических ожогов, опасность обморожения жидким аммиаком);
 - Повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте;
 - Повышенное значение напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
- 2) Химические;
- 3) Психофизиологические;
 - Физические перегрузки(статические, динамические);
 - нервно-психологические нагрузки (монотонность труда).

Совокупное действие физических, химических и психофизических факторов может усугублять неблагоприятные воздействия друг друга на организм работающего, что приводит к повышенной утомляемости, профессиональным заболеваниям, производственным травмам и снижению производительности труда

Во избежание аварий и несчастных случаев (отравлений, ожогов и т.п.), а также для предупреждения профессиональных хронических заболеваний обслуживающий персонал должен тщательно изучить и строго выполнять все инструкции и нормы по технике безопасности и противопожарной технике.

Наряду с изучением технологического процесса и физико-химических свойств сырья и продуктов, работающие в данном производстве должны [1]:

- знать физиологические действия на организм человека всех применяемых в цехе материалов;
- соблюдать правила личной гигиены;
- раз в год проходить профилактический медицинский осмотр;
- уметь пользоваться средствами индивидуальной защиты и средствами гашения пламени;
- уметь оказывать первую медицинскую помощь пострадавшему;

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен ине. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

37

– знать и выполнять правила безопасного обращения с электрооборудованием.

Целью данного раздела является выявление опасных и вредных производственных факторов, возникающих при эксплуатации технологического оборудования и механизмов на производстве пожаробезопасного термоформируемого пенопласта, а также разработка конкретных технических и организационных мероприятий для обеспечения безопасных и безвредных условий труда обслуживающего персонала.

8.1 Санитарно-гигиенические мероприятия

8.1.1 Токсические свойства обращающихся в производстве веществ. Меры и средства, обеспечивающие безопасную работу.

Опасные вещества: метакриловая кислота (МАК), аллилметакрилат, акрилонитрил (АН), требутиловый спирт (ТБС), диметилметилфосфонат (ДММФ), perkadox 16.

Характеристика токсических свойств наиболее опасных веществ показана в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Характеристика токсических свойств опасных веществ.

Показатель и	Наименование вещества						Литература
	МАК	Аллилметакрилат	АН	ТБС	ДММФ	Perkadox 16	
Агрегатное состояние	жидкость	жидкость	жидкость	жидкость	жидкость	порошок	[1]
Плотность паров или газов по воздуху	-	-	-	-	-	-	-
ПДК в воздухе рабочей зоны в мг/м ³	10	2	0,5	1	5	2	[1,8]
Класс опасности вещества	3	3	2	3	3	4	[1,8]

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	Подпись и дата
Ине. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

38

Согласно [9] производство пенопласта (пожаробезопасного термоформируемого) относится к 2 классу. Ширина защитной зоны 500 м.

Воздух рабочей зоны производственных помещений должен соответствовать общим санитарно-гигиеническим требованиям [8].

Проектом предусматривается непрерывный контроль наличия паров вредных веществ в воздухе рабочей зоны, осуществляемый термохимическим датчиком-сигнализатором типа ДАТ-М-03, газоанализаторами типа ДАК установленными на наружной установке.

Краткая характеристика действия веществ на организм человека:

МАК:

Раздражает слизисты оболочки глаз и дыхательных путей. При попадании на кожу вызывает ожоги.

Аллилметакрилат:

Раздражает слизисты еглаз, верхних дыхательных путей. Наносит вред при контакте с кожей. Опасен при попадании в организм через кожу.

АН:

Сильнодействующий яд. Вызывает тканевое удушье, паралич дыхания, ожог кожи. Хорошо впитывается через кожу, угнетает активность дыхательных ферментов, поражает нервную систему

ТБС:

Раздражает слизистые глаз, верхних дыхательных путей.

ДММФ:

Опасен при контакте с кожей, при проглатывании и вдыхании. Раздражает глаза, может вызвать наследующиеся генетические изменения.

Perkadox 16:

Раздражает слизистые глаз, верхних дыхательных путей.

Меры оказания первой помощи.

При поражении любой агрессивной жидкостью (кислотой, щелочью, растворителем, маслами и т.п.) – промывайте место ожога под струей холодной воды до прибытия Скорой помощи.

Недопустимо! Использовать растворы кислот и щелочей для реакции нейтрализации на коже пострадавшего.

В случае отравления ядовитыми газами вынесите пострадавшего на свежий воздух.

При потере сознания более чем на 4 минуты немедленно переверните пострадавшего на живот и приложите холод к голове.

При остановке сердца и дыхания немедленно приступите к реанимации.

Недопустимо! Проводить искусственное дыхание изо рта в рот без использования специальных масок, защищающих спасателя от выдоха пострадавшего.

Все работники производства должны быть обеспечены спецодеждой, спец. Обувью и индивидуальными средствами защиты выбранными по [12].

- Белье нательное;
- Костюм х/б;
- Рукавицы фланелевые;

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

39

- Рукавицы комбинированные;
- Перчатки резиновые;
- Ботинки кожаные;
- Полумаска ЗМ 7500;
- Респиратор;
- Противогаз;
- В зимнее время – куртка на утепленной подкладке.

8.1.2 Метеорологические условия. Вентиляция. Отопление

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях согласно [8] являются:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Работы выполняемая аппаратчиками и слесарями производится стоя и сидя, имеет место ходьба, сопровождается некоторым физическим напряжением (перемещением изделий или предметов массой до 10 кг и энергозатратами в пределах 201-250 ккал/ч). Работа подобного рода относится к категории Пб [14].

Работы, выполняемые оператором ЦПУ, проводимые стоя или сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением и энергозатратами 120 Ккал/час, относятся к категории работ Ia. [14].

Оптимальные величины показателей микроклимата в операторских помещениях ЦПУ и в производственном помещении указана в таблице 8.2 [8].

Таблица 8.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата в операторских помещениях ЦПУ и производственном помещении

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Ккал/ч	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более, м/с
Холодный	Ia (до 120)	22-24	21 -25	40-60	0,1
	Пб(201-250)	17-19	16-20	40-60	0,2
Теплый	Ia (до 120)	23-25	22-28	40-60	0,1
	Пб(201-250)	19-21	18-22	40-60	0,2

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы.

Име. № подл.	Подпись и дата
Взамен име. №	Подпись и дата
Име. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата
------	------	----------	-------	------

Таблица 8.3 – Допустимые параметры метрологических условий воздуха рабочей зоны

Период года	Категория работ	Температура воздуха		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Ниже оптимальных величин	Выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха выше оптимальных	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодный	Легкая средняя тяжесть и ПБ	20,0-15,0-16,9	24,1-19,1-22,0	19,0-14,0-23,0	15-75 15-75	0,1 0,1	0,1 0,2-0,4
теплый	Легкая 1а средняя Тяжесть и НБ	21,0-22,9 16,0-18,9	25,1-28,0 21,1-27,0	20,0-29,0 15,0-28,0	15-75 15-75	0,1 0,1	0,1-0,2 0,2-0,5

Для поддержания оптимальных параметров микроклимата рабочей зоны в производственных помещениях и помещении ЦПУ предусмотрены вентиляция, воздушное и водяное отопления.

Расчет общеобменной вентиляции производим по формуле:

$$W = G \cdot \frac{10^6}{C_{\text{пдк}} - C_0} \quad (8.1)$$

где W — производительность вентиляционной установки, м³/ч;

G-скорость выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны, кг/ч;

C_{пдк}- предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м³

C₀ – концентрация веществ в подаваемом воздухе.

$$W = \frac{0,434 \cdot 10^6}{20 - 0} = 2170, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Кратность воздухообмена рассчитываем по формуле:

$$K = W/V$$

где K – кратность воздухообмена;

V – объем помещения;

Ине. № дубл. Подпись и дата

Ине. № подл. Подпись и дата

Взамен инв. №

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

$$K = \frac{2170}{3100} = 0,7$$

Принимаем кратность воздухообмена $K=1 \text{ ч}^{-1}$.

Кратность воздухообмена для аварийной вентиляции принимаем равной 8 ч^{-1} .

8.1.3 Характеристика производственного шума и вибрации

В производстве пожаробезопасного термоформируемого пенопласта к источнику шума и вибрации в производственных помещениях относятся вентиляционное оборудование, трубопроводы, насосы и все работающее оборудование.

Классификация производственного шума [10].

Согласно [10] по характеру спектра – шум широкополосный более одной октавы, а по временным характеристикам – постоянный, так как уровень звука за восьмичасовой рабочий день изменяется не более чем на 5дБ. Уровень шума составляет 72дБ, что удовлетворяет допустимому значению 80дБ.

Классификация вибрации [15].

По временным характеристикам вибрация постоянная, для которой контролируется параметр за время наблюдения изменяется не более, чем в два раза. По способу передачи на человека вибрация общая, т.е. передается через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека. Вид вибрации – технологическая, т.е. воздействующая на операторов стационарных машин или передающаяся на рабочие места.

Величины параметров шума и вибрации не должны превышать нормируемых значений, указанных в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Параметры шума и вибрации

Параметр воздействия на человека	Нормируемое значение, дБ	
Шум:		
- пульт управления	60	
- производственные	80	
Вибрация:	Виброскорость, дБ	Виброускорение, дБ
- пульт управления	38	50
- производственные помещения	92	63

Для снижения уровня шума и вибрации проводят ряд мероприятий:

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

- операторов размещают в отдельном помещении от производственных площадей (ЦПУ);
- используется точная балансировка вращающихся частей;
- своевременное проведение планово-профилактических работ (ППР);
- используют комбинированные амортизаторы;
- насосы снабжают защитными кожухами, звукоизоляторами, ставят насосы на упругие изолирующие элементы.

8.1.4 Освещение производственных помещений

В операторской оператор ведет контроль за соблюдением параметров технологического процесса, с небольшими перерывами, жесткая фиксация взгляда не является обязательной. Согласно [16] зрительные работы в операторской относятся к работам высокой точности (разряд III, подразряд г), минимальный размер объекта различения 0,3-0,5 мм. В помещении цеха применяется 2 вида освещения совмещенное: естественное (одностороннее боковое) и искусственное.

Нормированное значение коэффициента естественной освещенности КЕО определяется, как:

$$e_N = e_H \cdot m_N, \quad (8.2)$$

где e_H – значение КЕО, $e_H=1,0\%$;

N – номер группы обеспеченности естественным светом, для Нижегородской области $N=1$;

m_N – коэффициент светового климата, $m_N=1$.

В итоге получаем нормированное значение коэффициента естественного освещения:

$$e_N = 1,0 \cdot 1 = 1,0\%$$

В помещении ЦПУ должно обеспечиваться постоянное освещение. В помещении ЦПУ предусмотрено рабочее и аварийное искусственное освещение. Система рабочего освещения ЦПУ следующая: помещение освещается однотипными светильниками, расположенными над освещаемой поверхностью и снабженными люминесцентными лампами одинаковой мощности.

В помещении ЦПУ необходимо предусмотреть аварийное освещение, т.к. отключение рабочего освещения может прервать процесс контроля и управления технологическим процессом, затруднить возможность адекватной реакции обслуживающего персонала при возникновении нештатных ситуаций, что в свою очередь связано с риском травматизма, порчи технологического оборудования.

Освещение безопасности (аварийное) должно создавать на рабочих поверхностях в помещениях, требующих обслуживания при отключении рабочего освещения, наименьшую освещенность в размере 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения от общего освещения.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	
Ине. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата
------	------	----------	-------	------

В качестве рабочего освещения в темное время суток применяется общее искусственное освещение. Источником света люминесцентные лампы типа ЛБ. Нормирование освещенности для работ III разряда, подразряд - «Г» при общем искусственном освещении составляет 300 лк.

С целью обеспечения нормированной освещенности для помещения ЦПУ произведем расчет количества светильников.

Площадь помещения ЦПУ:

$$S = A \cdot B \quad (8.3)$$

где A - длина помещения, м;

B - ширина помещения, м.

$$S = 5,8 \cdot 8,6 = 49,88 \text{ м}^2$$

Для светильников типа ЛБ характерно отношение [29]:

$$\frac{L}{H_p} = 1,4$$

где L - расстояние между светильниками или рядами, м;

H_p - высота подвески, м (примем $H_p = 3$ м). Отсюда расстояние между рядами светильников: $L = H_p \cdot 1,4 = 3 \cdot 1,4 = 4,2$ (м)

При ширине помещения 8,6 м выбираем 2 ряда светильников, расстояние от стены до ряда светильников 2,8 м, количество светильников в ряду $n_1 = 5$.

Индекс помещения определяем по формуле Маргулиса- Сапожникова:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} \quad (8.4)$$

$$i = \frac{8,6 \cdot 5,8}{3 \cdot (8,6 + 5,8)} = 1,15$$

Принимаем коэффициент отражения потолка, соответственно 70%, 50%, 10%.

По рассчитанному индексу помещения и выбранным коэффициентам отражения выбираем коэффициент использования светового потока $\eta = 0,49$ по таблице 5.7 [17].

Определяем световой поток лампы по формуле:

$$F_{л} = \frac{E_n \cdot S \cdot k \cdot z}{N_p \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot \eta} \quad (8.5)$$

где E_n - нормированная освещенность, $E_n = 300$ лк;

S - площадь помещения, $S = 49,88 \text{ м}^2$;

z - коэффициент минимальной освещенности, для люминесцентных ламп $z = 1,1$;

k - коэффициент запаса, $k = 1,5$;

N_p - количество рядов, $N_p = 2$;

n_1 - количество светильников в ряду, $n_1 = 5$;

n_2 - количество ламп в светильнике, $n_2 = 4$;

$$F_{л} = \frac{300 \cdot 49,88 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 0,49} = 1260 \text{ Лм}$$

По таблице 5.6 [17] согласно рассчитанному световому потоку выбираем люминесцентные светильники ОДА на две лампы - типа ЛБ световым потоком 1300 лм каждая.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Ине. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ	Лист
						44

Отклонение светового потока, обеспечиваемого выбранной лампой, от требуемого (расчетного) светового потока составляет:

$$\Delta\Phi = \frac{1300 - 1260}{1300} \cdot 100\% = 3,1\%$$

Данное расхождение находится в пределах нормы (-10%...+20%).

8.2 Электробезопасность. Защита от статического электричества. Молниезащита

Электрооборудование, установленное в цехе, питается переменным электрическим током напряжением 220/380 В с частотой 50 Гц.

По степени опасности поражения электрическим током производственные площадки и защитное пространство в ЦПУ относятся к классу помещений с повышенной опасностью [18], т.к. имеется возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой стороны.

Для защиты людей работающих в настоящих условиях используются следующие меры защиты от поражения электрическим током:

- защитное заземление корпусов и приводов электрических машин и аппаратов, щитки и шкафы, лотки, короба, тросы, а также другие металлоконструкции, на которых установлено электрооборудование (сопротивление заземляющих магистралей не более 4 Ом);

- ограждение токоведущих частей электрооборудования, исключающее преднамеренное прикосновение к ним;

- использование средств защиты от поражения электрическим током, таких как изолирующие напольные покрытия, изолирующая обувь, перчатки, использование электротехнического электроинструмента;

- мероприятия, исключающие несанкционированное появление напряжения на ремонтируемых участках.

Серьезную опасность для технологического оборудования и персонала цеха представляет молния, попадание которой может привести к выходу из строя систем регулирования, способствует возникновению пожаров, а также непосредственно опасно для жизни.

Здание, согласно [19] относится ко II-ой категории молниезащиты, так как наружные установки, согласно [18], имеют зону класса В-Ia, и должны быть защищены от прямых ударов молний, вторичных ее возникновений и заноса высокого потенциала по коммуникациям.

Предусмотрены:

- защита от прямых ударов молний – путем установки стержневых молниеприемников на стенах;

- присоединение металлических корпусов аппаратов к магистралям заземления корпуса и все подземные металлические коммуникации, вводимые в корпус, должны у мест их вводов в здание также присоединяться к магистрали заземления;

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен ине. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

45

- защита от электромагнитной индукции выполнена установкой металлических перемычек через каждые 30м между трубопроводами и другими протяженными металлическими предметами, расположенными друг от друга на расстоянии не более 10см.[25]

Во время грозы запрещается:

- держать открытыми окна и двери в производственных и бытовых помещениях;
- находиться на эстакадах и крышах производственных зданий;
- продувать аппараты от горючих газов и паров с выбросами их в атмосферу.

Ввод в здание электросетей напряжением, до 1кВ и выше осуществляется кабелями, металлическая оболочка и броня которых присоединена к защитному заземлению.

8.3 Пожарная безопасность

Свойства веществ, используемых в технологическом процессе, обуславливающие его пожарную опасность сведены в таблице 8.5.

Исходя количества и свойств веществ, материалов, обращающихся на наружной установке, можно сделать вывод, что данная наружная установка относится по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с [20] к категории — БН.

Таблица 8.5 – Свойства веществ, обращающихся в технологическом процессе, обуславливающие его пожарную опасность

Показатели	Наименование вещества						Литература
	МАК	Аллилмет акрилат	АН	ТБС	ДМ МФ	Perkadox 16	
Температура, °С							
- вспышки	66	37	0	10	-	40°С	[1]
- самовоспламенение	380	-	370	460	-	380	
Пределы воспламенения в смеси с воздухом:							
- концентрации, % об.	0,7-16,7	-	3,05-17,0	1,8-11,0	-	-	[1]
Категория взрывоопасной смеси	IIВ	IIВ	IIВ	IIВ	IIВ	IIВ	[18]

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	
Ине. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Продолжение таблицы 8.5

Группа взрывоопасной смеси	T2	T2	T2	T2	T2	T2	[18]
----------------------------------	----	----	----	----	----	----	------

Для предотвращения возможности пожара в помещении цеха предусмотрены следующие меры:

- Запрещение использования открытого огня;
- Курение допускается только в специально отведенных местах;
- Запрещается использование неисправного электрооборудования;
- Не допускается загромождение и загрязнение дорог, подъездов, лестничных клеток, подходов и выходов из зданий и наружной установки, доступов к противопожарному инвентарю и средствам пожаротушения и связи;
- Автоматические выключатели, предохраняющие электрооборудование от короткого замыкания;
- Периодический инструктаж по пожарной безопасности.

Наружная установка и производственные помещения укомплектованы следующими пожаротушения и сигнализации:

- В качестве системы оповещения о возникновении пожара используется пожарная сигнализация на базе тепловых и ручных кнопочных извещателей;
- Огнетушители порошковые ручные или типа ОП для тушения малых очагов возгорания;
- Ящики с песком используемые для тушения возгорания электродвигателей в насосных помещениях.

При загорании в помещениях здания сигнал о пожаре автоматически передается в пожарную часть электрическими датчиками типа ДТЛ, ДПС, а также на ЦПУ здания, при этом загорается сигнальная лампа и звучит сирена.

Для эвакуации людей из помещений проектируемого объекта предусматриваются соответствующие мероприятия:

- ширина путей эвакуации принята не менее 1,05 м;
- ширина дверей – не менее 0,8 м;
- высота прохода по путям эвакуации – не менее 2,0 м;
- открывание дверей из помещений и коридоров – по направлению эвакуации.

8.4 Основные требования безопасности к разрабатываемым системам автоматизации технологического процесса

Процесс производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта должен обладать высокой производительностью, точностью и выполнять предъявляемые к ней требования по обеспечению безопасности работающего персонала. Поэтому система управления, обеспечивающая

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

вышеперечисленные требования, построена на базе надежного микропроцессорного контроллера фирмы Siemens (Германия).

Возможные опасности, возникающие при работе следующие:

- наличие в системе высоких температур;
- наличие паров жидкостей, которые в смеси с кислородом воздуха образуют взрывоопасные концентрации;
- наличие электропроводок и электрооборудования;
- наличие жидкостей, которые представляют опасность отравления;
- наличие вращающихся и движущихся механизмов.;
- получение термических ожогов в результате попадания на тело человека горячих веществ (горячей жидкости и пара), а также соприкосновение с горячими поверхностями;

Данное производство является взрывоопасным, следовательно, пульт управления должен находиться в другом помещении около цеха.

Помещения управления и анализаторные помещения устраиваются, как правило, отдельно стоящими, вне взрывоопасной зоны. Допускается в отдельных случаях при соответствующем обосновании пристраивать их к зданиям с взрывоопасными зонами. При этом запрещается:

- размещать над (или под) взрывопожароопасными помещениями, помещениями с химически активной и вредной средой, приточными и вытяжными вентиляционными камерами, помещениями с мокрыми процессами;

- размещения в них оборудования и других устройств, не связанных с системой управления технологическим процессом;

- транзитная прокладка трубопроводов, воздухопроводов, кабелей через помещения управления; устройство парового или водяного отопления; ввод пожарных водопроводов, импульсных линий и других трубопроводов с горючими, взрывоопасными и вредными продуктами.

Электроснабжение объектов осуществляется не ниже, чем по I категории надежности [18]. При этом должна быть обеспечена возможность безаварийного перевода технологического процесса в безопасное состояние во всех режимах функционирования производства, в том числе и при одновременном прекращении подачи электроэнергии от трех независимых взаиморезервирующих источников питания.

В связи с тем, что производственное помещение относится к категории В-Ia, все устанавливаемое оборудование должно иметь уровень защиты «взрывобезопасное оборудование», вид взрывозащиты Exd (взрывонепроницаемая оболочка), либо i (искробезопасная цепь).

Прокладку кабелей согласно [26] по территории предприятия и установок рекомендуется выполнять открыто: по эстакадам, в галереях и на кабельных конструкциях.

Допускается также прокладка кабелей в каналах, засыпанных песком, и траншеях. Кабельные эстакады и галереи могут быть как самостоятельными, так и на общих строительных конструкциях с технологической эстакадой.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	
Ине. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

48

Размещать кабельные сооружения на технологических эстакадах следует с учетом обеспечения монтажа и демонтажа трубопроводов.

Кабели, прокладываемые на территории технологических установок и производств должны иметь изоляцию и оболочку из материалов, не распространяющих горение. Выбор изоляции и оболочек кабелей должен производиться с учетом вредного воздействия на них паров продуктов, имеющихся в зоне прокладки.

В проекте предусмотрено применение кабеля марки КВВГЭнг – контрольный кабель с медными жилами, изоляция из поливинилхлоридного пластиката, общий экран из медной фольги, оболочка из поливинилхлоридного пластиката пониженной горючести, а также кабеля марки КВВГнг – контрольный кабель с медными жилами, изоляция из поливинилхлоридного пластиката, оболочка из поливинилхлоридного пластиката пониженной горючести. Эти характеристики удовлетворяют требованиям, предъявляемым к проводам и кабелям, которые применяются во взрывоопасной зоне класса В-Ia.

При выборе кабелей учитывается, что общее количество жил должно быть несколько больше необходимого количества. В случае обрыва можно произвести замену, не меняя кабель.

Экранирующие оболочки контрольных кабелей соединяются с магистралью зануления для исключения наводок от силовых цепей.

Прокладка контрольных кабелей осуществляется сначала вдоль конструкций наружной установки, а затем вдоль стен с помощью стоек, полок, и лотков на высоте не мене 2м от пола.

8.5 Экологичность проекта

При производстве пожаробезопасного термоформируемого пенопласта имеют место быть отходы приведенные в таблице 9.8.

Таблица 8.6 – Отходы производства

Наименование отходов	Направление использования, метод очистки	Нормы образования отходов, кг/т
Жидкие отходы		
Полимеризационная смесь	На стадии заливки полимеризационной смеси	142,50
Ацетон	При промывке реактора поз. Р56	80
Твердые отходы		
Отходы полиэтилентерефталата	В виде воронки на стадии заливки полимеризационной смеси в форму.	10

Ине. № дубл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Продолжение таблицы 8.6

Волокно фильтрующее, загрязненное полимеризационной смесью	На стадии заливки полимеризационной смеси	50
--	---	----

8.6 Безопасность в условиях чрезвычайных ситуаций

8.6.1 Организация оповещения работающих об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации

Для обеспечения устойчивого оповещения по гражданской обороне рабочих и служащих, в цехе установлена сигнализация воздушной и химической тревоги, на территории производственного помещения - электрические сирены.

Сигналы гражданской обороны:

«**Внимание всем!**» – подается для привлечения внимания людей перед передачей речевой информации оповещения. Сигнал доводится при помощи сирен, непрерывным звучанием в течение 3 мин., повторяется несколько раз.

«**Воздушная тревога**» – подается с возникновением непосредственной угрозы нападения противника. Сигнал доводится при помощи сирен, по сетям проводного вещания, радиовещания с прерывистым звучанием в течение 3 мин. (6 сек. Включено, 6 сек. Выключено).

Сигнал повторяется несколько раз и дублируется с использованием мобильных средств оповещения.

«**Отбой воздушной тревоги**» – подается, если удар не состоялся или его последствия не представляют опасности для укрываемых. Сигнал доводится по сетям громкой связи.

«**Радиационная опасность**» – подается при непосредственной угрозе радиоактивного заражения или при его обнаружении. Для подачи сигнала используются система радиотрансляции, а также другие местные технические средства связи и оповещения. Сигнал дублируется звуковыми, световыми и другими средствами.

«**Химическая тревога**» – подается при угрозе или обнаружении химического, бактериологического заражения. Для подачи сигнала используются все местные технические средства связи и оповещения. Сигнал дублируется подачей установленных звуковых и световых сигналов.

Передача сигналов (распоряжений) и информации оповещения осуществляется с использованием средств и каналов общегосударственной сети связи, а также сетей вещания.

Получение сигналов ГО и управление оповещением возлагается на дежурного диспетчера.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Для внутренней связи предусматривается установка системы двусторонней громкоговорящей и существующей телефонной связи между производственным корпусом и помещением КИП.

Оповещение и сбор персонала осуществляется в соответствии с заранее разработанной схемой оповещения и сбора.

Действия персонала цеха по сигналам гражданской обороны. По сигналам ГО персонал должен укрыться в защитном сооружении. Решения по обеспечению беспрепятственной эвакуации людей с территории объекта.

Эвакуация людей из здания цеха по производству пожаробезопасного термоформируемого пенопласта осуществляется по освещенным лестничным клеткам первого типа.

Эвакуационные пути в пределах помещений здания обеспечивают безопасную эвакуацию людей через эвакуационные выходы. В здании предусмотрены следующие пути эвакуации:

- эвакуация людей с 1-го этажа предусматривается через центральный и запасной выходы;
- эвакуация из помещений подвала производится по двум лестницам непосредственно наружу.

8.6.2 Действия персонала цеха по сигналам гражданской обороны

С объявлением сигналов ВГСО рабочие и служащие прекращают работу и укрываются в убежище ГО. В производственном помещении остаются для наблюдения 3 человека с обеспечением их защиты в индивидуальных условиях.

При объявлении «Радиационная опасность» или «Химическая тревога» необходимо организовывать работу смен в производстве по режиму защиты, предусмотреть уменьшение числа рабочих, осуществляющих технологический процесс, обеспечить укрытие остального персонала в защитных сооружениях.

По сигналу «Отбой воздушной тревоги» в случае реализовавшейся опасности предусмотреть проведение разведки пожарной, радиационной, химической обстановок вблизи укрытий и защитных сооружений и вывод персонала в безопасную зону.

При не реализовавшейся опасности или при наличии только радиоактивного или химического загрязнения местности осуществить пуск цеха в соответствии с инструкцией по пуску цеха после кратковременной остановки.

8.6.3 Проектирование защитных сооружений

Одним из способов защиты в условиях чрезвычайной ситуации является укрытие населения в защитных сооружениях по месту его пребывания.

Защитные сооружения располагаются в подвальной помещения. Вместимость убежища определяется суммой мест для сидения (на первом

Ине. № подл.	Подпись и дата
Ине. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Ине. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

51

ярусе) и лежания (на втором и третьем ярусах). Защитное сооружение имеет два входа, расположенные в противоположенных сторонах со стороны производственного помещения и улицы. Также защитное сооружение имеет аварийный выход, представляющий собой подземную галерею с выходом на не заваливаемую территорию. [22].

Входы в убежище оборудуются в виде двух шлюзовых камер (тамбуров), отделенных от основного помещения и перегороденных между собой герметичными дверями. Согласно [22] убежище оборудуется различными инженерными системами:

- Электроснабжение
- Связь
- Водоснабжение
- Канализация
- Отопление

Вместимость убежища 80 человек, расстояние от производственного помещения до убежища 250м.

Минимальная площадь помещения для людей при норме $0,5^2$ на человека:

$$S_{min} = 0.5 \cdot 80 \cdot 1,1 = 44\text{м}^2$$

где 1,1 – коэффициент запаса.

При высоте помещения 2,2 м объем, требуемый на одного человека $1,5 \text{ м}^2$ может быть достигнут при площади:

$$S = \frac{80 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{2,2} = 60\text{м}^2$$

Площадь помещения для пункта управления, медпункта, санузла принимаем из расчета $0,02 \text{ м}^2/\text{чел.}$

$$S = 0.02 \cdot 80 \cdot 1,1 = 1,76\text{м}^2$$

Убежище имеет телефонную связь с пунктом управления предприятия и репродуктор, а также радиосвязь. Электроснабжение ведется от внешней сети объекта, а при необходимости – от расположенной в отдельном укрытии дизельной электростанции. В убежище имеется противопожарное оборудование, инструмент для ведения аварийно- спасательных работ, медицинская аптечка, электрофонари.

Система воздухообмена предусмотрена на базе фильтра вентиляционного агрегата ФВА-49. Исходя из норматива подачи воздуха в режиме чистой вентиляции до $8 \text{ м}^3/\text{час}$ на одного человека:

$$8 \cdot 80 \cdot 1,1 = 528\text{м}^3/\text{час}$$

Система водоснабжения предусматривает подачу воды из внешнего трубопровода и минимальным расходом воды на одного человека $0,03 \text{ л/сутки}$. Убежище имеет два независимых входа и подземный аварийный выход, который приводится в боевую готовность через 12 часов с момента объявления угрозы нападения.

Ине. № подл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	Ине. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Таблица 9.1 – Стоимость технической станции

Наименование оборудования	Цена/ед., руб	Кол -во	Стоимость, руб.
1	2	3	4
Центральный процессор Simatic S7-300	190000	1	190000
Блок питания SitopSmart, ~220/=24В, 5А	10200	1	10200
Модуль ввода аналоговых сигналов SM331, AI8	38000	2	76000
Модуль вывода аналоговых сигналов SM332, 8АО	86000	1	86000
Модуль ввода дискретных сигналов SM321, 32DI	30000	1	30000
Модуль ввода дискретных сигналов SM321, 16DI	20000	1	20000
Модуль вывода дискретных сигналов SM322, 32DO	40000	1	40000
Фронтштекер 40-полюсный	3520	5	17600
Фронтштекер 20-полюсный	3520	1	3520
Сетевые компоненты			97000
Итого:			570320

Согласно приведенной таблице 9.1 стоимость технологической станции составляет 570 320 руб. Амортизационные отчисления при норме 4% составляют 22 813руб.

Таблица 9.2 – Стоимость станции оператора и программного обеспечения

Наименование оборудования	Цена/ед., руб	Кол -во	Стоимость, руб.
1	2	3	4
SIMATIC IPC547E (RACK PC, 19", 4U), Intel Core i3	130000	2	260000
Сетевой адаптер CP 1623 A2	58200	2	116400
Операционная система Windows 7 Pro	7000	2	14000
Монитор PHILIPS 243V5LSB	8860	2	17720
Источник бесперебойного питания IPPON Back Power PRO 600	3990	2	7980
Принтер HP LaserJet Pro P1102s	7140	1	7140
Комплект беспроводной (клавиатура+мышь) LOGITECHMK220	1400	2	2800
Источник бесперебойного питания APC Smart-UPS 1500	18000	1	18000
SCADA-система WinCCV7.3 лицензия RT (вкл. 512 архивных тегов)	172000	1	144000

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

55

Продолжение таблицы 9.2

SCADA-система WinCCV7.3 полный пакет RC (вкл. 512 архивных тегов)	266900	1	239000
Пакет проектирования микропроцессорных контроллеров SIMATIC Step 7 v5.5	80000	1	70000
Итого:			962940

Стоимость станции оператора и программного обеспечения, исходя из данных таблицы 9.2, составит 962 940 руб. Амортизационные отчисления при норме 4% составляют 38 518 руб.

Смета расходов на низовую автоматику приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Стоимость датчиков и приборов

Наименование оборудования	Цена/ед., руб	Кол-во	Стоимость, руб.	Аморт. Отчисл %	Аморт. Отчисл, руб.
Термопреобразователь ТПУ0304/Ех/М2-Н-И2-А2В PGM-t1070	7000	8	56000	12,5	7000
Сигнализатор уровня ультразвуковой УЗС 209И-АД-201И-100-Н-400-О	39000	1	39000	12	4680
Вибродатчик предельного уровня ROSEMOUNT 2120	39200	1	39200	12	4680
Волновой радарный уровнемер ROSEMOUNT 5310	191000	1	191000	12	22920
Система контроля горючих газов	85400	1	85400	12	10248
Клапан регулирующее-отсечной КМРО	188100	6	112860	10	112860
Клапан отсечной КМО Ду=20	215200	2	430400	10	43040
Клапан отсечной КМО Ду=65	136300	2	272600	10	272660
Итого:			2242000		232688

По данным таблицы 9.3 общая стоимость технических средств составляет 2 242 000 руб. Амортизационные отчисления составляют 232 688 руб.

Таблица 9.4 – Капитальные затраты на автоматизацию

Наименование оборудования	Стоимость, руб.
Техническая станция (в т.ч. сетевые компоненты)	570320
Станция оператора (в т.ч. программное обеспечение)	962940
Датчики и приборы	2242000
Итого	3775260

Подпись и дата
 Инв. № дубл.
 Взамен инв. №
 Подпись и дата
 Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

56

Таким образом стоимость всего комплекта оборудования для проектируемой АСУТП составляет:

$$K_3 = 3\,775\,260 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения, приведенные к моменту оплаты проектных работ (дисконтированные) рассчитываются по формуле:

$$K = \frac{K_{II}}{(1+E)^{t_{II}}} + \frac{K_D}{(1+E)^{t_D}} + \frac{K_3}{(1+E)^{t_3}} + \frac{K_M}{(1+E)^{t_M}} + \frac{K_C}{(1+E)^{t_C}}, \quad (9.1)$$

где K_{II} – стоимость разработки проекта привязки комплекса технических средств ($25\%K_3$),

$$K_{II} = K_3 \cdot 0,25 = 3775260 \cdot 0,25 = 943815 \text{ руб.}$$

K_D – стоимость разработки специальной части системной документации, включая специальное программное обеспечение (60% стоимости технологической станции и станции оператора)

$$K_D = 0,6(570320 + 962940) = 919956 \text{ руб.}$$

K_M – стоимость монтажа и наладки системы автоматизации с частичным демонтажем старых технических средств (40% стоимости оборудования),

$$K_M = K_3 \cdot 0,4 = 3775260 \cdot 0,4 = 1510104 \text{ руб.}$$

K_C – стоимость разработки специального программного обеспечения ($10...12\%$ стоимости разработки специальной части системной документации, включая специальное программное обеспечение),

$$K_C = K_D \cdot 0,1 = 919956 \cdot 0,1 = 91995,6 \text{ руб.}$$

$$E = 0,225 \text{ год}^{-1} = 0,019 \text{ мес}^{-1} \text{ – ставка дисконтирования}$$

$t_{II} = 0 \text{ мес.}$, $t_D = 8 \text{ мес.}$, $t_3 = 3 \text{ мес.}$, $t_M = 7 \text{ мес.}$, $t_C = 10 \text{ мес.}$ – интервалы времени вложения средств в создание системы автоматизации.

$$\text{Тогда: } K = 943815 + \frac{919956}{1,019^8} + \frac{3775260}{1,019^3} + \frac{1510104}{1,019^7} + 919956 = 6703077 \text{ руб.}$$

9.3 Оценка величин экономии производственных ресурсов

Внедрение системы автоматизации обеспечивает:

– оптимальное управление технологическим процессом, что по статистическим данным приводит к снижению потерь сырьевых ресурсов на $10-30\%$ (в данной работе примем $16,5\%$);

– стабилизацию технологических параметров процесса, что дает снижение на $10-20\%$ потерь сырьевых ресурсов (принимаем 11%).

9.4 Расчет себестоимости продукции

9.4.1 Составление калькуляции себестоимости продукции

Калькуляция себестоимости продукта при годовой производительности 500кг/год представлена в таблице 9.5.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Лист

57

Таблица 9.5 – Численность работающих и заработная плата

Статьи калькуляции	Затраты, руб		
	На единицу продукции		На годовой проектируемый объем
	Проект	Автоматизир. Проект	
1. Сырье и материалы	78200	58200	29100000
Итого 1:	78200	58200	29100000
2. Энергия на технологические цели:	1394,16	1394,16	697080
Итого 2:	1394,16	1394,16	697080
3. Основная з/п основных рабочих	5760	5760	2880000
4. Дополнительная з/п основных рабочих	576	576	2880000
5. Отчисления на соц. нужды	2059,2	2059,2	1029600
Итого 3 (п.3+п.4+п.5):	8395,2	8395,2	4197600
Итого 4 Переменные издержки (1+2+3)	87989,36	67989	33994680
6. РСЭО	3216,42	3216,42	1608210
7. Цеховые расходы	2496,42	2496,42	1248210
Итого 5 Цеховая себестоимость (4+п.6+п.7)	93702,2	73702,2	36851100
8. Общепроизводственные расходы	900	900	450000
Итого 6 Производственная себестоимость (5+п.8)	9462,2	74602,2	37301100
9. Коммерческие расходы	770	770	385000
Итого 7 Полная себестоимость (6+п.9)	95372,2	75372,2	37686100
Итого 8 Постоянные издержки (7-4)	7382,84	7382,84	3691420

По данным таблицы 9.5 видим, что происходит снижение себестоимости продукта с 95372,2 руб. за 1кг до 75372,2 руб. за 1 кг, экономия составляет 20000 руб. за счет снижения количества сырья и материалов. Затраты на производство в год по проекту составляют 37686100 руб.

Пояснения к расчетам в таблице калькуляции базовой себестоимости на единицу продукции:

– основная з/п основных рабочих (п.3)

$$z / n_{осн} = \frac{n \cdot z / n_1 \cdot 12}{Q} = \frac{16 \cdot 15000 \cdot 12}{500} = 5760 \text{ руб.} \quad (9.2)$$

где n – количество основных рабочих, чел.,
 з/п₁ – заработная плата одного работника, руб.,
 Q – годовой выпуск, кг/год.;

– дополнительная з/п основных рабочих (п.4)

$$z / n_{доп} = z / n_{осн} \cdot 0,1 = 576 \text{ руб. ;} \quad (9.3)$$

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взамен инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

- отчисления на социальные нужды 30%+2,5% (п.5)
- $$ОСН = (з / n_{осн} + з / n_{дон}) \cdot 0,325 = (5760 + 576) \cdot 0,325 = 2059,2 \text{ руб.}; \quad (9.4)$$

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (п.6)

$$РСЭО = \frac{(n_2 \cdot з / n_2 \cdot 12)}{Q} \cdot 1,325 + 0,07 \cdot \frac{ОФ}{Q} =$$

$$\frac{(2 \cdot 10950 \cdot 12)}{500} \cdot 1,325 + 0,07 \cdot \frac{1800 \cdot 10^4}{500} = 3216,26 \text{ руб.} \quad (9.5)$$

где n_2 – количество рабочих, чел.,

$з/п_2$ – заработная плата одного работника, руб.;

- цеховые расходы (п.7)

$$цех.расх. = \frac{(n_3 \cdot з / n_3 \cdot 12)}{Q} \cdot 1,325 + 0,05 \cdot \frac{ОФ}{Q} =$$

$$\frac{(2 \cdot 10950 \cdot 12)}{500} \cdot 1,325 + 0,05 \cdot \frac{1800 \cdot 10^4}{500} = 2496,42 \text{ руб.} \quad (9.6)$$

где n_3 – количество рабочих в цеху, чел.,

$з/п_3$ – заработная плата одного работника, руб.;

Затраты на годовой объем, который равен 500кг/год определяется умножением соответствующей статьи калькуляции на этот объем.

9.5 Расчет экономии от внедрения систем автоматизации

Годовая экономия от внедрения системы автоматизации:

$$\mathcal{E} = \Delta C \cdot Q \quad (9.7)$$

$\Delta C = 200 \text{ руб/т.}$ (по данным предоставленным отделом бухгалтерии и регламенту ФГУП «НИИ полимеров»).

$$\mathcal{E} = 20000 \text{ руб/кг} \cdot 500 \text{ кг/год} = 10000000 \text{ руб/год.}$$

К концу первого года после базового момента приведенная величина экономии составит:

$$R_{t=1} = \frac{1}{1,225} \cdot \frac{1}{3} \cdot 10000000 = 2721088 \text{ руб.} \quad (9.8)$$

К концу второго года приведенная величина экономии составит:

$$R_{t=2} = 2820078 + \frac{1}{1,225^2} \cdot 10000000 = 9384978 \text{ руб.} \quad (9.9)$$

9.6 Определение срока окупаемости капитальных вложений на создание системы автоматизации

Срок окупаемости капиталовложений на создание системы автоматизации $1 < T < 2$ г., т.к. приведенная экономия, достигнутая к концу первого года $R_{t=1} < K = 6703077$ руб. (K – приведенные капитальные вложения), а приведенная экономия к концу второго года $R_{t=2} > 6703077$ руб.

Ине. № подл.	Взамен инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата		
Ине. № подл.	Взамен инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата		
ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					59

Для нахождения срока окупаемости (X) воспользуемся формулой (9.10). Подбираем X с шагом 0.75 года, и получим $T_{ок}=1+0,75=1,75$ года.

$$R_{t=1} + \frac{\mathcal{E} \cdot X}{(1+E)^{X+1}} \approx K \quad (9.10)$$

$$2721088 + \frac{1,75}{1.225^{1,75}} \cdot 10000000 = 8417405 > 6703077 \text{ руб.}$$

К моменту времени 1 год и 9 месяцев величина приведенной экономии составит 8417405 руб.

9.7 Расчет показателей доходности

Рассчитаем показатели чистого дисконтированного дохода и индекса доходности для горизонта расчета $T_{ок} = 2$ года. Приведенная величина экономии к концу второго года после базового момента составит:

$$R_{t=2} = 9384978 \text{ руб.}$$

$$ЧДД = R_{t=2} - K = 9384978 - 6703077 = 2681901 \text{ руб.} > 0 \quad (9.11)$$

$$ИД = \frac{R_{t=2}}{K} = \frac{9384978}{6703077} = 1,40 > 1. \quad (9.12)$$

Оба показателя говорят о целесообразности капиталовложений в создание автоматизированной системы управления, т.к. $ЧДД > 0$ и $ИД > 1$.

Определим другие показатели эффективности капиталовложения.

Прибыль от реализации товарной продукции до и после внедрения системы автоматизации

$$\Pi_1^P = (\Pi_1 - C_1^П) B_1 = (140000 - 95372,2) \cdot 50000 = 22313900 \text{ руб.} \quad (9.13)$$

$$\Pi_2^P = (\Pi_2 - C_2^П) B_2 = (140000 - 93372,2) \cdot 50000 = 32313900 \text{ руб.}$$

Общая рентабельность производства:

$$P_1^O = \frac{\Pi_1^P}{C_1^П \cdot B_1} = \frac{22313900}{95372,2 \cdot 500} \cdot 100\% = 46,79\% \quad (9.14)$$

$$P_2^O = \frac{\Pi_2^P}{C_2^П \cdot B_2} = \frac{32313900}{75372,2 \cdot 500} \cdot 100\% = 85,74\%$$

Производительность труда не меняется, т.к. не меняется выработка, цена продукции и численность рабочих.

Среднегодовая производительность на одного работающего:

$$\Pi_1^T = \frac{Q \cdot \Pi}{P_1^P} \quad (9.15)$$

$$\Pi_1^T = \frac{500 \cdot 140000 \text{ руб.}}{18} = 3888889 \text{ руб./год,}$$

$$P_1^P = 18 \text{ чел. - численность работающих.}$$

Среднегодовая производительность на одного рабочего:

Ине. № подл.	Взамен инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата						Лист
Ине. № подл.	Взамен инв. №	Ине. № дубл.	Подпись и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ				60

$$P_2^T = \frac{Q \cdot C}{P_2^P} \quad (9.16)$$

$$P_2^T = \frac{500 \cdot 140000 \text{руб.}}{2} = 35000000 \text{руб./год,}$$

$$P_2^P = 2 \text{чел. - численность.}$$

Таблица 9.6 - Сравнительная таблица технико-экономических показателей

Наименование показателя	Единицы измерения	Проект	Автоматизированный проект	Отклонение
1 Годовой выпуск продукции в натуральном исчислении	кг	500	50000	-
в стоимостном	руб.	70000000	70000000	-
2 Производительность единицы оборудования в единицу времени	кг/ч	0,057	0,057	-
3 Численность работающих всего,	чел.	18	18	-
в том числе основные производственные рабочие	чел.	2	2	-
4 Среднегодовая производительность				
4.1 на 1 работающего в натуральном исчислении	кг/чел.	27,78	27,78	-
в стоимостном	руб.	3888889	3888889	-
4.2 на 1 рабочего в натуральном исчислении	кг/чел.	250	250	-
в стоимостном	руб.	35000000	35000000	-
5 Капитальные затраты на автоматизацию	руб.	-	6703077	6703077
6 Полная себестоимость единицы продукции	руб.	95372,2	75372,2	20000
7 Оптовая цена единицы продукции	руб.	140000	140000	-
8 Годовая прибыль	руб.	22313900	32313900	10000000
9 Уровень рентабельности	%	46,79	85,74	38,95
10 Срок окупаемости капитальных вложений на автоматизацию	годы	-	1,75	-
11 Чистый дисконтированный доход	руб.	-	2681901	2681901
12 Индекс доходности		-	1,40	1,40

Инв. № подл. Взамен инв. № Подпись и дата Подпись и дата Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

9.8 Вывод

В заключении можно сказать, что величина снижения себестоимости единицы продукции была вычислена по величинам экономии производственных ресурсов от внедрения системы автоматизации и их ценам ΔC^{Π} . Величина полной себестоимости единицы продукции после внедрения системы автоматизации

$$C_2^{\Pi} = C_1^{\Pi} - \Delta C^{\Pi} = 953722 - 20000 = 753722 \text{ руб.} \quad (9.17)$$

При оценке данного инвестиционного проекта, можно сделать вывод, что он является эффективным, так как ЧДД = 2681901 руб. > 0 и ИД = 1,40 > 1, и срок окупаемости $T_{ок} = 1,75 < 2$ лет.

Анализируя последние результаты, можно сделать вывод, что уровень рентабельности проекта высокий (49,94%), и полученная годовая прибыль от реализации составит 32313190 руб., что так же достаточно высока. Следовательно, внесенные изменения в проект в виде его автоматизации обоснованы, и получен большой прирост прибыли в виде 1000000 руб.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ					Лист
										62
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Список использованных источников и литературы

1. Технологический регламент производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта ФГУП «НИИ полимеров».
2. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09-540-03) – Москва, 2004-105с.
3. Ю.Н. Федоров. Основы построения АСУТП взрывоопасных производств. В 2-х томах. Т.2 «Проектирование».-М.: Синтег, 2006.
4. Электронный каталог компании «Yokogawa», 2015.
5. Электронный каталог компании «Siemens», 2015.
6. И.А. Зограф, П.В. Новицкий. Оценка погрешности результатов измерений – Ленинград: Энергоатомиздат, 1991.
7. М.Д. Ермаков, Э.М. Мончарж. Методические указания по расчету надёжности систем управления при дипломном проектировании - Дзержинск, 2006.
8. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенически требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
10. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.
11. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2)
12. Средства индивидуальной защиты в охране труда: Справ./Под ред. С.Л. Каминского. – СПб.: Проспект Науки, 2011.
13. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
14. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
15. ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общитребования.
16. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
17. С.А. Казаков. Выполнение раздела «Безопасность и экологичность проекта» в дипломных проектах: Метод. Указания для студентов спец. 210200 и 210240 всех форм обучения. – Н.Новгород. 2002.
18. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Изд.7, 2002.
19. СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.
20. ФЗ 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями на 13 июля 2015 года).
21. А.С. Клюев. Монтаж средств измерений и автоматизации. Справочник. 3-е изд. перераб. — М.: Энергоатомиздат, 1988.
22. СНиП II-11-77. Защитные сооружения гражданской обороны
23. ГОСТ 12.2.037-78 ССБТ. Техника пожарная. Требования безопасности (с Изменениями N 1, 2)

Ине. № дубл.	Подпись и дата
Взамен ине. №	Подпись и дата
Ине. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ

Обозначение	Наименование	Примечание
ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.АТХ.ОД	Опись документации	
ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.АТХ.1	Функциональная схема автоматизации	
ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.АТХ.2	Блок-схема алгоритма управления	
ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.АТХ.3	Структурная схема КТС	
ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.АТХ.4	Схема внешних проводок	
ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.ПЗ	Пояснительная записка	
ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16.АТХ.С	Спецификация оборудования	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Красненков			
Проверил		Виноградов			
Н.контр.		Попов			
Утв.		Кулепов			

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.ОД					
ФГУП «НИИ полимеров»					
Автоматизация производства пожаробезопасного термоформируемого пенопласта			Стадия	Лист	Листов
Приложение А Опись документации					1
			ДПИ НГТУ 12-АТПП		

Спецификация содержит:

Раздел 1. Приборы и средства автоматизации *стр.2*

Раздел 2. Агрегатные комплексы и средства вычислительной техники *стр.8*

Раздел 3. Операторные станции и программное обеспечение *стр.9*

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № попп.

						ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.С			
						ФГУП «НИИ полимеров»			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Автоматизация производства пожаробезопасного термоформирвемого пенопласта	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Красненков							1
Проверил		Виноградов				Приложение Б Спецификация оборудования	ДПИ НГТУ 12-АТПП		
Н.контр.		Попов							
Утв.		Кулепов							

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа опросного листа	Код оборуд. изделия матер.	Завод - изготовитель	Ед. изм.	Кол-во	Масса ед. кг.	Примечание
	1 Приборы и средства автоматизации							
	1.1 Приборы для измерения температуры							
T2	Термопреобразователь универсальный с выходным сигналом 4...20мА, взрывозащищенный	ТПУ 0304/Ех/М2-И2-А2В		НПП «Элемер»	шт.	1		
	Пределы измерений: -50...100°С	PGM-t1070		г. Москва				
	Взрывозащита: ЕхIаПСТ6							
	Длина монтажной части – 320 мм							
	Класс точности: 0,25							
	Гильза защитная							
	Место установки: аппарат поз.Р56							
T5	Термопреобразователь универсальный с выходным сигналом 4...20мА, взрывозащищенный	ТПУ 0304/Ех/М2-И2-А2В		НПП «Элемер»	шт.	1		
	Пределы измерений: -50...100°С	PGM-t1070		г. Москва				
	Взрывозащита: ЕхIаПСТ6							
	Длина монтажной части – 320 мм							
	Класс точности: 0,25							
	Гильза защитная							
	Место установки: трубопровод Ду=50 воды в цикле							
	В ванну водной полимеризации поз.Х12							
б1	Термопреобразователь универсальный с выходным сигналом 4...20мА, взрывозащищенный	ТПУ 0304/Ех/М2-И2-А2В		НПП «Элемер»	шт.	4		
б2	Пределы измерений: -50...100°С	PGM-t1070		г. Москва				
б3								

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.вч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.С

Лист

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа опросного листа	Код оборуд. изделия матер.	Завод - изготовитель	Ед. изм.	Кол-во	Масса ед. кг.	Примечание
6 ₄	Взрывозащита: ЕхiaIICT6							
	Длина монтажной части – 60 мм							
	Класс точности: 0,25							
	Гильза защитная							
	Место установки: ванна полимеризации поз. X12							
T9	Термопреобразователь универсальный с выходным сигналом 4...20мА, взрывозащищенный	ТПУ 0304/Ех/М2-И2-А2В		НПП «Элемер»	шт.	1		
	Пределы измерений: -50...100°С	PGM-t1070		г. Москва				
	Взрывозащита: ЕхiaIICT6							
	Длина монтажной части – 250 мм							
	Класс точности: 0,25							
	Гильза защитная							
	Место установки: шкаф воздушной полимеризации поз.Х13							
T10	Термопреобразователь универсальный с выходным сигналом 4...20мА, взрывозащищенный	ТПУ 0304/Ех/М2-И2-А2В		НПП «Элемер»	шт.	1		
	Пределы измерений: -50...100°С	PGM-t1070		г. Москва				
	Взрывозащита: ЕхiaIICT6							
	Длина монтажной части – 60 мм							
	Класс точности: 0,25							
	Гильза защитная							
	погрешности 0,25%							
	Место установки: Трубопровод Ду=50 конденсата							
	После пароводосмесителя в паровой калорифер шкафа воздушной полимеризации поз.Х13							

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.вч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.С

Лист

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа опросного листа	Код оборуд. изделия матер.	Завод - изготовитель	Ед. изм.	Кол-во	Масса ед. кг.	Примечание
	1.2 Приборы для измерения уровня							
43	Вибродатчик предельного уровня взрывозащитный	ROSEMOUNT 2120		ЗАО «ПГ «Метран»	шт.	1		
	Исполнение взрывозащиты: EExiaIICT6							
	Степень защиты IP66							
	Место установки: реактор поз.Р56							
44	Сигнализатор уровня ультразвуковой взрывозащитный	УЗС 209И-АД-201И-100-И- -400-О		НПО «Ризур» г.Рязань	шт.	1		
	Маркировка взрывозащиты: датчика OExiaIICT5; вторичного преобразователя ExiaIICT							
	Среда: конденсат							
	Место установки: сборник конденсата поз.Е67							
45	Вибродатчик предельного уровня взрывозащитный	ROSEMOUNT 2120		ЗАО «ПГ «Метран»	шт.	1		
	Исполнение взрывозащиты: EExdIICT6							
	Степень защиты IP66							
	Место установки: сборник поз.Е72							
46	Волноводный радарный уровнемер	ROSEMOUNT 5301		ЗАО «ПГ «Метран»	шт.	1		
	Предел измерения: 1800 мм							
	Степень защиты – IP66/IP67							
	Среда: сточные воды							
	Место установки: емкости поз.Е70							

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.вч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.С

Лист

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа опросного листа	Код оборуд. изделия матер.	Завод - изготовитель	Ед. изм.	Кол-во	Масса ед. кг.	Примечание
	1.3 Приборы для измерения веса							
W50(X61)	Весы платформенные электронные	ВПА-50-1			шт.	1		Заказывается по спецификации
	1.4 Газоанализаторы							
Q55	Система контроля горючих газов			ФГУП СПО				
	в составе:			«Аналитприбор»				
	–блок питания и сигнализации 8-и канальный	БПС-21М-8ВЦ		г. Смоленск	шт.	1		
	маркировка взрывозащиты [Exib]IIC							
Q55/1	– датчик-сигнализатор термохимический	ДАТ-М-03			шт.	1		
	маркировка взрывозащиты 1ExibdIICT6X							
Q55/2-4	– датчик-газоанализатор	ДАК			шт.	3		
	маркировка взрывозащиты 1ExibIICT6X							
	1.5 Трубопроводная регулирующая арматура							
K1	Клапан отсечной во взрывозащищенном исполнении Ду20; Ру16	КМО		ООО ПНФ	шт.	1		
	Материал: ст.12Х18Н10Т			«ЛГавтоматика»				
	Место установки: трубопровод слива стоков в ёмкость поз.Е70 из реактора поз.Р56							
K2	Клапан отсечной во взрывозащищенном исполнении Ду20; Ру16	КМО		ООО ПНФ	шт.	1		
	Материал: ст.12Х18Н10Т			«ЛГавтоматика»				
	Место установки: трубопровод слива стоков в							

Изм. № подл. Подп. и дата Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.С

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа опросного листа	Код оборуд. изделия матер.	Завод - изготовитель	Ед. изм.	Кол-во	Масса ед. кг.	Примечание
	ёмкость поз.Е70 из реактора поз.Р56							
К3,К4	Клапан отсечной во взрывозащищенном исполнении Ду65; Ру16 Материал: ст.12Х18Н10Т Место установки: трубопроводы воды в цикле к теплообменникам поз.Т64 и Т65	КМО		ООО ПНФ «ЛГавтоматика»	шт.	2		
К5,К6	Клапан отсечной во взрывозащищенном исполнении Ду65; Ру16 Материал: ст.12Х18Н10Т Место установки: трубопроводы воды в цикле от теплообменников поз.Т64 и Т65	КМО		ООО ПНФ «ЛГавтоматика»	шт.	2		
Т2а	Клапан регулирующие-отсечной во взрывозащищенном исполнении, Ру16, Ду(определяет завод-изготовитель по опросному листу), взрывозащита ЕхiaIICT6, материал ст.углеродистая Место установки: трубопровод речной воды Р=0,3МПа в рубашку реактора поз.Р56	КМРО		ООО ПНФ «ЛГавтоматика»	шт.	1		
Т5а	Клапан регулирующие-отсечной во взрывозащищенном исполнении, Ру16, Ду(определяет завод-изготовитель по опросному листу), взрывозащита ЕхiaIICT6, материал ст.углеродистая Место установки: трубопровод пара Р=0,7МПа в теплообменник поз.Т64	КМРО		ООО ПНФ «ЛГавтоматика»	шт.	1		
Т5б	Клапан регулирующие-отсечной во взрывозащи-	КМРО		ООО ПНФ	шт.	1		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.вч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.С

Лист

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа опросного листа	Код оборуд. изделия матер.	Завод - изготовитель	Ед. изм.	Кол-во	Масса ед. кг.	Примечание
	щенном исполнении, Ру16, Ду(определяет завод-изготовитель по опросному листу),			«ЛГавтоматика»				
	взрывозащита ЕхIаIICT6, материал ст.углеродистая							
	Место установки: трубопровод речной воды							
	Р=0,3МПа в теплообменник поз.Т65							
T9a	Клапан регулирующие-отсечной во взрывозащищенном исполнении, Ру16, Ду(определяет завод-изготовитель по опросному листу),	КМРО		ООО ПНФ «ЛГавтоматика»	шт.	1		
	взрывозащита ЕхIаIICT6, материал ст.углеродистая							
	Место установки: трубопровод речной воды Ду50							
	в водяной калорифер шкафа воздушной							
	полимеризации поз.Х13							
T9б	Клапан регулирующие-отсечной во взрывозащищенном исполнении, Ру16, Ду(определяет завод-изготовитель по опросному листу),	КМРО		ООО ПНФ «ЛГавтоматика»	шт.	1		
	взрывозащита ЕхIаIICT6, материал ст.углеродистая							
	Место установки: трубопровод речной воды Ду50							
	в паровой калорифер шкафа воздушной							
	полимеризации поз.Х13							
T10a	Клапан регулирующие-отсечной во взрывозащищенном исполнении, Ру16, Ду(определяет завод-изготовитель по опросному листу),	КМРО		ООО ПНФ «ЛГавтоматика»	шт.	1		
	взрывозащита ЕхIаIICT6, материал ст.углеродистая							
	Место установки: трубопровод Ду 50 пара на							
	вводе в пароводосмеситель							

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.вч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.С

Лист

Наименование и техническая характеристика	Тип (заказной номер)	Количество	Фирма-изготовитель
2 Агрегатные комплексы и средства вычислительной техники			
2.1 Микропроцессорный контроллер SIMATIC S7-300, в составе:			
центральный процессор CPU 315-2PN/DP	6ES7 315-2EH14-0AB0	1	Siemens
Блок питания Sitop Smart, ~220/=24В, 5А	6EP1333-2BA20	1	Siemens
Модули ввода-вывода аналоговых сигналов:			
Модуль ввода аналоговых сигналов SM33, 8AI, 4...20mA	6ES7331-1KF01-0AB0	2	Siemens
в комплекте с фронтштеккером (40-полюсный)	6ES7 392-1BM01-0AA0	2	Siemens
Модуль вывода аналоговых сигналов SM332 8AO, 4...20mA	6ES7 392-1BM01-0AA0	1	Siemens
в комплекте с фронтштеккером (40-полюсный)	6ES7392-1AM00-0AA0	1	Siemens
Модули ввода-вывода дискретных сигналов:			
SM 321, модуль ввода дискретных сигналов, 32DI, =24В	6ES7321-1BL00-0AA0	1	Siemens
в комплекте с фронтштеккером (40-полюсный)	6ES7 392-1BM01-0AA0	1	Siemens
SM 322, модуль вывода дискретных сигналов, 32DO, =24В	6ES7322-1BL00-0AA0	1	Siemens

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.вч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.С

Наименование и техническая характеристика	Тип (заказной номер)	Количество	Фирма-изготовитель
в комплекте с фронтштеккером (40-полюсный)	6ES7 392-1BM01-0AA0	1	Siemens
SM 321, модуль ввода дискретных сигналов, 16DI, =24В	6ES7 321-1BH10-0AA0	1	Siemens
в комплекте с фронтштеккером (20-полюсный)	6ES7 392-1AJ00-0AA0	1	Siemens
Профильная шина DIN, длиной 530 мм	6ES7 390-1AF30-0AA0	1	Siemens
3 Операторные станции и программное обеспечение			
2.2 Промышленная станция оператора SIMATIC IPC547E в составе:		2	Siemens
Процессор Intel Core i3 3.3 ГГц, 4 GB DDR3, 1 ТБ HDD		2	Intel
Материнская плата Fujitsu D3222-B, IntelQ87		2	Fujitsu Technology Solutions
NVIDIA GeForce GTX 750, 2048MB		2	Palit
Сетевой адаптер CP 1623 A2		2	Siemens
Монитор PHILIPS 243V5LSB		2	PHILIPS
Источник бесперебойного питания IPPON Back Power PRO 600		2	Eaton
Принтер HP LaserJet Pro P1102s		1	Hewlett-Packard
Комплект беспроводной (клавиатура+мышь) LOGITECH MK220		2	LOGITECH

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.вч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.С

Лист

Наименование и техническая характеристика	Тип (заказной номер)	Количество	Фирма-изготовитель
Источник бесперебойного питания APC Smart-UPS 620		1	APC
2.3 Сетевые компоненты:			
Широкополосный маршрутизатор D-Link DIR-100/F		1	D-Link
Кабель Ethernet UTP 5		150м	
Штекер Ethernet RJ45		8	
Коммутатор SCALANCE X204, 4xRJ45 10/100Мбит/с, IP30	6GK5204-0BA00-2BA3	1	Siemens
2.4 Программное обеспечение:			
Операционная система Windows 7 Pro		2	Windows
SCADA-система WinCC V7.3 лицензия RT (вкл. 512 архивных тегов)	6AV6381-2BD07-0AX0	1	Siemens
SCADA-система WinCC V7.3 полный пакет RC (вкл. 512 архивных тегов)	6AV6381-2BN07-0AX0	1	Siemens
Пакет проектирования микропроцессорных контроллеров SIMATIC Step 7 v5.5	6ES7810-4CC10-0YA5	1	Siemens

Изм. № подл. Подп. и дата Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВР-12АТПП-НГТУ(ДПИ)-009-16-АТХ.С