

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Механико-технологический факультет
Кафедра машиностроения, автоматики и электроэнергетики

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ К.М.Виноградов
_____ 2018 г.

Модернизация системы автоматического управления микроклиматом
картофелехранилища сельскохозяйственного комплекса

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–13.03.02.2018.060.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
к.т.н., доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2018 г.

Руководитель работы,
к.т.н.,
_____ В.Д. Константинов
_____ 2018 г.

Автор работы
студент группы ДО-508
_____ А. А. Молодых
_____ 2018 г.

Нормоконтролер, доцент
_____ В.Д. Константинов
_____ 2018 г.

Челябинск 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Машиностроение, автоматика и электроэнергетика»
Направление «13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ К.М.Виноградов
_____ 201__ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студента
Молодых Артема Александровича
Группа **ДО-508**

1 Тема работы

Модернизация системы автоматического управления микроклиматом
картофелехранилища сельскохозяйственного комплекса

утверждена приказом по **университету** от _____ 201__ г. № _____

2 Срок сдачи студентом законченной работы ____ **июня** 201__ г.

3 Исходные данные к работе

3.1 Материалы преддипломной практики

3.2 Справочно-техническая литература

3.3 Инструкции к оборудованию

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация

Оглавление

Введение

1 Сравнение отечественных и передовых зарубежных программируемых контроллеров для технологических систем. Выводы.

2 Характеристика объекта. Выводы.

3 Цель и задачи проектирования. Выводы.

4 Автоматизация процесса активной вентиляции хранилища. Выводы.

5 Надежность схемы. Выводы.

6 План расположения оборудования. Электрические проводки. Выводы.

7 Разработка щита управления. Выводы.

8 Вопросы монтажа. Выводы.

9 Безопасность и экологичность. Выводы.

10 Технико экономическое обоснование проекта.

Заключение

Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

5.1 Габаритный чертеж.Картофелехранилища.	1,0 л.
5.2 Схема управления автоматизированная.	1,0 л.
5.3 Схема элетрическая принципиальная.	1,0 л.
5.4Часть силовая ,системы управления.	1,0 л.
5.5 Щит автоматики.Габаритный чертеж.	1,0л.
5.6 Схема электрическая соединений.	1,0 л.

Всего 6.0 листов

6 Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	В.Г. Некрутов		

7 Дата выдачи задания _____ 201__ г.

Руководитель, **доцент** _____ **В.Д. Константинов**
(подпись)

Задание принял к исполнению _____ **А.А. Молодых**
(подпись студента)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
Сравнение отечественных и передовых зарубежных программируемых контроллеров	15.03.18-20.03.18	
Характеристика предприятия	21.03.18-31.03.18	
Цель и задачи проектирования	01.04.18-12.04.18	
Автоматизация процесса активной вентиляции	13.04.18-20.04.18	
Надежность схемы	21.04.18-30.04.18	
План расположения оборудования Электрические проводки	01.05.18-16.05.18	
Разработка щита управления. Вопросы монтажа	17.05.18-25.05.18	
Безопасность и экологичность	26.06.18-05.06.18	
Технико экономическое обоснование	06.06.18-16.06.18	
Выполнение графической части	15.03.18-16.06.18	

Заведующий кафедрой _____ /К.М.Виноградов/

Руководитель работы _____ /В.Д. Константинов/

Студент _____ /А.А.Молодых/

АННОТАЦИЯ

Молодых.А.А. Модернизация системы автоматического управления микроклиматом картофелехранилища сельскохозяйственного комплекса.-Челябинск:
ЮУрГУ,МТ;2018.86с.,библиографический список-15 наименований,7 листов чертежей ф.А1, 5 листов,формата А2, 2 листа .

Задачей проектирования является разработка системы автоматического управления микроклиматом картофелехранилища. Необходимо разработать САУ микроклиматом, на базе новых регулирующих приборов, и следовательно более надежную. Применение приборов на основе микропроцессорной техники позволяет более точно поддерживать заданный температурный режим, а значит и увеличить сохранность продукта. В качестве регулирующих приборов, применим приборы МТ2141, для контроля температуры, и МТ2232 для контроля перепада температуры. Для уменьшения количества регулирующих приборов используем α -контроллер, работающий в режиме переключения, обеспечивающий последовательное включение приточных вентиляторов тем самым устранив их одновременное включение. Это позволит избежать одновременной работы двигателей большой мощности, и следовательно применять провода меньшего сечения, что экономически более выгодно.

13.03.02.2018.060.00.00 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Молодых			Модернизация управления микроклиматом картофелехранилища.	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Константинов					2	
Н. контр.		Константинов				ЮУрГУ (НИУ). Кафедра МАЭ		
Утверд.		Виноградов						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	9
Выводы по части один.....	11
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ	12
2.1 Краткая характеристика хозяйства.....	12
2.2 Описание картофелехранилища.....	12
2.3 Технология хранения картофеля.....	13
2.4 Технологическое оборудование картофелехранилища.....	15
2.5 Требование к системам автоматического регулирования.....	15
2.6 Определение картофелехранилища как объекта управления микроклиматом.....	16
Выводы по части два.....	19
3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	20
Выводы по части три.....	20
4 РАЗРАБОТКА САУ МИКРОКЛИМАТОМ.....	21
4.1 Автоматизация процесса активной вентиляции.....	21
4.2 Разработка САР температуры вентиляционного воздуха.....	22
4.3 Устройство защиты хранимого продукта от подмораживания.....	24
4.4 Регулирование температуры в верхней зоне.....	25
4.5 Функции САР температурного режима картофелехранилища.....	26
4.6 Выбор аппаратов и систем регулирования.....	27
4.7 Выбор аппаратуры защиты.....	27
4.8 Описание схемы управления.....	31
Выводы по части четыре.....	32
5 РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	33
Вывод по части пять.....	36
6 ПЛАН РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	37
6.1 Схема подключения электроприемников.....	37
6.2 Выбор конструктивного выполнения внутренних сетей.....	37
Выводы по части шесть.....	39
7 РАЗРАБОТКА ЩИТА.....	40
7.1 Определение элемента щита управления.....	40
7.2 Компоновка щита управления.....	40
Выводы по части семь.....	41
8 МОНТАЖ НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАЯ КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩА.....	42
Вывод по частивосемь.....	43
9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	44
9.1 Требования безопасности при монтаже оборудования.....	44
9.2 Основные требования электробезопасности при эксплуатации электрооборудования.....	45

9.3	Расчетная проверка эффективности зануления электрооборудования на отключающую способность.....	47
9.4	Пожарная безопасность.....	49
9.5	БЖД в чрезвычайных экологических ситуациях.....	50
	Выводы по части девять.....	53
10	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАТЬ.....	54
10.1	Расчет капиталовложений.....	55
10.2	Эксплуатационные затраты.....	55
10.3	Отчисления на ремонт.....	56
10.4	Затраты на электроэнергию.....	57
10.5	Чистый дисконтированный доход.....	58
10.6	Возврат капитала.....	58
	Вывод по части десять.....	59
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	60
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных продуктов питания является картофель. В системе производства картофеля особенно большие потери бывают при хранении, что вызвано рядом причин. В условиях современного сельского хозяйства при уборке картофеля с помощью машин неизбежны механические повреждения клубней. При выращивании картофеля на больших площадях часто урожай приходится убирать в ненастную погоду. В результате качество клубней резко ухудшается, а потери во время хранения увеличиваются.

Часто условия, предохраняющие от одного вида потерь, способствуют возникновению потерь другого рода. Например, эффективные способы предупреждения прорастания клубней при хранении могут ослабить их устойчивость к фитопатогенным микроорганизмам и вызвать увеличение потерь в результате инфекционных болезней. Эффективные способы защиты картофеля от инфекционных болезней могут вызвать в клубнях функциональные расстройства, внешне проявляющиеся чаще всего в побурении тканей.

В клубнях картофеля на протяжении всего периода хранения продолжают сложные биохимические процессы. В силу этого во время хранения меняется химический состав клубней и возникают различного рода функциональные расстройства. Вместе с тем только благодаря тому, что клубни и после отделения от материнского растения остаются живыми, они обладают определенной устойчивостью к возбудителям болезней. Свежий картофель может быть сохранен лишь при взаимодействии с внешней средой, что достигается в первую очередь путем поддержания определенного режима температуры, влажности, аэрации, газового состава в картофелехранилище.

Для успешного хранения картофеля необходима эффективная защита клубней от увядания, поэтому в хранилищах приходится поддерживать достаточно высокую относительную влажность воздуха (85-90%). В тоже время желательно, чтобы поверхность клубней была сухой: на ней не должны образовываться капельки влаги, благоприятной для прорастания спор и развития паразитарных микроорганизмов. Эффективное средство для предупреждения образования капель воды - хранение в условиях активного вентилирования.

Именно поэтому успешно решить поставленную задачу сокращения потерь можно не с помощью какого-то одного способа, каким бы эффективным он не был, а системой организованных и технических мероприятий, направленных одновременно против всех видов потерь.

Хранение урожая картофеля не только завершающий этап сельскохозяйственного производства, но и его начало. От условий хранения семенного картофеля в значительной мере зависит величина и качество будущего урожая. условия же хранения семенного картофеля отличается от условий хранения клубней, предназначенных для продовольственных целей. Это следует иметь в

виду при выборе, например, температурного режима хранения или средств защиты от преждевременного прорастания клубней во время хранения.

Потребность сельского хозяйства в типовых картофелехранилищах недостаточно удовлетворено. Из-за неправильных режимов хранения хозяйства несут огромные потери. Для визуального контроля сохранности продукции ее закладывают слоем небольшой толщины и оставляют места для прохода обслуживающего персонала.

Вследствие этого при хранении картофеля и овощей в неавтоматизированных хранилищах полезный объем сооружений составляет 30 ...40% общего объема, а порча продукции доходит до 30% и более.

Повышение сохранности картофеля приводит к увеличению круглогодичного обеспечения горожан свежим картофелем. При успешном решении вопросов хранения важная роль принадлежит автоматизации процесса поддержания микроклимата в картофелехранилище, так как только автоматика способна обеспечить соответствие условиям, требуемым для хранения.

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Программируемый логический контроллер - (ПЛК) используется практически во всех сферах человеческой деятельности: для автоматизации технологических процессов, в системах противоаварийной защиты и сигнализации, в станках с ЧПУ, для управления дорожным движением, в системах жизнеобеспечения зданий, для сбора и архивирования данных, в системах охраны, в медицинском оборудовании, для управления роботами, в системах связи, при постановке физического эксперимента, для управления космическими кораблями, для автоматизации

испытаний продукции и т. д. На фоне непрекращающейся конкурентной борьбы, на рынке автоматизации между отечественными и западными производителями все большую активность проявляют компании из юго-восточной Азии. Однако российским компаниям не стоит отчаиваться, опросы показывают, что многие потребители недовольны недостаточным, по их мнению, уровнем сервиса и, при достижении определенного уровня стабильности на этом рынке наряду с решением других организационных и сервисных проблем, симпатии потребителей будут на стороне отечественного производителя. В настоящее время на Российском рынке преобладают контроллеры иностранных фирм: Siemens, Mitsubishi, ABB, Schneider Electric, GE Fanuc, однако с течением времени увеличивается доля рынка, занятая отечественной продукцией Российских фирм (НИЛ АП, Текон, Фаствел, ДЭП, Овен, Элемер, Эмикон и др.), что соответствует общемировой тенденции, когда в большинстве стран отечественные фирмы занимают большую долю рынка, чем иностранные. Это объясняется следующими факторами: использованием западных технологических линий и материалов, и более высоким уровнем подготовки Российских специалистов; квалифицированной технической поддержкой, русскоязычной документацией; сроками поставки и территориальной близостью производителя к потребителю; соответствием отечественных разработок Российским стандартам; лучшим знанием Российского рынка отечественными производителями.

Несмотря на огромное разнообразие контроллеров, в их развитии заметны следующие общие тенденции: уменьшение габаритов; расширение функциональных возможностей; увеличение количества поддерживаемых интерфейсов и сетей; использование идеологии «открытых систем»; использование языков программирования стандарта МЭК 61131-3; снижение цены.

Основным показателем ПЛК является количество каналов ввода-вывода. По этому признаку ПЛК делятся на следующие группы: нано-ПЛК (менее 16 каналов); микро-ПЛК (более 16, до 100 каналов); средние (более 100, до 500 каналов); большие (более 500 каналов). По расположению модулей ввода-вывода ПЛК бывают: моноблочными, модульные, распределенные. Сравнение микроконтроллеров и выбор наиболее оптимального.

а) кроме того, предусмотрено расширение за счет различных модулей SIEMENS S7-300, SIEMENS S7-400 ПЛК фирмы Omron. ПЛК могут быть блочного и модульного типа. По техническим возможностям, которые определяют уровень решаемых задач ПЛК фирмы OMRON делятся на четыре класса:

1. микро (Micro);
2. малые (Small);
3. средние (Medium);
4. большие (Large):

Программируемое реле серии ZEN производства OMRON позволяет из ограниченного набора встроенных функциональных блоков построить систему автоматизации достаточно сложных объектов.

ПЛК фирмы Mitsubishi. ПЛК Mitsubishi Electric отличаются исключительно высоким качеством, вариативностью и гибкостью решений, широким спектром возможностей применения и высоким быстродействием. Выпускается в следующих моделях: ПЛК серии FX2N, Серия MELSECFX2N, ПЛК серии FX3G, ПЛК серии FX3U, ПЛК серии FX3UC, Mitsubishi Electric AL2-10MR.

ПЛК фирмы РК 5100. Контроллер РК5100 предназначен для управления промышленным оборудованием и технологическими процессами. Контроллер РК5100 состоит из одного основного блока, или одного основного и одного, двух или трех блоков расширения.

б) обзор ПЛК фирмы Oven. Программируемые логические контроллеры ОВЕН ПЛК.

Промышленные контроллеры ОВЕН ПЛК - это высокие программная надежность и производительность, большой объем внутренней памяти. Выпускается в следующих моделях: ОВЕН ПЛК100, ОВЕН ПЛК 150, ОВЕН ПЛК154, ОВЕН ПЛК110/160, ОВЕН ПЛК63/73, ПЛК 304/308.

Обзор ПЛК фирмы Delta Electronics. Программируемые логические контроллеры серии DVP производства Delta Electronics являются идеальным средством для построения высокоэффективных систем автоматического управления при минимальных затратах на приобретение оборудования и разработку систем

Таблица 1.1 - Сравнительная характеристика производителей контроллеров

Наименование	Частота (быстродействие)	Объём памяти	Число входов и выходов	Стоимость	Производитель
Siemens	до 25 МГц	до 2-х Мбайт	24 входа и 16 выходов	26 349 руб.	Германия
Omron	До 100 МГц	до 48 Мбайт	24 входа и 20 выходов	33 028 руб.	Япония
Mitsubishi	До 20 МГц	1 Гбайт	До 64 Вх / Вых	24 592 руб.	Япония
РК-5100	До 50 МГц	8196 Мбайт	До 2048	18 371 руб.	Украина
Oven	100-150 МГц	до 8 Мбайт	До 8 входов и 16 выходов	30 210 руб.	Россия
Delta Electronisc	133-200 МГц	128 Мбайт	12 входов / выходов с расширением до	15 750 руб.	Россия

			256		
--	--	--	-----	--	--

В настоящее время существует большое число фирм производителей ПЛК, для разных сфер деятельности, как зарубежных, так и отечественных. В свою очередь отечественные микроконтроллеры ничуть ни уступают, а в чем-то даже выигрывают зарубежные аналоги. Рекомендовано было принять решение сделать акцент на отечественного производителя, так как они имеют высокие характеристики, при относительно не большой стоимости. Это сократит расходы на поставку оборудования, освоение ПО и затраты на разработку и внедрение проектов с их использованием.

Вывод по части один

Отечественные контроллеры ничуть не уступают зарубежным аналогам. Главное отличие это цена.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

2.1 Краткая характеристика хозяйства

ООО «Агрофирма Магнезит» находится в г. Сатка Челябинской области. Основной вид деятельности является выращиванием картофеля, столовых корнеплодных и клубнеплодных культур с высоким содержанием крахмала и инулина.

Электротехническая служба хозяйства имеет следующий состав: энергетик, инженер-электрик, два техника-электрика и бригада электромонтеров из 9 человек. Штат электротехнической службы является недоукомплектованным. Климатические условия характеризуются следующими данными:

- параметры наружного воздуха
- абсолютно минимальная температура -36 °С;
- абсолютно максимальная температура +41 °С;
- температура наиболее холодных суток - 26 °С;
- средняя температура холодного периода -12 °С;
- средняя температура теплого периода +25,4 °С;
- продолжительность отопительного периода 203 суток;
- продолжительность теплого периода 230 суток.

Распределение осадков в течении вегетационного периода неравномерно.

Среднегодовое количество осадков составляет 486мм. Большее количество их выпадает с апреля по октябрь (423)мм с максимумом в июле (91)мм, две трети - в виде дождя и одна треть - в виде снега. Минимальное количество осадков выпадает в феврале - марте месяцах (25-26)мм. Продолжительность вегетационного периода с температурой выше 10 °С - 140 - 150 дней. Начало заморозков приходится на сентябрь и октябрь месяцы, конец - на апрель - май. Устойчивый снежный покров устанавливается 11-16 декабря, максимальная глубина промерзания почвы 70-86см.

2.2 Описание картофелехранилища

Картофелехранилище в ООО «Агрофирма Магnezит», вместимостью на 2000 тонн, предназначенное для хранения картофеля в период с осени по весну. Хранилище внутри поделено на отсеки, в которых и хранятся корнеклубнеплоды. В отсеках, в полу встроены вентиляционные каналы, через которые подаётся циркуляционный воздух в насыпь хранимого продукта. Воздух в каналы подаётся через воздухопроводы, идущие от приточных вентиляторов.

В верхней части хранилища установлены тепловые блоки, предназначенные для подогрева верхней зоны. В картофелехранилище имеются два сквозных проезда, предназначенных для его заполнения, четыре тамбура, две электрощитовые и шесть вент камер. Для регулирования температуры циркуляционного воздуха применяют воздушные клапаны. Процесс хранения

сопровождается постоянным вентилированием клубней. С помощью терморегуляторов, датчики которых установлены в воздухопроводах, контролируют температуру подаваемого воздуха.

2.3 Технология хранения картофеля

В условиях современного сельского хозяйства при уборке картофеля с помощью машин неизбежны механические повреждения клубней. В системе производства картофеля особенно большие потери бывают при хранении, что вызвано рядом причин. При выращивании картофеля на больших площадях часто урожай приходится убирать в ненастную погоду. В результате качество клубней сильно ухудшается, а потери во время хранения увеличиваются.

Часто условия, предохраняющие от одного вида потерь, способствуют возникновению потерь другого рода. Например, эффективные способы предупреждения прорастания клубней при хранении могут ослабить их устойчивость к фитопатогенным микроорганизмам и вызвать увеличение потерь в результате инфекционных болезней. Эффективные способы защиты картофеля от инфекционных болезней могут одновременно вызвать в клубнях функциональные расстройства, внешне проявляющиеся чаще всего в побурении тканей.

Хранение урожая картофеля не только завершающий этап сельскохозяйственного производства, но и его начала. От условий хранения семенного картофеля в значительной мере зависит величина качества будущего урожая. Условия же хранения семенного картофеля отличаются от условий хранения клубней, предназначенных для продовольственных целей. Это следует иметь в виду при выборе, например, температурного режима хранения или средств защиты от преждевременного прорастания клубней во время хранения. Поэтому успешно решить поставленную задачу сокращения потерь можно не с помощью какого-то

одного способа, каким бы эффективным он ни был, системой организационных и технических мероприятий, направленных одновременно против всех видов потерь.

Испарение воды тканями клубней — основная причина уменьшения их массы при хранении. В среднем $\frac{2}{3}$ убыли массы картофеля при хранении происходит в результате испарения воды и $\frac{1}{3}$ — в результате расходования органических веществ на дыхание. Это положение справедливо, если хранить картофель при температуре до 5°C . При более высокой температуре усиливается процесс дыхания, и сильно возрастают потери массы в результате расхода органических веществ. Так, потери массы клубней при температуре 0°C в результате испарения воды в 3 раза больше, чем в результате дыхания, а при 13°C в 1,3 раза больше.

Органических веществ в клубнях, в процессе хранения, расходуется значительно меньше, по сравнению с испаряемой водой, поэтому к концу хранения доля сухих веществ в них чаще всего возрастает. Но подобное возрастание является относительным, что следует учитывать при изучении динамики органических веществ, в хранящихся клубнях. Содержание зольных веществ практически не изменяется.

Для успешного хранения картофеля необходима эффективная защита клубней от увядания, поэтому в хранилищах приходится поддерживать достаточно высокую относительную влажность воздуха ($85\text{—}90\%$). В то же время желательно, чтобы поверхность клубней была сухой, на ней не должны образовываться капельки влаги, благоприятной для прорастания спор и развития паразитарных микроорганизмов. Эффективное средство для предупреждения образования капель воды — хранение в условиях активного вентилирования.

Время хранения подразделяется на три основных периода:

в первый лечебный период необходимо создать условия для наиболее быстрого заживления механических повреждений клубней, неизбежных при механизированной уборке и транспортировке, а также для просушки картофеля, если он загружен мокрым. Для удаления с поверхности капельножидкой влаги и продуктов обмена в насыпь подается воздух.

При поступлении влажного картофеля в хранилище его необходимо непрерывно вентилировать до осушки наружным воздухом, а затем периодически (4-6 раз в сутки) вентилировать рециркуляционным воздухом по 15-30 минут с интервалом 4-6 час.

Температура вентиляционного воздуха в этот период не регулируется и находится в пределах $12\text{--}18^{\circ}\text{C}$, относительная влажность $90\text{--}95\%$. Продолжительность лечебного периода 10-14 суток. Скорость омывающего клубни воздушного потока в насыпи продукта не ниже 0.1 м/сек .

Во второй период, период охлаждения, температуру картофеля снижают до оптимального для хранения значения. Вентилирование в это время необходимо только при условии, что наружная температура на $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ ниже температуры массы картофеля.

Интенсивность вентилирования должна обеспечить снижение температуры до $2\text{--}4^{\circ}\text{C}$ в течении 20-40 суток. Температура вентиляционного воздуха, поступающего в массу продукции, должна быть возможно низкой, но не ниже 1°C .

В третий период, период хранения, при помощи активной вентиляции нужно поддерживать в хранилище и массе картофеля оптимальную для хранения температуру в пределах $2\text{--}4^{\circ}\text{C}$. Продолжительность работы вентиляции в это время должна быть минимальной, вентиляция включается при достижении картофелем температуры 4°C

и снижает температуру до 2°C , после чего отключается. При нормальной температуре систему вентиляции необходимо включать 4-6 раз в сутки на 15-30 минут для предупреждения повышения температуры и влажности. Не следует допускать переохлаждения верхних слоев картофеля и конденсации на них влаги. Температура вентиляционного воздуха должна быть не ниже 1°C . Перед выходом клубней из состояния покоя весной температуры в массе

необходимо снизить на $1-2^{\circ}\text{C}$ по сравнению с оптимальной, т.е. до $1-2^{\circ}\text{C}$. Вентилирование в этот период проводится, как в период охлаждения, в наиболее холодное время суток, что задерживает прорастание картофеля и удлиняет срок хранения на 2-3 недели.

2.4 Технологическое оборудование картофелехранилища

Технологическое оборудование хранилища состоит из: вентиляторов, калориферов, заслонок с исполнительными механизмами, датчиков, и щитов управления.

Для перемещения циркуляционного воздуха установлены центробежные вентиляторы В-Ц14-46 №6 положение правое 270° . Вентиляторы Ц 10-28 № 3,2 оснащены электродвигателями АИР112М2 ($n = 3000 \text{ об}^{-1}$; $N = 7,5 \text{ кВт}$; $\eta = 87,5 \%$; $\cos\varphi = 0,88$; $k_i = 7,5$).

Для вентиляции верхнего слоя продукта установлены вентиляторы В-2,3-130 №8 оснащенные электродвигателями АИР71А2 ($n = 3000 \text{ об}^{-1}$; $N = 0,75 \text{ кВт}$; $\eta = 78,9 \%$; $\cos\varphi = 0,83$; $k_i = 6$).

Для обогрева воздуха в воздуховодах и в верхнем слое применены калориферы типа СФО— 10,4 $N = 9,6 \text{ кВт}$

В качестве исполнительного механизма управления клапаном КПШ-АВМ, применяется однооборотный МЭО-63/250.

В качестве привода здесь использован однофазный реверсивный конденсаторный электродвигатель на переменное напряжение 220В и частоту 50 Гц.

С учетом необходимой малой инерционности и рабочего интервала температур для измерения температуры, выбираем датчик температуры 50М (пределы измерений – $19^{\circ}\text{C} \dots +99^{\circ}\text{C}$).

2.5 Требования к системам автоматического регулирования

Система автоматического регулирования должна обеспечивать условия хранения картофеля, при которых максимально сокращаются потери, и сохраняется качество продукции, создавать оптимальный для данной культуры температурный режим в помещениях для хранения, и в массе продукции.

Обеспечить активную вентиляцию с целью: осушки поверхности корнеплодов от капельножидкой влаги, наличие которой ведет к развитию микроорганизмов; удаление из насыпи продуктов жизнедеятельности; эффективное охлаждение до оптимальной температуры и поддержания этой температуры в процессе хранения; обеспечение равномерного температурного поля по высоте насыпи.

Так же система автоматического регулирования должна поддерживать весь процесс хранения картофеля, разделяющийся на три периода:

Первый (подготовительный) – продукцию доводить до стойкого для хранения состояния;

Второй (охлаждение) – охлаждать до оптимальной для хранения температуры.

Третий (хранение) – поддерживать на оптимальных уровнях температуру продукции и относительную влажность.

2.6 Определение картофелехранилища как объекта управления микроклиматом

Повышается температура массы продукта за 1 час самосогревания без отвода теплоты (для корнеклубнеплодов $K_c = 0.14$). Насыпь хранимого продукта обладает большой тепловой инерционностью.

Процесс управления вентиляционным оборудованием состоит в следующем. Если продукт не вентилируется, его температура увеличивается из-за собственных тепловыделений и недостаточного теплообмена с окружающей средой. Передаточная функция массы продукта при самосогревании без отвода теплоты

$$W_{(p)} = K_c / p, \quad (2.1)$$

где K_c – коэффициент усиления, показывающий, на сколько градусов

При достижении максимально допустимой для данного продукта в период хранения температуры θ , определяют агротехническими требованиями (например, для продовольственного картофеля $\theta = 4^\circ\text{C}$), вентилятор должен включаться, и подавать в массу воздух с температурой $\theta_{кр.}$, которая меньше минимально допустимой температуры хранения продукта (для картофеля

$\theta_{кр.} = +1^\circ\text{C}$). При этом интенсивность теплообмена массы с окружающей средой значительно возрастает, и температура ее снижается, приближаясь к температуре охлаждающего вентиляционного воздуха. Вентилирование должно прекращаться при понижении температуры в массе

до значения, определяемой агротехническими требованиями (для продовольственного картофеля в период хранения $\theta = 2^\circ\text{C}$).

Температура на поверхности продукта определяется не только интенсивностью отвода теплоты с поверхности, но и ее отводом из внутреннего пространства клубня, которое образуется в результате биохимических процессов внутри продукта.

$$cV(1 - \mu)d\theta / dt = q - q_H - \alpha V(\theta - \theta_B), \quad (2.2)$$

где c – объемная теплоемкость клубней, Дж/(м³·°C); V – объем слоя хранимой продукции, м³; $\mu = (V - V_0)/V$ – скважность слоя хранимой продукции, равная для картофеля 0.38...0.45; V_0 – объем клубней, м³; θ – температура клубней, °C; t – время, с; q – количество теплоты, выделяемое в объеме V продукции в одну секунду, Дж/с; $q_H = \omega \cdot t$ – количество теплоты, затраченное на испарение влаги ω

(кг/с) с теплосодержанием водяного пара ι (Дж/кг), Дж/с; α – объемный коэффициент теплообмена, Дж/(м³·с·°С); θ_b – температура воздуха в межклубневом пространстве, °С.

Преобразуя уравнение (2.2), получим

$$[c(1 - \mu) - (q/V) \cdot (dt/d\theta) + (q_n/V) \cdot (dt/d\theta)] \cdot V d\theta/dt = \alpha V (\theta - \theta_b), \quad (2.3)$$

так как в скобках левой части уравнения (2.3) все слагаемые имеют размерность объемной теплоемкости [Дж/(м³·°С)], то уравнение (2.3) можно записать так:

$$C_p \cdot d\theta/dt = -\alpha(\theta - \theta_b), \quad (2.4)$$

где c_p – объемная расчетная теплоемкость слоя картофеля.

Уравнение теплового баланса для воздуха, проходящего через слой клубней толщиной h , можно записать в частных производных

$$c_a \cdot \mu \cdot \partial \theta_a / dt = \alpha(\theta - \theta_a) - c_a \cdot g \cdot \partial \theta_a / \partial h, \quad (2.5)$$

где c_a – объемная теплоемкость воздуха, Дж/(м³·°С); g – скорость воздуха, равная количеству воздуха (м³), проходящего через поперечное сечение слоя продукции (м³) за 1с, м/с.

Из уравнений (2.3) и (2.5) видно, что интенсивность изменения температуры в массе продукции зависит от скоростей прохождения приточного воздуха, толщиной слоя h насыпи клубней, скважности слоя μ , а также от начальных значений температур клубней θ и воздуха θ_b .

Опыт показывает, что температура подаваемого воздуха и насыпи клубней неодинакова по высоте слоя. Быстро охлаждаются слои клубней на входе воздуха и в 4...5 раз медленнее на выходе четырехметрового слоя насыпи картофеля. Наиболее высокая температура массы хранимого продукта наблюдается на глубине 0.4...0.6 м от поверхности насыпи. Теплофизические свойства насыпи зависят от ее температуры и вида продукции.

Из-за перечисленных особенностей трудно точно определить результат совместного решения уравнения (2.4) и (2.5). Передаточную функцию массы хранимого продукта можно определить также экспериментально по кривым разгона.

Установлено, что при подаче воздуха $L=50\text{м}^3$ в 1ч на тонну насыпи клубней передаточную функцию можно выразить так:

$$W_{(p)} = \frac{k}{(T_p + 1)}, \quad (2.6)$$

а при $L \geq 50 \text{ м}^3/(\text{т} \cdot \text{ч})$:

$$W_{(p)} = \frac{k}{(T_{2p}^2 + T_{1p} + 1)}, \quad (2.7)$$

Преобразуя уравнение (2.2), получим

$$[c(1 - \mu) - (q/V) \cdot (dt/d\theta) + (q_n/V) \cdot (dt/d\theta)] \cdot V d\theta/dt = \alpha V (\theta - \theta_B), \quad (2.3)$$

так как в скобках левой части уравнения (2.3) все слагаемые имеют размерность объемной теплоемкости [Дж/(м³·°С)], то уравнение (2.3) можно записать так:

$$c_p \cdot d\theta/dt = -\alpha(\theta - \theta_B), \quad (2.4)$$

где c_p – объемная расчетная теплоемкость слоя картофеля.

Уравнение теплового баланса для воздуха, проходящего через слой клубней толщиной h , можно записать в частных производных

$$c_a \cdot \mu \cdot \partial \theta_a / dt = \alpha(\theta - \theta_a) - c_a \cdot g \cdot \partial \theta_a / \partial h, \quad (2.5)$$

где c_a – объемная теплоемкость воздуха, Дж/(м³·°С); g – скорость воздуха, равная количеству воздуха (м³), проходящего через поперечное сечение слоя продукции (м³) за 1с, м/с.

Из уравнений (2.3) и (2.5) видно, что интенсивность изменения температуры в массе продукции зависит от скоростей прохождения приточного воздуха, толщиной слоя h насыпи клубней, скважности слоя μ , а также от начальных значений температур клубней θ и воздуха θ_B .

Опыт показывает, что температура подаваемого воздуха и насыпи клубней неодинакова по высоте слоя. Быстро охлаждаются слои клубней на входе воздуха и в 4...5 раз медленнее на выходе четырехметрового слоя насыпи картофеля. Наиболее высокая температура массы хранимого продукта наблюдается на глубине 0.4...0.6 м от поверхности насыпи. Теплофизические свойства насыпи зависят от ее температуры и вида продукции.

Из-за перечисленных особенностей трудно точно определить результат совместного решения уравнения (2.4) и (2.5). Передаточную функцию массы хранимого продукта можно определить также экспериментально по кривым разгона.

Установлено, что при подаче воздуха $L=50\text{ м}^3$ в 1ч на тонну насыпи клубней передаточную функцию можно выразить так:

$$W_{(p)} = \frac{k}{(T_p + 1)}, \quad (2.6)$$

а при $L \geq 50 \text{ м}^3/(\text{т}\cdot\text{ч})$:

$$W_{(p)} = \frac{k}{(T_{2p}^2 + T_{1p} + 1)}, \quad (2.7)$$

С расчетом подачи воздуха от 50 до 250 м³/(т·ч) значение коэффициента усиления k снижается от 0.03 до 0.008.

Коэффициент усиления k показывает, на сколько градусов снижается температура насыпи клубней за 1ч при подаче 1м³ воздуха на 1т клубней. Постоянная времени зависит также от подачи воздуха:

при $L \leq 50 \text{ м}^3/(\text{т}\cdot\text{ч})$ $T = 7 \dots 8 \text{ ч}$;

при $L \geq 50 \dots 250 \text{ м}^3/(\text{т}\cdot\text{ч})$ $T_1 = 8 \dots 6 \text{ ч}$, $T_2 = 2 \dots 1.6 \text{ ч}$.

В лечебный период с целью быстрого заживления механических повреждений в течение 10...15 дней картофель вентилируют рециркуляционным воздухом 4...6 раз в сутки по 30 минут.

В период охлаждения, который длится 10...40 дней, активное вентилирование обеспечивается наружным воздухом или его смесью с внутренним воздухом в те периоды суток, когда температура наружного воздуха не менее чем на 2...3 градуса меньше температуры хранимого продукта.

Кратность включения вентилятора определяется в зависимости от величины подачи воздуха L в час на тонну насыпи клубней и динамики самосогревания клубней хранимого продукта.

Период хранения начинается, когда температура картофеля в насыпи достигает 3...4 °С. Периодичность вентилирования остается такой же что и в лечебный период.

Вывод по части два

Система автоматического регулирования, должна поддерживать весь процесс хранения картофеля, при помощи вентиляторов, калориферов и систем автоматики.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Задачей проектирования является разработка системы автоматического управления микроклиматом картофелехранилища учебного полигона. Существующий на данный момент, автоматический процесс управления микроклиматом в картофелехранилище находится в неисправном состоянии, и процесс управления происходит вручную.

Действующая до этого автоматическая система управления состояла из шести щитов автоматики, содержащих 30 регулирующих приборов, из них: 5

регулирующих приборов сравнения, 5 приборов установленных в верхней зоне, 6 приборов в массе продукта, 6 программных реле времени 2РВМ.

Применение такого количества регулирующих приборов, а следовательно и щитов автоматики усложняет их эксплуатацию, требует больших затрат на обслуживание и в целом уменьшает надежность системы.

Необходимо разработать САУ микроклиматом, на базе новых регулирующих приборов, и следовательно более надежную. Применение приборов на основе микропроцессорной техники позволяет более точно поддерживать заданный температурный режим, а значит и увеличить сохранность продукта.

В качестве регулирующих приборов, применим приборы МТ2141, для контроля температуры, и МТ2232 для контроля перепада температуры. Для уменьшения количества регулирующих приборов используем α -контроллер, работающий в режиме переключения, обеспечивающий последовательное включение приточных вентиляторов тем самым устранив их одновременное включение. Это позволит избежать одновременной работы двигателей большой мощности, и следовательно применять провода меньшего сечения, что экономически более выгодно.

Вывод по части три

Уменьшение потребления электроэнергии, надежность и долговечность ,а также улучшение качества продукта- поддержание более стабильных параметров температуры и влажности.

4 РАЗРАБОТКА САУ МИКРОКЛИМАТОМ

4.1 Автоматизация процесса активной вентиляции хранилищ

В последние годы, для управления температурным режимом в массе хранимого картофеля и в помещениях, для их хранения широкое распространение получила активная вентиляция. Под активной вентиляцией понимается, принудительная подача воздуха заданной температуры непосредственно в массу хранимого продукта (Рис.4.1).

Для автоматизации процесса активной вентиляции в хранилищах заменяют ручное управление оборудованием на автоматическое, позволяющее полностью использовать возможности активного вентилирования и значительно снизить потерю продукта при хранении.

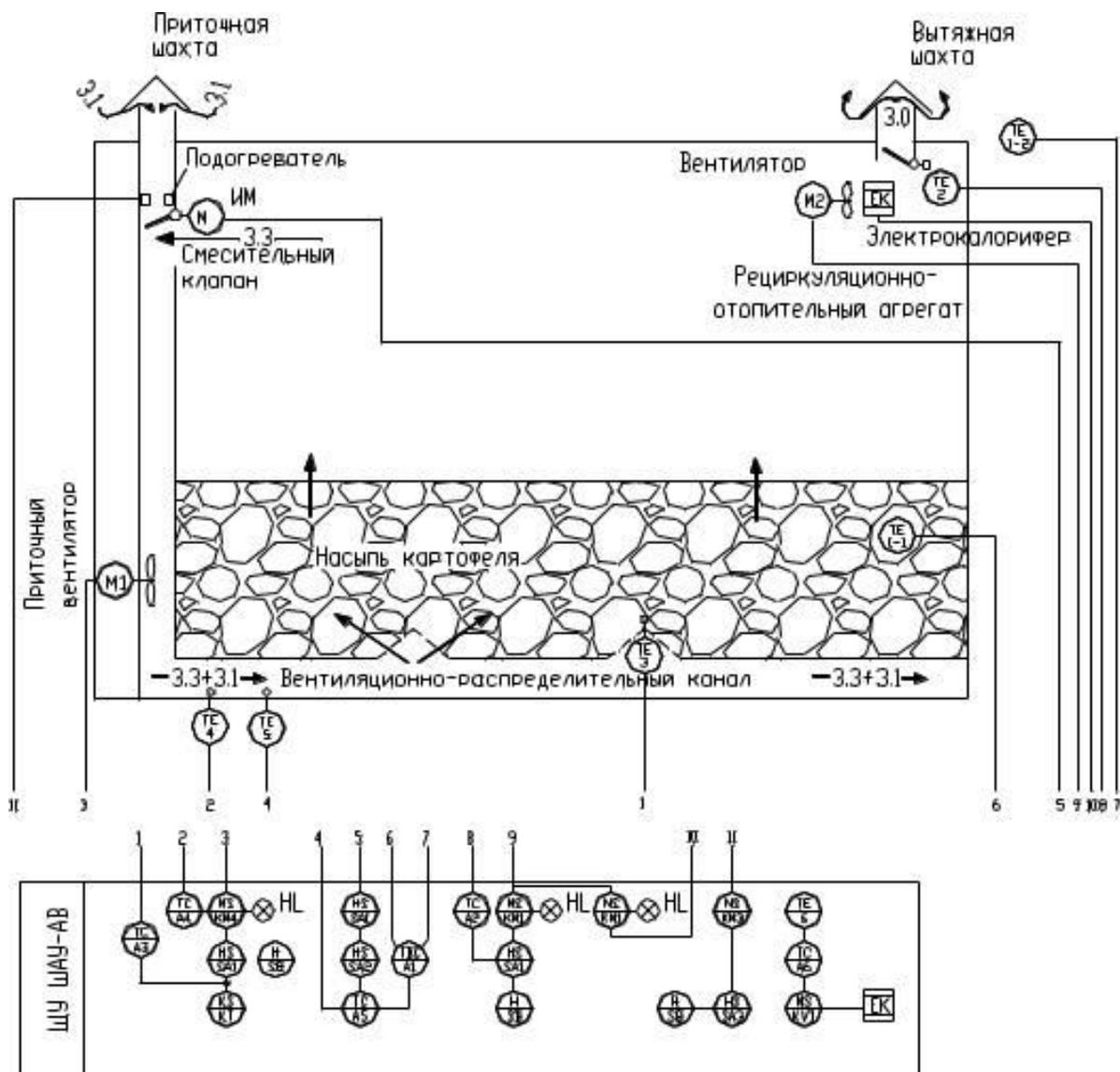


Рисунок 4.1- Структура системы активной вентиляции хранилищ схема автоматизации

Автоматизация процессом заключается в включении-выключении вентилятора в соответствии с изменением температуры.

4.2 Разработка САР температуры вентиляционного воздуха

Наиболее напряженным временем работы вентиляции является осень, т.е. период охлаждения, когда продукция должна охладиться до температуры хранения в зависимости от ее вида. Температура вентиляционного воздуха, поступающего в массу продукта, должна быть ниже температуры последней, но не ниже криоскопической (криоскопическая температура-температура начала замерзания картофеля и овощей; для большинства видов продукции она равна -1°C).

При отрицательных наружных температурах вентилирование ведут наружного и рециркуляционного (внутреннего) воздуха.

Для получения смеси наружного и внутреннего воздуха с заданной температурой в хранилищах с активной вентиляцией применяются смесительные камеры, оборудованные одностворчатыми или жалюзийными поворотными клапанами с электрическими исполнительными механизмами (рисунок 4.2, а).

В качестве исполнительных механизмов регулирующих органов в системах вентиляции хранилищ применяются ИМ-2/120 и МЭО-63/250, время одного оборота выходного вала которых 100-250 секунд.

Смесительную камеру с регулируемым клапаном, как объект управления можно описать уравнением теплового баланса в приращениях:

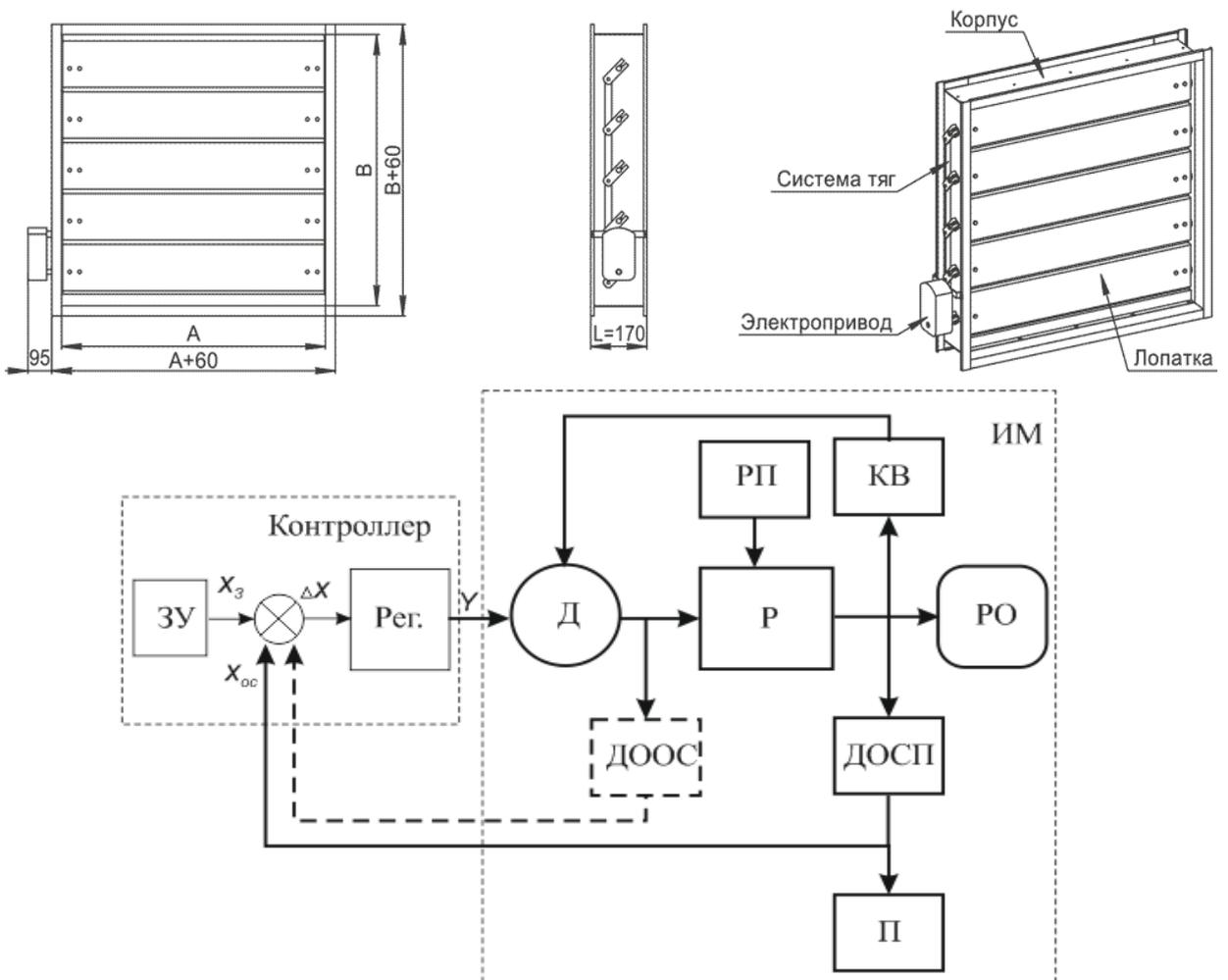
$$c\theta_n \cdot \Delta G_n + c\theta_p \cdot \Delta G_p = c \cdot \Delta \theta_n \cdot G, \quad (4.1)$$

где θ_n и θ_p - значения температур наружного и рециркуляционного
 $\Delta G_n = -\Delta G_p$ - приращение смешиваемых количеств наружного и рециркуляционного, кг/с;

$\Delta \theta_n$ - приращение температуры (град) для удельного расхода приточного воздуха G , кг/с.

С учетом указанных соотношений уравнение (4.1) можно представить в виде

$$\left[\frac{\theta_n - \theta_p}{G} \right] \cdot \Delta G_n = \Delta \theta_n, \quad (4.2)$$



ИМ – исполнительный механизм; Д – двигатель; Р – редуктор; РО – рабочий орган; РП – ручной привод; КВ – концевые выключатели; ДОСП – датчик обратной связи по положению; ДООС – датчик обратной связи по скорости; П – прибор визуального наблюдения; ЗУ – задающее устройство.

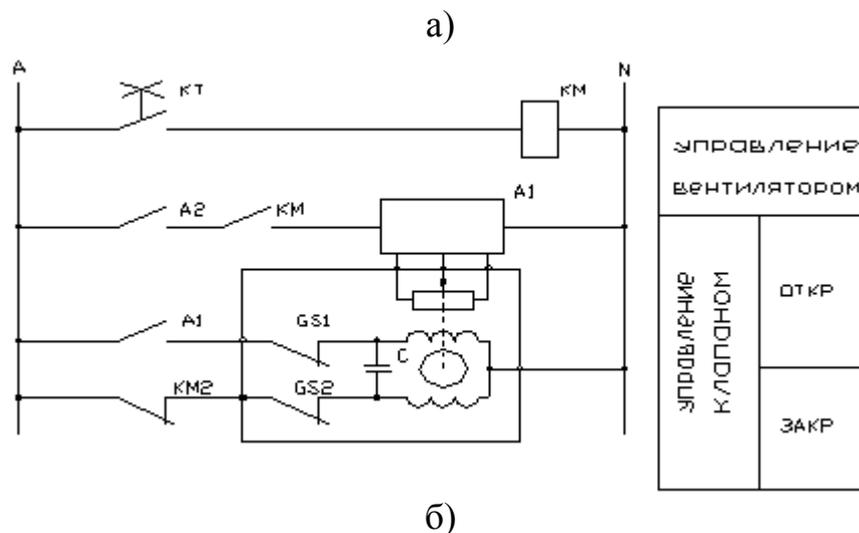


Рисунок 4.2 - Структура системы регулирования температуры вентиляционного воздуха: а) схема автоматизации; б) принципиальная схема управления поворотным клапаном
Откуда определяется значение передаточной функции усилительного звена

$$W_{(p)} = \frac{\Delta \theta_n}{\Delta G_n} = \frac{\theta_n - \theta_p}{G} = k, \quad (4.3)$$

Смесительная камера представляет собой безынерционное звено. Постоянная времени регулирующего органа значительно превышает инерционность датчика температуры ТЕ1 и в системе управления поворотным клапаном могут быть использованы регулирующие приборы А1 непрерывного регулирования с любым законом регулирования, включая простейший, пропорциональный закон.

Открытие клапана производится контактом А1 регулирующего прибора А1, тем самым происходит снижение температуры воздуха в смесительной камере до установленного значения после чего контакт размыкается. Закрывается клапан автоматически после отключения привода вентилятора.

Сигнал на разрешение открытия клапана подается дифференциальным терморегулятором А2 один из датчиков которого ТЕ3 установлен снаружи хранилища, а второй ТЕ2 внутри. При перепаде температур $(\theta_{\text{вн}} - \theta_{\text{нар}}) > 2-3$ °С происходит открытие клапана.

Датчик ТЕ1 терморегулятора А1 установлен после вентилятора в магистральном канале на расстоянии 2-3 м от него.

В качестве регулирующего прибора может быть использован трехпозиционный терморегулятор. Верхнее значение уставки "норма" должна соответствовать температуре хранения продукта, нижняя уставка минимально допустимому значению температуры хранения продукта. При этом должно быть выполнено следующее условие:

$$3T_{\text{д}} < t_{\text{н}}, \quad (4.4)$$

где $T_{\text{д}}$ – постоянная времени датчика температуры регулирующего устройства;

$t_{\text{н}}$ – время снижения температуры воздуха после открытия смесительного клапана на величину Δt – "норма". Если это неравенство не выдерживается, то необходимо уменьшить скорость открытия клапана.

4.3 Устройство защиты хранимого продукта от подмораживания

В качестве регулятора для аварийной защиты от подмораживания хранимого продукта может быть использован датчик температуры SK, который устанавливается в магистральном канале после приточного вентилятора.

При снижении температуры воздуха в магистральном канале ниже допустимой, срабатывает датчик SK и привод приточного вентилятора отключается. При подогреве продукта происходит включение привода.

4.4 Регулирование температуры в верхней зоне

Температура воздуха над массой хранимого продукта оказывает большое влияние на сохранность верхнего слоя продукта, особенно когда в условиях активного вентилирования емкость хранилища используется полностью и между насыпью продукта и перекрытием остается воздушная прослойка высотой 0,8 – 1,5 м.

При низких наружных температурах перекрытие переохлаждается, температура воздуха и верхних слоев продуктов снижается и на них выпадает конденсат. Увлажнение верхнего слоя продукции ведет к повышенным ее потерям.

Для предупреждения выпадения конденсата необходимо поддерживать температуру воздуха между перекрытием и продуктом на 1–2 °С выше температуры массы продукта и обеспечить циркуляцию воздуха.

Проведение исследования и опытная эксплуатация доказали, что эту задачу наиболее успешно осуществляют при помощи рециркуляционно - отопительных агрегатов, состоящих из электрокалорифера и осевого вентилятора, обеспечивающих подогрев воздуха при его прохождении через агрегат на 2 – 4 °С.

Передаточную функцию верхней зоны овощехранилища можно определить из дифференциального уравнения теплового баланса

$$c \cdot G \cdot d\theta/dt = q - \alpha \cdot F(\theta_p - \theta_0) - c \cdot G_B(\theta_B - \theta_0), \quad (4.5)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°С)

G и θ – масса и температура воздуха в верхней зоне, соответственно кг и °С;

q – Тепловыделения от продукции, Дж/с;

α – коэффициент теплоотдачи от воздуха к ограждениям, Дж/(м²·с·°С);

F – площадь поверхности ограждений, м²;

θ – температура ограждений, °С;

θ_B и G_B – температура и удельный расход воздуха на входе в верхнюю зону, соответственно °С и кг/с;

Если из-за отсутствия численных величин, входящих в уравнение (4.5), трудно найти аналитическим путем количественное выражение передаточной функции, то следует снять экспериментальную кривую разгона и по ней одним из существующих методов определить передаточную функцию верхней зоны. Она выражается тремя составляющими (по числу параллельно действующих возмущений), а именно, согласно уравнения (4.5), от изменения q , $\theta_p - \theta_0$ и $\theta_B - \theta_p$:

$$W_{1(p)} = \frac{K_1}{T_{1p} + 1}; \quad W_{2(p)} = \frac{K_2}{T_{2p} + 1}; \quad W_{3(p)} = \frac{K_3}{T_{3p} + 1}; \quad (4.6)$$

для типового овощехранилища на 2000 т значение коэффициентов можно принять $K_1=0,3$; $K_2=0,5$; $K_3=0,2$; $T_1=2,3$ ч; $T_2=0,12$ ч и $T_3=0,04$ ч;

Закон регулирования работы рециркуляционно-отопительных агрегатов, двухпозиционный: при снижении температуры воздуха верхней зоны до уровня температуры в массе, продукции агрегата должны включаться, а при достижении заданной температуры выключаться.

Датчик терморегуляторы должен устанавливаться на расстоянии 40-60 см от перекрытия вне действия прямых потоков теплового воздуха.

Рециркуляционно-отопительный агрегат мощностью 10,6кВт с осевым вентилятором №6 надежно обеспечивает предупреждение увлажнения верхнего слоя продукта на площади 80-120 см²

4.5 Функции САР температурного режима картофелехранилища

Применение системы автоматического регулирования температуры в хранилище рассмотренных выше типов не исключает необходимости ручного труда. Для полного устранения ручного труда, при управлении оборудованием хранилища с активной вентиляцией, нужны комплексные системы автоматического регулирования температурного режима картофелехранилища.

Такие системы должны обеспечить: Периодическое вентилирование продукта рециркуляционным воздухом по заданной программе с целью интенсификации раненых реакций в продукте в лечебный период;

Подачу в массу продукта наружного воздуха или смеси с рециркуляционным при температуре наружного воздуха более низкой, чем в продукции, с целью эффективного охлаждения последней до оптимальных для хранения температур;

Периодическое вентилирование продукта по заданной программе смесью рециркуляционного и наружного воздуха для удаления теплоизбытков, снятия температурных и влажностных градиентов в режиме зимнего хранения;

Прогрев верхней зоны хранилища при помощи электрокалориферов с целью предупреждения ее переохлаждения;

Подачу воздуха определенной температуры в массу хранимой продукции;

Аварийную защиту продукта от переохлаждения и перегрева вентиляционным воздухом;

Автоматическое перекрытие заслонки смесительного клапана приточной шахты при остановке вентилятора;

Прогрев заслонки клапана перед включением вентилятора ;

Автоматическое поддержание оптимального температурного режима внутри шкафа автоматики. Дистанционно замерять температуру в хранилище вентиляционного воздуха. На основании вышеперечисленных требований, разрабатываем схему управления, отвечающую этим требованиям.

В схеме управления необходимо предусмотреть ручной и автоматический режим работы оборудования, а также световую сигнализацию, свидетельствующую о ходе технологического процесса.

4.6 Выбор аппаратов и систем регулирования

В качестве регулирующих приборов температуры применим приборы марки ТМ2141, укомплектованные датчиками 50М($W_{100}=1.426$) с диапазоном измерения от $-19,9$ до $+99,9$.

Для измерения перепада температур применим прибор ТМ2232-Р с двумя датчиками 50М.

Для последовательного включения приточных вентиляторов установим контроллер работающий в режиме переключения. В контроллере имеются шесть входов и четыре программа обеспечивает последовательное переключение выходов с заданным интервалом времени. Задержку времени для включения второго двигателя будет осуществлять реле времени РП21М-003В1. В качестве промежуточных реле установим РП21М-400 на напряжение Для задания режима работы управления микроклиматом, и исключения одновременного и параллельного управления процессом, используются трёхпозиционные переключатели УП5300, с числом секций до 10 (SA1,SA2, SA3,SA4,SA5,SA6). В ручном режиме предусматриваем кнопочные посты ПКЕ-112-2 (SB1...SB14), установленные на

щите. Для ручного управления заслонками установим переключатели ТВ2–1 (SA7...SA10).

Пуск двигателей осуществляется магнитными пускателями ПМЛ–121002 и ПМЛ221002 с тепловыми реле типа РТЛ, которые защищают от перегрузки. Для защиты двигателей от токов короткого замыкания используем автоматические выключатели ВА51.

Защиту схемы управления осуществляем автоматическим выключателем марки А63М, $I_{р.н.}=5A$. Для дополнительного контроля над работой оборудования используем светосигнальную арматуру, АС–220.

4.7 Выбор аппаратуры защиты

Для устойчивой работы электрооборудования, а также для защиты от аварийных режимов, выбираем электрические аппараты управления и защиты: предохранители, автоматические выключатели и магнитные пускатели с тепловым расцепителем, а для защиты от неполно фазного режима применим реле РОФ-11.

Типы применяемых электродвигателей и их параметры приведены ниже в таблице 4.1.

Выбор автоматических выключателей производим по номинальному напряжению и току с соблюдением следующих условий:

$$U_{ном.а} \geq U_{ном.с}, \quad (4.7)$$

$$I_{ном.а} \geq I_{длит.}, \quad (4.8)$$

где $U_{ном.а}$ – номинальное напряжение автоматического выключателя, В

$U_{ном.с}$ – номинальное напряжение сети, В;

$I_{ном.а}$ – номинальный ток автоматического выключателя, А; $I_{длит.}$ – длительный расчетный ток линии, А.

Таблица 4.1-Типы и паспортные данные электродвигателей

Рн, кВт	Тип	N ₀ , мин ⁻¹	КПД, %	I _н , А	Cos φ	Ki	функция
7.5	АИР112М2	3000	0.875	14.8	0.88	7.5	Вентилятор приточный
0.75	АИР71А2	3000	0.789	1.7	0.83	6	Вентилятор отопительного блока
9.6	СФО			14.6			ТЭНы отопительного блока
1.2	ТЭН			2.1			Подогрев заслонки

Номинальный ток теплового расцепителя должен быть не меньше номинального тока двигателя

$$I_{\text{ном. расц}} \geq I_{\text{ном. дв}}, \quad (4.9)$$

Ток уставки электромагнитного расцепителя (отсечки), с учетом неточности срабатывания и отклонений действительного пускового тока от каталожных данных, выбирается из условия

$$I_{\text{уст. эл. магн}} \geq 1.25 \cdot I_{\text{пуск}}, \quad (4.10)$$

где $I_{\text{пуск}} = I_{\text{ном. дв}} \cdot k_i$ – пусковой ток двигателя, А;

k_i – кратность пускового тока (таблица 4.1).

Автоматические выключатели для приводов приточных вентиляторов.

$$I_{\text{пуск}} = 14.8 \cdot 7.5 = 111 \text{ А};$$

$$I_{\text{уст. эл. магн}} \geq 1.25 \cdot 111;$$

$$I_{\text{уст. эл. магн}} \geq 138.7 \text{ А};$$

Принимаем автоматический выключатель с комбинированным расцепителем типа

ВА51Г-25: $I_{\text{ном. а}} = 25\text{А}$; $I_{\text{ном. расц}} = 16\text{А}$; $I_{\text{уст. эл. магн}} = 160\text{А}$, таблица 9.[1].

Выбор автоматических выключателей для остальных электродвигателей осуществляется аналогично, результаты расчетов сведены в таблицу (4.2)

Таблица 4.2-Автоматические выключатели

Тип выключателя	Номинальный ток выключателя, А	$I_{\text{ном. расц}}$, А	$I_{\text{уст. эл. магн}}$, А	Электроприемник
ВА51Г-25	25	16	160	Приточный вентилятор
ВА51Г-25	25	8	80	Для группы вентиляторов

Для защиты схемы управления принимаем автоматический выключатель типа АБЗМ: $I_{\text{р.н}} = 5 \text{ А}$

Выбор магнитных пускателей с тепловым реле проводится из условий:

$$I_{\text{н.п. магн}} \geq I_{\text{н.д}}, \quad (4.11)$$

$$I_{\text{ном. т}} \geq I_{\text{ном. д}}, \quad (4.12)$$

где $I_{\text{н.п. магн}}$ – номинальный ток магнитного пускателя, А;

$I_{\text{ном. т}}$ – номинальный ток теплового реле, А.

Результаты расчетов по выбору магнитных пускателей с тепловым реле сведены в таблицу 4.3.

Таблица 4.3- Магнитные пускатели с тепловым реле

Номинальный ток пускателя, А	Тип пускателя	Тип реле	Номинальный ток реле, А	Электроприемник
25	ПМЛ-221002	РТЛ-1004	25	Приточный вентилятор
10	ПМЛ-121002	РТЛ-1001	25	Вентилятор теплового блока
25	ПМЛ-221002			ТЭН теплового блока
10	ПМЛ-121002			Подогрев заслонки

Выбор предохранителей производится по номинальному напряжению, номинальному току предохранителя и номинальному току плавкой вставки.

Номинальное напряжение должно соответствовать напряжению сети:

$$U_n \geq U_c,$$

Номинальный ток предохранителя должен соответствовать рабочему току защищаемого электроприемника или линии:

$$I_n \geq I_{раб}.$$

Номинальный ток плавкой вставки должен соответствовать рабочему току защищаемого электроприемника или линии:

$$I_{н.вст} \geq I_{раб}. \quad (4.13)$$

Так как предохранители используются для защиты ТЭНов, то ограничимся тремя условиями.

Выбираем предохранитель НПН2-60 $I_{пред}=63\text{А}$, $I_{пл.вст}=15\text{А}$, $U_n=380\text{В}$

$$63 > 14.8, \text{ А}$$

$$15 > 14.8$$

Результаты выбора сводим в таблицу 4.4

Таблица 4.4- Предохранители

Тип предохранителя	Номинальный ток предохранителя А	$I_{пл.вст},$ А	Электроприемник
НПН2-60	63	16	ТЭНы теплового блока
НПН2-60	63	6	ТЭНы подогрева заслонок

4.8 Описание схемы управления

Схема управления работает в ручном и автоматическом режимах. Выбор режимов производим с помощью пакетных переключателей SA1, SA2, SA3, SA5, SA6.

В автоматическом режиме с помощью переключателя SA4 задаем режим лечение или хранение, охлаждение. Контроллер по программе с суточным циклом последовательно включает и отключает магнитные пускатели, управляющие электроприводами приточных вентиляторов. При подаче напряжения на KM5 включается приточный вентилятор N1, и получает питание реле времени KT1, которое с выдержкой времени подаёт питание на KM6 и включается вентилятор N2. При перепаде температур наружного и внутреннего воздуха в 2-3°C, срабатывает регулятор перепада температур A2 подавая питание на катушку реле KV1 и KT5. Замкнувшись KV1 подаёт питание на катушку магнитного пускателя KM1 который включает подогрев заслонок смесительных клапанов N1 и N2. С выдержкой времени KT5 замкнет контакт и подаст напряжение на схему управления заслонками. Получат питание регуляторы температуры A3..A6 которые впоследствии и управляют заслонками, подывая сигнал на открытие или закрытие заслонки. Задержка времени реле KT5 необходима для того, чтобы вначале включился подогрев заслонки, а затем только включения привода заслонки. Размыкающий контакт KM5 в цепи управления заслонками 1 и 2, предназначен для закрытия заслонки после отключения приточных вентиляторов 1 и 2.

При температуре воздуха в верхней зоне ниже заданной, срабатывает регулятор температуры A7, и при условии что ни один из приточных вентиляторов не включен, контакты магнитных пускателей KM6 KM8 KM10 KM12 замкнуты, получает питание промежуточное реле KV2, и включается подогрев верхней зоны. Далее принцип работы схемы повторяется.

Для защиты от замерзания применяются датчики SK1...SK8, включённые в цепь питания магнитных пускателей управления приточными вентиляторами.

С помощью тумблеров SA11 и SA12 включаем обогрев щита. Температуру в щите контролируют датчики SK9 и SK10, и при её превышении, отключают катушки магнитных пускателей KM29 KM30, и следовательно отключаются нагревательные элементы EK1 и EK2.

Для защиты от неполно-фазных режимов защищает реле KV3, при обрыве фазы оно размыкает свой контакт в цепи питания схемы управления, и обесточивает её.

Защищает схему управления от коротких замыканий автоматический выключатель QF11.

В схеме управления предусмотрены световая сигнализация включения оборудования HL1...HL14 и сигнализация наличия напряжения HL15.

Вывод по части четыре

В последнее время широкое распространение получила активная вентиляция, активное вентилирование позволяет максимально сохранить продукт, в зависимости от параметров температуры и влажности охлаждая, нагревая или вентилируя воздух в разных зонах.

5 РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Надежность, определяют как свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах.

Надежность – это комплексное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость в отдельности или определенное сочетание этих свойств, как для системы, так и для ее частей.

К количественным показателям надежности относятся параметр потока отказов, наработка на отказ, вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, среднее время замены, коэффициент готовности и другое.

Интенсивность отказов элементов схемы и время их замены взяты из приложения 9[9], и сведены в таблицу 5.1

При отсутствии в системе резервных элементов выход из строя хотя бы одного элемента приводит к отказу всей системы. Общая интенсивность отказов такой системы определяется как

$$\lambda = \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot n_i, \quad (5.1)$$

где λ_i – для невосстанавливаемых элементов интенсивность отказов 1-го элемента системы; n_i – число однотипных элементов в схеме.

Средняя наработка на отказ равна обратной величине интенсивности отказов:

$$t_0 = \frac{1}{\lambda}, \quad (5.2)$$

Число отказов системы за год:

$$N = \lambda \cdot t, \quad (5.3)$$

где t – число часов работы системы в году.

Средние затраты времени на устранение отказа:

$$\tau_{\sigma} = \kappa_n \frac{\sum \lambda_i \cdot n_i \cdot \tau_{\sigma i}}{\lambda}, \quad (5.4)$$

где κ_n – коэффициент, учитывающий время поиска неисправности в схеме,
 $\kappa_n = 1.5 / 5$;

τ_{ei} – время замены 1-го элемента.

Время простоя технологического оборудования при выходе из строя схемы:

$$\tau_{np} = \tau_e + \tau_{opr}, \quad (5.5)$$

где τ_{opr} – средние затраты времени на вызов электромонтера и транспортировку оборудования, примем равными 0.33 ч.

Математическое ожидание суммарного времени простоя вследствие отказов системы за год:

$$t_{np} = \tau_{np} \cdot N. \quad (5.6)$$

Коэффициент готовности оборудования – комплексный показатель надежности, отражающий вероятность того, что изделие окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых не предусматривается использование изделия по назначению:

$$\kappa_r = \frac{t_p}{t_p + t_{np}}, \quad (5.7)$$

где t_p – безотказное время работы системы в году;

$$t_p = t - t_{np}, \quad (5.8)$$

где t – годовой фонд времени работы технологического оборудования,

Элементы схемы	Количество элементов , n_i	Интенсивность отказов, $\lambda_i \cdot 10^{-6}, ч^{-1}$	$\lambda = \lambda_i \cdot n_i \cdot 10^{-6}, ч^{-1}$	Время восстановле- ния $\tau_{ai}, ч$
1. Контроллер	1	0.5	0.5	0.3
2. Регулятор температуры	6	0.6	3.6	0.4
3. Арматура сигнальная	15	0.9	13.5	0.03
4. Датчики температуры	7	4.5	31.5	0.5
5. Тепловое реле	16	0.25	4	0.74
6. Промежуточн ое реле	2	0.25	0.5	0.74
7. Пускатель электромагнит ны	34	10	340	0.7
8. Переключатель	6	0.075	0.45	0.25
9. Тумблер	6	0.08	0.48	0.1
10. Кнопочный пост	14	0.7	9.8	0.25
11. Автоматич еский выключатель	11	0.3	3.3	0.25
12. Концевой выключатель	16	0.25	4	0.1
13. Реле времени	2	3.5	7	0.7
14. Двигатель переменного тока	8	7.25	58	1.25
Итого:			476.63	

Показатели надежности:

Средняя наработка на отказ:

$$t_0 = \frac{1}{476 \cdot 63 \cdot 10^{-6}} = 2098 \text{ ч}$$

Число отказов системы в год:

$$N = 476 \cdot 63 \cdot 10^{-6} \cdot 5480 = 2.6$$

Средние затраты времени на устранение отказа:

$$\tau_{\sigma} = 1.5 \cdot \frac{340 \cdot 31}{476 \cdot 63} = 1.07 \text{ ч.}$$

Безотказное время работы системы в году:

$$t_p = 5480 - 3.6 = 5476.4 \text{ ч.}$$

Время простоя технологического оборудования при выходе из строя схемы управления:

$$\tau_{np} = 1.07 + 0.33 = 1.4 \text{ ч.}$$

Математическое ожидание суммарного времени простоя вследствие отказов системы за год:

$$t_{np} = 1.4 \cdot 2.6 = 3.6 \text{ ч / год.}$$

Коэффициент готовности:

$$K_r = \frac{5476.4}{5479.4 + 3.6} = 0.99$$

Вывод по части пять

Надежность - является одной из главных задач проектирования данного проекта. Применяя современные технологии и оборудование, этот показатель будет достаточно высок.

6 ПЛАН РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

6.1 Схема подключения электроприемников

Выбор схемы подключения электроприемников внутри зданий и помещений зависит от места расположения потребителей относительно ввода, а также расположения электроприемников относительно друг друга. Кроме того, на выбор

схемы питания оказывают влияние величины установленной мощности отдельных электроприемников и требования к надежности электроснабжения.

Силовые электропроводки внутри сельскохозяйственных зданий и помещений, могут быть выполнены по радиальной, магистральной или смешанной схемам.

По проекту в картофелехранилище присоединение электроприемников осуществлено по смешанным схемам.

Для питания электроприемников силового электрооборудования установлен вводной распределительный шкаф типа ВРУ-Ин1-1411.

6.2 Выбор конструктивного выполнения внутренних сетей

Определение сечений проводов и кабелей

Силовую распределительную сеть выполняем кабелем марки АВВГ, прокладываемым на скобах, и в стальных и пластмассовых трубах.

Задачей расчета электропроводок является выбор сечений проводников. При этом сечения проводников любого назначения должны быть наименьшими и удовлетворять следующим требованиям:

- а) допустимому нагреву;
- б) электрической защиты отдельных участков сети;
- в) допустимым потерям напряжения;
- г) механической прочности.

В отношении механической прочности выбор сечений сводится к просто выполнению нормативных требований ГОСТ30331.1-15. В нем приведены минимальные сечения проводников, которые могут быть использованы при выборе электропроводок в здании. В нашем случае для стационарных электроустановок кабели и провода для силовых и осветительных сетей должны иметь сечение не менее 2,5 мм².

Определим значение расчетного тока проводника. При этом необходимо обеспечить выполнение двух условий:

- а) нагрев проводника не должен превышать допустимый по нормативным значениям:

$$I_{\text{дл. доп}} \geq I_{\text{расч. л.}} \quad (6.1)$$

$$I_{\text{расч. л.}} = \frac{I_{\text{ном.}}}{K_t \cdot K_n}, \quad (6.2)$$

где $I_{\text{дл. доп}}$ – длительно допустимый ток кабеля, А;
 $I_{\text{расч. л.}}$ – расчетный ток линии, А;

K_t – нормативный коэффициент, учитывающий температуру окружающей среды,
 $K_t=1$.

K_n – поправочный коэффициент, зависящий от числа рядом проложенных одновременно работающих кабелей, $K_n=1$.

- б) при возникновении ненормальных режимов и протекании сверхтоков проводник должен быть отключен от сети защитным аппаратом (автоматическим выключателем или предохранителем):

Приточный вентилятор N1	14.8	14.8	16	25	АВВГ4	20	0.14
Вентилятор теплового блока N5	1.7	6.8	8	17.5	АВВГ2.5	19	0.15
ТЭНы теплового блока N17	14.6	14.6	15	25	АВВГ4	19	0,13
ТЭНы подогрева заслонок N25	2.1	4.2	6	19	АВВГ2.5	20	0.1

Вывод по части шесть

Задачей расчета электрических проводок в данном проекте является выбор сечений проводников. При этом сечения проводников должны соответствовать следующим требованиям.

- 1.Нагрев.
- 2.Электрическая защита отдельных участков цепи.
- 3.Механическая прочность.

7 Разработка щита управления

7.1 Определение элементов щита управления

Согласно принципиальной схеме управления, регулирования, сигнализации и схеме внешних соединений выписываем аппаратуру, установленную в щите управления, отделяя её от аппаратуры, установленной по месту и в других щитах. Здесь же можно разделить аппараты, устанавливаемые внутри щита и на фасадной панели щита. Составим таблицу, где кроме произведенного разделения из руководящих материалов выпишем все необходимые данные для компоновки аппаратов. Из РТМ 25-91-90 выписываем группу прибора (для аппаратуры устанавливаемой на фасаде) для дальнейшего определения расстояния между

приборами, выписываем расстояние до края щита, габаритные размеры приборов, типовой чертеж установки. Из сборника 40 (приложение 2)/4/ выписываем рисунок установки, условный номер, установочную конструкцию, габаритные размеры и размеры монтажной зоны, а также количество аппаратов, установленных в одном ряду соответствующего щита. Результаты выбора сведем в таблицу.

Также мы должны предусмотреть таблички надписей на фасаде щита. Далее, если мы выбрали щит малогабаритный, то также нужно предусмотреть блоки зажимов при переходе электропроводки на дверцу щита.

7.2 Компоновка щита управления

Производим предварительную компоновку приборов. Для этого кроме известных из предыдущего пункта данных нужно еще выбрать монтажную зону щита. Остановимся на габаритном щите 1000x800x350 с монтажной зоной внутри щита 850x690.

Произведем предварительную компоновку приборов внутри щита, учитывая рекомендуемые расстояния. Согласно максимальному количеству аппаратов на задней стенке щита ЩШМУ в одном ряду мы располагаем автоматический выключатель марки А63-МУЗ, контроллер и реле защиты РОФ-11. Датчик температуры ДТКБ и три реле времени РП21М-003В1 устанавливаем во втором ряду. В третьем ряду размещаем промежуточные реле KV1, KV2 и магнитный пускатель КМ 29 марки ПМЛ-121002. В нижней части шкафа - 2 ряда блоков зажимов (т.к. в одном ряду, имеем право, поставить только 4 блока). Измерим получившиеся размеры монтажной зоны щита 676x522, входим в требуемую монтажную зону. Из рас четов, щит с размерами 1000x800 подходит. Оставляем ту же компоновку.

При компоновке аппаратов на фасаде согласно таблице 2 приложения 1 определяем расстояние между осями приборов. В верхней части располагаем кнопочные станции и таблички с надписями. Затем устанавливаем регуляторы температуры МТ2141, под ними переключатели. Далее сигнальную арматуру, также предусматриваем таблички.

Чертеж вида спереди приведен в графической части. Показываем контур щита, двери и размещаем аппараты, проводим координирующие оси. Далее показываем габаритные размеры щита и ставим * - размеры для справок. Координируем размещение аппаратуры: по вертикали размеры проставляем от нижнего края двери по правилу простановки размеров от базы; по горизонтали – размеры до осей приборов проставляем от оси щита. Проставляем позиции приборов согласно перечню и под чертой – номер установочного чертежа. Указываем выбранный вариант покрытия.

Чертеж вида на внутренние плоскости приведен в графической части. Здесь показываем развертку щита и дециметровую линейку отверстий швеллера, размещаем приборы согласно произведенной компоновке. Проставляем позиции приборов по перечню. В контуре аппарата или рядом проставляем обозначение согласно принципиальной схеме.

Надписи на табло и в рамках выполняют в специальных таблицах, которые приведем в графической части. Таблица должна иметь тематический заголовок по типу «Надписи на табло и в рамках». Каждой надписи присваивают номер, начина

с единицы, указывая его внутри контура изделия для надписей. Надписям присваивают номера слева направо, сверху вниз.

Перечень составных частей щита приведем в графической части. Перечень единичного щита содержит следующие разделы: «Документация», «Детали», «Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы».

Вывод по части семь

Щит управления подбираем по размерам аппаратов, он должен быть максимально компактным. Конструкция щита должна быть максимально удобной и безопасной для обслуживания.

8 МОНТАЖ НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩА

Немаловажное значение для обеспечения нормальной работы САР имеет правильно проведенный монтаж и наладка системы.

Монтажные работы разрабатываемой системы имеют небольшой объем и могут быть выполнены бригадой учхоза. Сюда входят прокладка кабельной проводки, установка и комплектация щита автоматики, монтаж необходимых датчиков и исполнительных механизмов, проверка выполнения монтажа.

Для монтажа электропроводок применяются кабели с алюминиевыми и медными жилами АВВГ и КРВГ. Применяется открытая прокладка кабельных электропроводок по стенам и конструкциям помещения. Перед прокладкой кабелей необходимо провести наружный осмотр барабанов с кабелем и проверить изоляцию жил, между жилами и между оболочкой. Затем разматывают кабель вдоль трассы и укладывают его на конструкции. После этого производят крепление его скобами СО (однолапковые скобы применяют на вертикальных участках) и СД (двухлапковые скобы применяют на горизонтальных участках). Ввод кабеля в приборы и средства автоматизации уплотняют сальниками. После прокладки и крепления кабель необходимо промаркировать. После монтажа проводок их осматривают и испытывают. Проводки должны соответствовать требованиям СНиП III-34-74.

Измеряют сопротивление изоляции между всеми жилами кабеля, между жилами и оболочкой (при отключенном оборудовании КИПиА) мегомметром на напряжение 1000 В. Сопротивление изоляции должно быть не меньше 1 МОм.

Монтаж щита производят в соответствии со СНиП III-34-74. Расстояние между щитом и стеной должно быть минимальным, но не менее 100 мм. Щит крепят на кронштейнах на стене на высоте от пола 700 мм. На установленном щите монтируют приборы, выполняют внутрищитовые соединения и подключают внешние проводки. Затем проводят проверку соединений. Щит в процессе монтажа, до окончательного закрепления, выверяют по отвесу и уровню. На лицевой стороне щита наносят надписи при помощи табличек. Щит заземляют. Заземляющий стальной провод диаметром 5 мм² присоединяют болтами к щиту.

Перед монтажом приборов и средств автоматизации необходимо провести их стендовую проверку. При этом определяют пригодность регулирующих приборов и вспомогательных устройств (датчиков, задатчиков и т.д.). Приборы должны быть снабжены актом о стендовой проверке. Крепление приборов на оборудовании производится по соответствующим монтажным чертежам. Монтаж термометров сопротивления производится по ТМ4-147-87 для чего применяется закладная конструкция ЗК4-1-75.

При установке датчиков необходимо следить за тем, чтобы их чувствительные элементы располагались в центре массы измеряемой среды.

При наладке термометров сопротивления осматривают чувствительную часть при снятом кожухе. Измеряют сопротивление изоляции мегомметром при комнатной температуре (не менее 20 МОм). Проверяют сопротивление

термометров сопротивления при температурах -10°C и 50°C, сравнивают с табличными. Подводимые к термометрам сопротивления кабели должны быть промаркированы.

Так как рабочие органы установлены ранее приступают к монтажу исполнительных механизмов. При их установке должно быть обеспечено правильное взаимное расположение валов и осей, исключающее перекосы и заедания при работе в сочлененном состоянии. Установку исполнительного механизма производят на кронштейне КИМ по ТК4-3197-81. Кронштейны на месте монтажа крепятся болтами. Перед началом наладочных работ проверяют сопротивление изоляции обмоток электродвигателя относительно корпуса мегомметром на 500 В. Затем проверяют правильность выполнения монтажных работ (выходной вал от ручного привода поворачивается плавно).

При наладке исполнительного механизма сначала регулирует его ход. Для этого ослабляют сочленение исполнительного механизма с рабочим органом и устанавливают рабочий орган в крайнее положение. Исполнительный механизм также приводят в крайнее положение, после чего фиксируют сочленение. Затем ручным приводом перемещают вал исполнительного механизма в другое крайнее положение. При этом рабочий орган должен сделать полный ход и переместится в другое крайнее положение. Далее производят наладку конечных выключателей. "Выбег" исполнительного механизма не должен превышать 2% максимального хода. Уменьшить значение выбега можно более точной настройкой тормозных устройств.

Обслуживание приборов и средств автоматики проводится службой КИПиА. В задачу эксплуатационной группы входит систематическое обслуживание технических средств и приборов автоматики непосредственно на местах их

установки. При этом группа выполняет мелкий ремонт, очищает контакты и т.п. текущий ремонт выполняется без снятия приборов и средств автоматизации с мест их установки. К нему относят замену деталей, сигнальных ламп, прочистку контактов, восстановление оборванных проводов и нарушенных паяк.

В процессе эксплуатации обслуживающий персонал обо всех неисправностях сообщает дежурному КИПиА, который проводит мелкий ремонт и наладку приборов и регуляторов. Обо всей своей работе он должен вести записи в журнале.

Вывод по части восемь

Качественный монтаж и наладка оборудования должна производиться квалифицированными специалистами, согласно СНиП. От монтажа зависит работа всей системы, а также к минимуму сокращен риск возгораний и не правильных режимов работы.

9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

9.1 Требования безопасности при монтаже электрооборудования картофелехранилища

Комплектацию и сборку оборудования, а также его первичный монтаж проводит либо завод-изготовитель, либо специализированные организации в соответствии с ПУЭ(издание 7 2002г) и СНиП 3.05.06-85. В процессе работы оборудование изнашивается и выходит из строя, поэтому требуется осуществлять монтаж этого оборудования в кратчайшие сроки и своими силами.

При монтаже электропроводок силового оборудования следует иметь в виду:

- выправлять провода, стальную проволоку разрешается только при помощи специальных приспособлений, а в процессе их монтажа необходимо следить за надежностью соединений и креплений.
- вручную разрешается поднимать и поддерживать монтируемые аппараты, элементы трубных проводок с массой не более 10 кг. При массе более 20 кг монтаж должен производиться не менее чем двумя людьми.
- запрещается проверять пальцами совмещение отверстий собираемых конструкций и устанавливаемого оборудования.
- при затяжке проводов в трубы необходимо остерегаться затягивания руки во входное отверстие трубы.
- сварку необходимо выполнять в брезентовых удлиненных рукавицах и предохранительных очках из дымчатого стекла.
- приступая к опробованию законченного монтажа вращающихся механизмов, обязательно проверить их крепление, отсутствие посторонних предметов внутри вращающихся частей машин, установку ограждений вращающихся частей, а также работу на холостом ходу (поворачивая в ручную).

Машины или аппараты, хотя бы раз находившиеся под рабочим напряжением (присоединённые к сборным шинам или источнику питания), приравниваются к

аппаратуре, находящейся в эксплуатации, и все работы по их проверке и наладке нужно выполнять в соответствии с правилами безопасности при эксплуатации электроустановок. Если же понадобятся какие-то доделки силами монтажников или строителей, электроустановка должна быть не просто отключена и заземлена, а переведена в число недействующих путём демонтажа участков шин, шлейфов, отсоединения кабелей. Все работы по монтажу электродвигателей нужно выполнять до подключения к нему проводов.

9.2 Основные требования электробезопасности при эксплуатации оборудования

Все помещения картофелехранилища относятся к помещениям без повышенной опасности, кроме секций хранения, которые относятся к помещениям с повышенной опасностью, так как относительная влажность воздуха в период хранения картофеля составляет приблизительно 90%.

Картофелехранилище, является производственным помещением со вторым классом опасности поражения электрическим током: сырые (влажность около 75%), возможность одновременного прикосновения к металлическим корпусам электрооборудования и заземлённым металлоконструкциям.

Всё электрооборудование имеет степень защиты от попадания внутрь оборудования твёрдых частиц и влаги – IP 54.

Согласно ГОСТ установлены 3 класса электротехнических изделий по способу защиты человека от поражения электрическим током: I;II;III.

В картофелехранилище используются электротехнические изделия класса I-II.

К классу I относятся изделия, имеющие рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод питания с заземляющей (зануляющей) жилой и штепсельной вилкой с заземляющим контактом.

К классу II относятся изделия, имеющие у всех доступных прикосновению частей двойную или усиленную изоляцию относительно частей, нормально находящихся под напряжением, и не имеющие элементов для заземления.

Для обеспечения безопасности рабочих, при эксплуатации картофелехранилища необходимо соблюдать следующие требования:

- все вращающиеся детали должны иметь ограждения и быть окрашены в красный цвет;
- запрещается производить осмотр, очистку, регулировку, натяжение ремней, смазку и т. д. при работе оборудования;
- категорически запрещаются всякие работы с открытым огнём, курение в помещениях, о чём следует вывесить предупреждающие таблички;
- одежда рабочих должна быть тщательно застёгнута, облога рукавов завязаны или застёгнуты, концы платков, шарфов и т. д. не должны свисать;
- запрещается работать с неисправными или недействующими аспирационными системами;

- в служебных помещениях должны быть аптечки для оказания первой медицинской помощи. На видном месте должна быть вывешена инструкция по технике безопасности и производственной санитарии; в легко доступных местах необходимо установить огнетушители, ящики с песком и щиты с комплектом противопожарного оборудования;

- ежедневно производить уборку помещений от пыли механическим и пневматическим способами.

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током все металлические нетокопроводящие части электрооборудования (корпуса шкафов, пультов, светильников и т. п.), которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции, должны быть занулены присоединением к нулевому проводу электросети.

Безопасность обслуживающего персонала и посторонних лиц должна обеспечиваться за счёт:

- применения блокировки аппаратов и ограждающих устройств, для предотвращения ошибочных операций, и доступа к токопроводящим частям;

- надёжного и быстрого автоматического отключения частей электрооборудования, случайно оказавшихся под напряжением, и повреждённых участков сети, в том числе защитного отключения;

- зануления корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением вследствие повреждения изоляции;

- применения предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;

Электромонтажный персонал должен быть оснащён основными и дополнительными средствами защиты от поражения электрическим током.

Средства защиты необходимо хранить и перевозить в условиях, обеспечивающих их исправность и пригодность к употреблению, поэтому они должны быть защищены от увлажнения, загрязнения и механических повреждений.

Электрозащитными средствами следует пользоваться по их прямому назначению в электроустановках напряжением не выше того, на которое они рассчитаны.

Перед употреблением средства защиты персонал обязан проверить его исправность, отсутствие внешних повреждений, очистить от пыли. Пользоваться средствами защиты, срок годности которых истёк, запрещается.

Дополнительно к занулению для комплектации вводно-распределительных устройств (ВРУ), распределительных щитов (РЩ), устанавливаемых в сельскохозяйственных и других общественных зданиях применяется УЗО.

Применение УЗО целесообразно и оправдано по социальным и экономическим причинам в электроустановках всех возможных видов и самого различного назначения.

Устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток, наряду с устройствами защиты от сверхтока, относятся к дополнительным видам защиты человека от поражения при косвенном прикосновении, обеспечиваемой путем автоматического отключения питания. Защита от сверхтока (при применении защитного зануления) обеспечивает защиту человека при косвенном прикосновении - путем отключения автоматическими выключателями или предохранителями поврежденного участка цепи при коротком замыкании на корпус.

При малых токах замыкания, снижении уровня изоляции, а также при обрыве нулевого защитного проводника зануление недостаточно эффективно, поэтому в этих случаях УЗО является единственным средством защиты человека от электропоражения.

Другим, не менее важным свойством УЗО является его способность осуществлять защиту от возгорания и пожаров, возникающих на объектах

вследствие возможных повреждений изоляции, неисправностей электропроводки и электрооборудования.

УЗО встраивают в розеточные блоки или вилки, через которые подключаются электроинструмент или электроприборы, эксплуатируемые в особо опасных - влажных, пыльных, с проводящими полами и т.п. помещениях.

9.3 Расчетная проверка эффективности зануления электрооборудования на отключающую способность

Одним из важнейших вопросов обеспечения безопасности в электроустановках является определение условий, при которых происходит быстрое автоматическое отключение установки с поврежденной изоляцией или питающей ее линии от сети и в тоже время допускается безопасное прикосновение человека к зануленному корпусу.

В соответствии с этим зануление рассчитывается на отключающую способность, безопасность прикосновения к корпусу при замыкании фазы на землю и на корпус

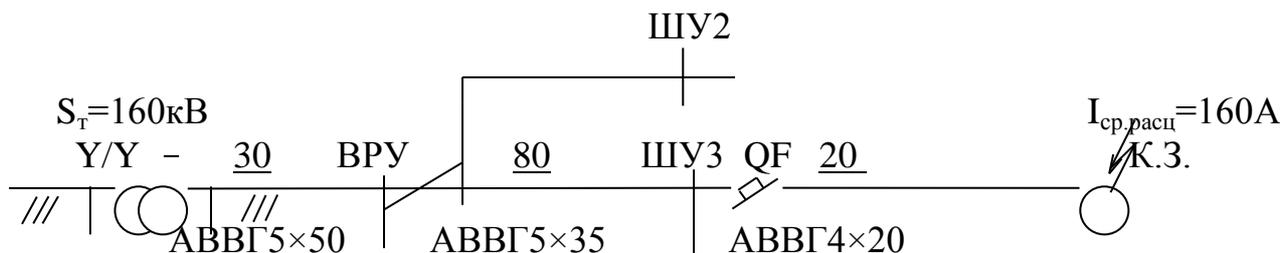


Рисунок 9.1- Исходные данные для расчета на отключающую способность.

Расчет на отключающую способность защиты при однофазном, коротком замыкании сводится к определению условия когда:

$$I_k^{(1)} \geq K \cdot I_y,$$

где I_y – ток отсечки расцепителя автоматического выключателя, А;

I_k – ток однофазного короткого замыкания, А;

K – коэффициент кратности номинального тока, принимаемый

Ток короткого замыкания в линии определяется из выражения:

$$I_{\kappa} = \frac{U_{\phi}}{z_T / 3 + z_n},$$

где U_{ϕ} – фазное напряжение сети, В;

$z_T=0.487$ Ом – сопротивление обмоток трансформатора, таблица 1[6];

z_n – сопротивление петли проводов фаза – нуль, Ом.

Сопротивление петли:

$$z_n = \sum_{i=1}^n l \sqrt{(R_{\phi} + R_n)^2 + (X_{cp} + X_n + X_n)^2},$$

где R_{ϕ} , R_n - удельное активное сопротивление фазного и нулевого проводников таблица 2 [6];

$$\begin{array}{lll} R_{\phi 1} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Ом/м}; & R_{n1} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Ом/м}; & R_{\phi 2} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Ом/м}; \\ R_{n2} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Ом/м}; & R_{\phi 3} = 78 \cdot 10^{-4} \text{ Ом/м}; & R_{n3} = 78 \cdot 10^{-4} \text{ Ом/м}. \end{array}$$

X_{ϕ} , X_n – внутреннее индукционное сопротивление фазного и нулевого проводников, Ом/м;

$X_n = 1,5 \cdot 10^{-4}$ Ом/м - внешнее индукционное сопротивление проводников петли фаза – нуль, таблица 3[6];

l – длина линии, м.

$$\begin{aligned} z_n = & 30 \sqrt{(6 \cdot 10^{-4} + 6 \cdot 10^{-4})^2 + (1,5 \cdot 10^{-4})^2} + 80 \sqrt{(8 \cdot 10^{-4} + 8 \cdot 10^{-4})^2 + (1,5 \cdot 10^{-4})^2} + \\ & + 20 \sqrt{(78 \cdot 10^{-4} + 78 \cdot 10^{-4})^2 + (1,5 \cdot 10^{-4})^2} = 0,476 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Ток короткого замыкания в линии:

$$I_{\kappa} = \frac{220}{0,487 / 3 + 0,476} = 344,4 \text{ А}$$

Из условия

$$\frac{I_{\kappa}}{I_n} = \frac{344,4}{160} = 2,15 \geq \kappa = 1,25$$

видно, что зануление эффективно.

9.4 Пожарная безопасность

Здание картофелехранилища решено в конструкциях II степени огнестойкости. По взрывной, взрывопожарной, пожарной опасности помещения картофелехранилища относятся к категории «Д».

К категории «Д» относятся производства, в которых обращаются только негорючие вещества в практически холодном состоянии.

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности на предприятии возлагается на руководителя предприятия и руководителей структурных подразделений.

Администрация предприятия или наниматель обязаны:

- обеспечить полное и своевременное выполнение правил пожарной безопасности и противопожарных требований строительных норм при проектировании;
- организовать на предприятии пожарную охрану, добровольную пожарную дружину и пожарно-техническую комиссию;
- предусматривать необходимые средства на содержание пожарной охраны, приобретения средств пожаротушения;
- назначить лиц, ответственных за пожарную безопасность в подразделениях.

Инженерно-технические работники обязаны знать пожарную опасность технологического процесса, выполнять правила и требования противопожарного режима, установленного на предприятии, следить за их соблюдением рабочими и служащими.

Для вновь поступающих на работу должен проводиться противопожарный инструктаж, а на производстве с повышенной пожарной опасностью, кроме того, занятия по пожарно-техническому минимуму.

Руководство в области пожарной безопасности осуществляется Министерством по Чрезвычайным ситуациям через областные управления пожарной охраны и их местные органы.

Пожарная безопасность обеспечивается наличием на объекте средств пожаротушения. Первичные средства пожаротушения предназначены для тушения небольших загораний, а также пожаров в начальной стадии их развития до прибытия пожарных подразделений. К ним относятся: огнетушители, бочки с водой вместимостью не менее 200 л, укомплектованные ведрами емкостью не менее 8 л, ящики с песком вместимостью 0,5, 1 и 3 м³, укомплектованные совковыми лопатами, покрывала, ломы, багры, топоры, пожарные щиты, стенды.

9.5 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных экологически неблагоприятных ситуациях

Котельные топки различного назначения в колхозах и совхозах выделяют в атмосферу газы, содержащие оксиды серы и азота, золу, металлы.

Неудовлетворительно эксплуатируется оборудование по обеззараживанию и утилизации навозных стоков, в результате поля оказываются загрязненными микробами групп кишечной палочки, яйцами гельминтов, органическими веществами.

Мобильная техника (автомобили, тракторы, комбайны) также достаточно сильно загрязняют атмосферу.

Одним из основных источников вредных выбросов в окружающую среду являются также перерабатывающие предприятия АПК (только в атмосферу выбрасывается до 300 тыс. м³/г вредных веществ). На производство 1 т мяса в среднем расходуется 10–30 м³ воды, около 90% которой загрязняется. При сбросе 1 м³ неочищенных сточных вод загрязняется 40–60 м³ природной воды.

Неравномерное распределение удобрений по полю при сельхозработах, несоблюдение оптимальных сроков и способов их внесения приводит к проникновению нитратов, сульфатов и хлоридов в грунтовые воды. В процессе роста и развития растений некоторая часть азотсодержащих соединений накапливается в них в виде солей азотной кислоты. Употребление питьевой воды и продуктов с наличием нитратов выше предельно допустимого уровня приводит к различным заболеваниям.

Также наблюдаются последствия от сельскохозяйственной теплоэнергетики. На нужды сельского хозяйства расходуется около 20% общего количества тепловой энергии, потребляемой народным хозяйством. Значительное ее количество идет на производство кормов, сушку сельскохозяйственных продуктов, отопление производственных помещений и т. д. Все теплоиспользующие установки в той или иной мере загрязняют окружающую среду. Ежегодно в атмосферу поступает около 150 млн. т золы, 100 млн. т окислов серы, 60 млн. т окислов азота, 300 млн. т окислов углерода.

Для снижения выбросов пылевидных частиц в атмосферу при сжигании твердого топлива применяют пылезолоуловители. Наибольшее распространение в сельскохозяйственной теплоэнергетике получили аппараты-циклоны. На некоторых производствах для очистки воздуха от пыли применяют рукавные фильтры типа ГА-БФМ.

Снижение выбросов окислов серы при сжигании органического топлива в котлах добиваются извлечением серы из топлива (путем его обогащения), а также очисткой дымовых газов. Уменьшение выбросов окислов азота возможно путем снижения избытка воздуха, распределения зоны горения по всему объему топки и др. Сажу (копоть), бензопирен, угарный газ (СО) и другие вредные вещества, которые могут образовываться в результате неполного сгорания органического топлива, уменьшают путем ведения нормативного топочного режима. Газообразное топливо экологически наиболее «чистое» органическое топливо, так как при его полном сгорании из токсичных веществ образуются только окислы азота. Вместе с тем использование природного газа в качестве топлива имеет свои ограничения. Во-первых, это ценное сырье, из которого, в частности, производят азотные удобрения. Во-вторых, газообразное топливо нельзя складировать, поэтому его расход зависит от характеристик подводящих газопроводов и возможностей потребителя.

Однако наиболее оправданными как с точки зрения экологической безопасности, так и с точки зрения экономии ресурсов (как известно, наша республика небогата

полезными ископаемыми) является использование вторичных энергоресурсов сельскохозяйственных предприятий и нетрадиционной энергетики. Ведутся исследования по использованию энергетических отходов (биомассы) различных предприятий с целью получения тепловой и электрической энергии. Источниками биомассы являются твердые городские отходы, отходы животноводства, растительные остатки сельскохозяйственных культур, промышленные отходы, продукция лесоводческих хозяйств, водоросли и др. В среднем в мире на одного человека приходится 5 т сухих органических отходов в год.

В настоящее время в мире за счет биомассы покрывается до 15% потребности в энергии. В некоторых странах доля биомассы в энергетическом балансе доходит до 80—90%. Это Скандинавские страны, Франция, Индия и др. Используя биомассу, получают биогаз, тепловую и электрическую энергию, жидкое моторное топливо.

Защита населения в ЧС представляет собой комплекс мероприятий, направленных на исключение или ослабление неблагоприятного воздействия последствий чрезвычайных ситуаций. Эффективность защиты населения достигается на основе учёта принципов обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях и наилучшего использования всех способов и средств.

Принципы обеспечения безопасности по признаку их реализации условно делятся на три группы: заблаговременная подготовка; дифференцированный подход и комплексность мероприятий.

Заблаговременная подготовка предполагает накопление средств защиты (коллективных и индивидуальных) от опасных и вредных факторов, поддержание их в готовности для использования населением, а также подготовку к проведению мероприятий по эвакуации населения из опасных зон.

Дифференцированный подход выражается в том, что характер и объём защитных мероприятий устанавливается в зависимости от вида источников опасных и вредных факторов, а также от местных условий.

Комплексность мероприятий заключается в эффективном применении способов и средств защиты от последствий ЧС и их согласованном осуществлении со всеми мероприятиями по обеспечению безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях.

Основными способами защиты населения в ЧС являются:

- укрытие в защитных сооружениях;
 - эвакуация населения
- Укрытие населения в защитных сооружениях является наиболее надёжным способом защиты в случае военно-политических событий с применением

современных средств поражения, а также в ЧС, сопровождающихся выбросом радиоактивных и химических веществ.

Время готовности защитных сооружений к приёму укрываемых не должно превышать 4-12 часов. При недостатке заблаговременно построенных убежищ в период угрозы ЧС должны строиться быстровозводимые убежища из готовых конструкций, и приспособляться под них полуподвальные, подвальные и другие заглубленные помещения. Одновременно повсеместно должны строиться простейшие укрытия.

Убежища рассчитываются на определённое количество людей: на одного человека предусматривается не менее 0,5 м² площади пола и 1,5м³ внутреннего

объёма. По вместимости убежища бывают малые – до 150 мест; средние – от 150 до 450 мест и большие - более 450 мест.

Обеспечение безопасности жизнедеятельности в ЧС представляет собой комплекс организационных, инженерно-технических мероприятий и средств, направленных на сохранение жизни и здоровья населения во всех сферах деятельности.

В настоящее время хорошо изучены и определены сейсмические районы, границы затопления при наводнениях, выявлены промышленные объекты, аварии на которых могут привести к большим разрушениям, поражениям людей, заражению территории.

Планирование мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности в ЧС позволяет систематизировать пути достижения поставленных целей по времени, ресурсам и исполнителям. Конечным результатом планирования является составление плана, в котором содержатся выводы из оценки прогнозируемой обстановки, которая может сложиться, и намечаемые мероприятия по обеспечению безопасности населения при угрозе и возникновении ЧС.

Под устойчивостью работы объектов народного хозяйствования понимают способность противостоять разрушительному воздействию поражающих факторов ЧС, производить продукцию в запланированном объёме и номенклатуре, обеспечивать безопасность рабочих и служащих, а также приспособленность к восстановлению своего производства в случае повреждения.

Защита рабочих и служащих включает в себя:

- заблаговременное строительство убежищ;
- разработку режимов работы рабочих и служащих в условиях заражения вредными веществами;
- обучение персонала объекта выполнению работ по ликвидации очагов заражения;
- поддержание в постоянной готовности системы оповещения рабочих и служащих объекта и проживающего вблизи населения об опасности, исходящей от объекта;
- сокращение запасов сильнодействующих ядовитых, взрыво- и пожароопасных веществ до минимума и хранения их в защищённых хранилищах;
- применение приспособлений, исключающих разлив токсичных, горючих и агрессивных жидкостей;
- размещение складов древесины, ядохимикатов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей с учётом направления господствующих ветров, устройство противопожарных разрывов и пожарных проездов, строительство пожарных водоёмов и емкостей, а также создание запасов пожаротушения;
- заглубление в грунт технологических коммуникаций, лимит электроснабжения и других систем.

Основные мероприятия по экстренной защите населения включают в себя:

- соблюдение режимов поведения в условиях ЧС;

- оповещение об опасности, использование средств защиты, эвакуация из опасных зон;
- применение средств медицинской профилактики и оказание пострадавшим медицинской помощи.

В картофелехранилище в процессе хранения имеются потери продукции. При подготовке к новому сезону отходы вывозятся на свалки, а они загрязняют окружающую среду. Следовательно, свалка мусора должна производиться в строго отведённых для этого местах, на территории хозяйства должна периодически проводиться уборка санитарно-технических зон.

Важным фактором улучшения экологического состояния на территории хозяйства является озеленение зон, связанных с неблагоприятной экологической обстановкой.

Вывод по части девять

Для обеспечения безопасности рабочих при эксплуатации необходимо соблюдать правила пожарной и электро безопасности, знать расположение запасных выходов и убежищ. Содержать средства пожаротушения в исправном состоянии и уметь оказывать первую медицинскую помощь.

10 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Экономическая эффективность определяется: во-первых, для выявления и оценки уровня использования отдельных видов затрат и ресурсов, экономической результативности производства в целом, экономических итогов реализации комплекса мероприятий; во-вторых для технико-экономического обоснования и отбора наиболее экономичных, оптимальных вариантов решения задач по внедрению новой техники. Эффективность рассчитывается на основе сопоставления технико-экономических показателей по двум вариантам решения производственной задачи. Исходные данные: рассчитать экономическую эффективность применения автоматического управления оборудованием микроклимата в картофелехранилище емкостью 2000 тонн, по сравнению с ручным управлением. Преимущества автоматического управления микроклиматом в

картофелехранилищах, по сравнению с ручным управлением. Во-первых, при хранении большой массы картофеля и овощей в хранилищах колхозов и совхозов, не оборудованных системами автоматического управления, при положительных температурах возникают очаги загнивания продукта, которые быстро распространяются на рядом расположенные клубни картофеля. Во-вторых, обычно картофель и овощи стараются хранить при минимально допустимых температурах, и при сильных морозах иногда подмораживается продукция в периферийных слоях. В-третьих, для визуального контроля сохранности продукции ее закладывают слоем небольшой толщины и оставляют места для прохода обслуживающего персонала, что приводит к относительно малому использованию объема хранилища. Вследствие этого при хранении картофеля и овощей в неавтоматизированных овощехранилищах полезный объем сооружений составляет 30 ... 40% общего объема, а порча продукции доходит до 30 % и более. Из-за неправильных режимов хранения хозяйства несут огромные потери. Например, потери питательных веществ в картофеле и овощах при нарушении режимов хранения составляет более 20%. Определим количество продукции дополнительно сохраненной благодаря автоматизации процессов регулирования микроклимата:

$$V_1 = 2000 (1 - 0,05) = 1900 \text{ т};$$

$$V_2 = 2000 (1 - 0,035) = 1930 \text{ т};$$

$$D V = 1930 - 1900 = 30 \text{ т}.$$

10.1 Расчет капиталовложений

Рассчитаем объем капиталовложений:

$$K = C_{об} (1 + a_{тр} + a_{м});$$

где $C_{об}$ - цена устанавливаемого оборудования, руб;

$a_{тр}$ - коэффициент учитывающий затраты на транспортировку ($a_{тр} = 0,15$);

$a_{м}$ - коэффициент учитывающий затраты на монтаж ($a_{м} = 0,2$).

Балансовая стоимость действующей ОВС

$$C_б = 45000 \cdot (1 + 0,15 + 0,2) = 60750 \text{ руб};$$

Капиталовложения в новое оборудование.

$$K_1 = 55000 \cdot (1 + 0,15 + 0,2) = 74250 \text{ руб};$$

10.2 Эксплуатационные затраты

Рассчитаем эксплуатационные издержки:

$$Иэ = ЗП + Ос + А + Р + Э;$$

где ЗП - затраты на заработную плату персонала, руб. Ос - отчисления на социальные страхования, руб. А - отчисления на амортизацию оборудования, руб. Р - затраты на проведение ремонтов, руб. Э - затраты на электроэнергию, руб.

$$ЗП = С_{т} \cdot К_{д} \cdot Т;$$

коэффициент учитывающий дополнительную оплату ($K_d = 1,3$) Т - годовые затраты труда, ч;

$$С_{т} = (К_{т} \cdot С_{\min}) / Т_{мес};$$

где K_t - коэффициент единой тарифной сетки ($K_t = 1,57$ для 4-го разряда) C_{\min} - минимальная заработная плата 1-го разряда 19,500 руб. $T_{мес}$ - средняя норма продолжительности рабочего времени в месяц, $T_{мес} = 168,0$ ч. - при 40 часовой рабочей неделе.

$$С_{т} = 1,57 \cdot 19,5 \cdot 103 / 168,0 = 181,476 \text{ руб/час.}$$

$$ЗП1 = 181,476 \cdot 1,3 \cdot 225 = 53081,73 \text{ руб.}$$

$$ЗП2 = 181,476 \cdot 1,3 \cdot 130 = 35387,82 \text{ руб.}$$

$$Ос = Кс / 100 \cdot ЗП;$$

где K_c - коэффициент отчислений на социальное страхование. $K_c = 30 \%$

$$Ос1 = 0,3 \cdot 53081,73 = 15924,52 \text{ руб.}$$

$$Ос2 = 0,3 \cdot 35387,82 = 10616,35 \text{ руб.}$$

$$А = Р_a / 100 \cdot К;$$

где P_a - процентная ставка амортизационных отчислений. $P_a = 11,3\%$

$$А1 = 11,3 / 100 \cdot 60750 = 6864,75 \text{ руб.};$$

$$А2 = 11,3 / 100 \cdot 74250 = 8390,25 \text{ руб.};$$

10.3 Отчисления на ремонт

Рассчитаем отчисления на ремонт:

$$P = P_{\text{тр}} + P_{\text{кр}} ;$$

$$P_{\text{тр}} = K_{\text{тр}} / 100 \cdot K;$$

$$P_{\text{кр}} = K_{\text{кр}} / 100 \cdot K;$$

где $P_{\text{тр}}$ - отчисления на текущий ремонт, руб. $P_{\text{кр}}$ - отчисления на капитальный ремонт, руб. $K_{\text{тр}}$ - процентная ставка отчисления на текущий ремонт, $K_{\text{тр}} = 5\%$, $K_{\text{кр}}$ - процентная ставка отчисления на капитальный ремонт, $K_{\text{кр}} = 1,2\%$

$$P_{\text{тр}1} = 5/100 \cdot 60750 = 3037,5 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{кр}1} = 1,2/100 \cdot 60750 = 729 \text{ руб.}$$

$$P_1 = 3037,5 + 729 = 3766,5 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{тр}2} = 5/100 \cdot 74250 = 3712,5 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{кр}2} = 1,2/100 \cdot 74250 = 891 \text{ руб.}$$

$$P_2 = 3712,5 + 891 = 4603,5 \text{ руб.}$$

10.4 Затраты на электроэнергию

$$\mathcal{E} = C_w \cdot W ;$$

где C_w - цена электроэнергии, руб./кВт. W - потребность электроэнергии, кВт.

$$\mathcal{E}_1 = 7 \cdot 7872 = 55104 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_2 = 7 \cdot 5904 = 41328 \text{ руб.}$$

Все величины, входящие в эксплуатационные издержки заносим в общую таблицу, а в итоговой графе высчитываем суммарные затраты на эксплуатацию электрооборудования за год.

Таблица. Эксплуатационные издержки

Показатели руб./год	варианты		изменение (II-I)
	I	II	
Заработная плата	53081,73	35387,82	-1763,91
Отчисления на социальное страхование	15924,52	10616,35	-5308,17
Амортизационные отчисления	6864,75	8390,25	1525,5
Отчисления на ремонт			837

	3766,5	4603,5	
Затраты на электроэнергию	55104	41328	-13776
Полные издержки на эксплуатацию	134741,5	100325,92	-34415,58

10.5 Чистый дисконтированный доход

Определим годовой доход.

$$Дг. = Ц \cdot D V + (Иэ1 - Иэ2) + (A2 - A1).$$

где Ц - цены картофеля, руб./т. D V - количество дополнительно сохраненного картофеля, т.

$$Дг = 35 \cdot 30 + (134741,5 - 100325,92) + (8390,25 - 6864,75) = 36991,08 \text{ руб.}$$

Определим срок окупаемости оборудования:

$$Ток = K1 / Дг ; Ток = 74250 / 36991,08 = 2 \text{ года.}$$

Рассчитаем эффективность капиталовложений: определим расчетный период службы оборудования:

$$Тсл = 100 / Pa; Тсл = 100 / 11,3 = 8,8$$

Срок службы составляет 9 лет.

Рассчитаем чистый дисконтированный доход.

$$ЧДД = Дг \cdot a_T - K1;$$

где a_T - коэффициент дисконтирования.

$$a_T = ((1 + E)T - 1) / (E(1 + E)T);$$

где E - базовая процентная ставка

$$a_T = ((1 + 0,1)9 - 1) / (0,1(1 + 0,1)^9) = 5,759.$$

$$ЧДД = 36991,08 \cdot 5,759 - 74250 = 138781,63 \text{ руб.}$$

10.6 Возврат капитала

Определим коэффициент возврата капитала

$$P_B = Дг / K1 - E;$$

$$P_B = 36991,08 / 74250 - 0,1 = 0,4$$

Определим сроки возврата капитала:

$$T_B = T (1 + E / P_B) / (T (1 + 0,1));$$

$$T_B = 9 \cdot (1 + 0,1 / 0,4) / (9 \cdot (1 + 0,1)) = 1,1 \text{ года.}$$

Вывод по части десять

Автоматизация процесса обеспечения микроклимата весьма выгодна: она позволяет на 1,5% снизить потери продукции при хранении, вложенные средства окупятся уже через 1,1 года, годовой доход составляет 36991,08 руб., а чистый дисконтированный доход за расчетный период составляет 138781,63 руб. Причем, чем больше объем картофелехранилища, тем выгоднее его автоматизация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ВКР произведена модернизация системы микроклимата в картофелехранилище на 2000 тонн. Была разработана САУ микроклимата, с применением новых регуляторов температуры и микропроцессорной техники, что позволило повысить точность регулирования.

Необходимость модернизации заключалась, прежде всего, в обеспечении качества и увеличении сохранности продукции.

Применение микроконтроллера позволило значительно сократить количество регулирующих приборов, в результате, повысить надежность схемы управления и всей системы в целом.

В данном ВКР были разработаны: принципиальная схема управления микроклиматом в картофелехранилище, щит управления; рассмотрены вопросы монтажа, эксплуатации и наладки данной системы; даны рекомендации по электрической и пожарной безопасности и экологичности проекта.

На основании технико-экономических показателей полученных в разделе 10 можно сделать вывод, что модернизация САУ микроклимата позволяет не только увеличить объем сохраненной продукции, но и снизить текущие издержки, расход электроэнергии, при этом улучшится качество производимой продукции. Срок окупаемости модернизации САУ составляет 1.1 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические указания «Проектирование комплексной электрификации» Саратов – 1998.-210с.
2. Методические указания «САПР систем автоматизации» Минск – 1997.-220с.
3. Бородин И.Ф., Недилько М.М. Автоматизация технологических процессов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 368 с.
4. Методическое руководство к курсовому и дипломному проектированию «Разработка щитов систем автоматизации технологических процессов»Казань-1997.-320с.

5. Методические указания к экономическому обоснованию дипломных проектов для студентов специальности С 03.02-00 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства». Мн. 1994. Ч 1.

6. Методические указания « Расчет и экспериментальная проверка эффективности зануления электроустановок, 1998. /Цыбульский П.П.,Цвирко Л.Ю.-Мн.: БАТУ,1993.-16 с.

7. Волкинд И.Л. Комплексы для хранения картофеля, овощей и фруктов.-М.: Агропромиздат, 1989г.-223с.

8. Волкинд И.Л. Промышленная технология хранения картофеля, овощей и плодов.-М.: Агропромиздат, 1989г.-239с.

9. Методические указания к экономическому обоснованию дипломных проектов /Приложения/ Минск – 1994.

10. Каганов И.В. Курсовое и дипломное проектирование. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.

11. Клюев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А. Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие. – М.: Агропромиздат, 1990. – 464 с.

12. Мартыненко И. И. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматики. – М.: Колос, 1981. – 304 с.

13. Луковников А.В., Шкрабак В.С. Охрана труда: учебник для вузов. 6–е изд. Перераб. и доп. – М.: Агропромиздат. 1991. – 319 с.

14. Богданов А.Г., Бондарев С.В. и др. Защита населения и народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях. – М.: Агропромиздат. 1997. – 277 с.

15. Мартыненко И.И., Лысенко В.Ф. Проектирование систем автоматики. – М.: Агропромиздат, 1990. – 243 с.

При принудительной смазке подшипников вентиляторов с длительным временем свободного выбега предусматривать аккумулирующее устройство, обеспечивающее смазку подшипников при отключении маслососов работающего агрегата.

1. Допускать реверсирование воздушной струи и переход с одного вентилятора на другой при закрытом направляющем аппарате без остановки вентиляторного агрегата (если это разрешается по технологии работы вентилятора, например для центробежных вентиляторов).

2. Обеспечивать аварийное отключение вентилятора при:

а) коротких замыканиях и нарушениях изоляции по отношению к “земле” в силовых цепях;

б) исчезновении более чем на 10 секунд напряжения на станциях управления, питающих оперативные цепи защиты, электродвигатели маслососов, а также на

роторной станции при асинхронном приводе в случае отсутствия блокировки (механической защелки) шунтирующего контактора;

в) неисправности в системе охлаждения приводных двигателей (при принудительном их охлаждении);

г) перегреве подшипников электродвигателей и вентиляторов (перегрев обмоток электродвигателей и подшипников качения контролируется только при наличии встроенных термодатчиков);

д) несимметричных режимах работы двигателей и их длительной перегрузке;

е) несостоявшемся или затянувшимся пуске;

ж) выпадении синхронного двигателя из синхронизма или неполном выводе сопротивлений ротора асинхронного электродвигателя после окончания пуска;

з) прекращении протока масла через подшипники или понижении давления в маслосистеме;

и) действию тормозных устройств во время работы агрегата.

3. Предусматривать подачу светового и звукового предупредительных сигналов при неисправностях, которые не вызывают необходимости аварийного отключения работающего вентилятора. Например, при предельной производительности или депрессии вентилятора, автоматическом включении резерва низкого напряжения.[2]

4. Предусматривать аварийную остановку вентилятора обслуживающим персоналом из машинного зала при любом виде управления.

5. Предусматривать блокировки, запрещающие:

а) одновременную работу двух вентиляторов на шахтную сеть, если на используется их параллельная работа, а также реверсирование воздушного потока без остановки вентилятора (кроме случая изложенного в п.б);

б) повторное или самопроизвольное включение привода вентилятора после оперативного или аварийного отключения без последующей команды на пуск и до устранения причины, вызвавшей аварийное отключение;

в) одновременное применение различных видов управления агрегатом;

г) включение электродвигателей лебедок ляд и шиберов при работающем вентиляторе, кроме случая изложенного в п б);

д) одновременную работу двух маслонасосов при нормальном давлении и необходимом количестве подаваемого масла;

е) включение привода вентилятора при работающих электродвигателях лебедок;

ж) пуск вентилятора при несоответствующем выбранному режиму работы ляд в вентиляционных каналах;

з) включение вентилятора при отсутствии протока масла через подшипники (при принудительной маслосмазке);

и) включение заторможенного вентилятора;

к) отключение разъединителя высоковольтного распреустройства при включенном масляном выключателе;

л) включение соленоида привода масляного выключателя, если обесточена нулевая приставка;

м) открывание ограждения высоковольтных устройств при наличии на последних напряжения.

б. Предусматривать контроль:

- а) депрессии и производительности вентилятора;
- б) температуры обмоток электродвигателей вентилятора (при наличии встроенных термодатчиков);
- в) температуры подшипников электродвигателя и вентилятора;
- г) протока и давления масла в системе маслосмазки;
- д) наличие напряжения на станциях управления и в оперативных цепях;
- е) положение ляд;
- ж) положения лопаток направляющего или спрямляющего – направляющего аппаратов;
- з) тока статора и ротора приводного двигателя;
- и) высокого напряжения;
- к) положения тормозного устройства.

7. Предусматривать сигнализацию, отражающую (в машинном зале световая или блинкерная):

- а) аварийное отключение вентилятора с расшифровкой причины отключения;
- б) работу в нормальном или реверсивном режиме;
- в) исправную работу системы охлаждения (при принудительном охлаждении двигателя);
- г) ввод в работу резервного насоса системы смазки;
- д) повышенную температуру подшипников электродвигателей и вентиляторов;
- е) повышенную температуру обмоток приводного электродвигателя (при наличии логометров и встроенных термодатчиков).

И. На пульте диспетчера (световая):

- а) включение вентилятора;
- б) отключение вентилятора;
- в) работу в нормальном и реверсивном режиме;
- г) аварийное отключение вентилятора (без расшифровки причины) с дублированным звуковым сигналом;
- д) неисправность, не требующую аварийной остановки вентиляторного агрегата с дублированным звуковым сигналом.

8. Предусматривать автоматический ввод резервного питания 380 В.

9. Обеспечивать независимость электроснабжения рабочего и резервного вентиляторных агрегатов. Схемы не должны содержать общих элементов, выход из строя которых может вызвать неуправляемость или отключение обоих агрегатов.

6.2 Выбор аппаратуры автоматизации

Для автоматизации аппаратуры вентиляторов главного проветривания применяется аппаратура типов УКВГ, ЭРВГП - 2, АДШВ, УКАВ - 2. В настоящее время

для этих целей промышленность выпускает аппаратуру типов УАШВ, УКАВ - М /24/.

Аппаратура УАШВ обеспечивает дистанционное управление и контроль работы шахтных реверсивных и нереверсивных вентиляторов с низковольтным электроприводом. Промышленностью изготавливается две модификации аппаратуры УАШВ:

УАШВ - 1 - для управления вентиляторной установкой при расстоянии от нее до диспетчерского пункта до 10 км и УАШВ - 2, применяемой при расстоянии до диспетчерского пункта до 2 км. Аппаратура УАШВ - 1 позволяет управлять вентиляторной установкой с пульта диспетчера по четырехпроводной (включая резервную пару проводов) линии связи, а УАШВ - 2 по 28 - проводной.

В комплект аппаратуры УАШВ - 1 входят: аппарат приема команд АПКВ, аппарат приема сигналов АПСВ, два аппарата управления вентилятором АВГ и аппарат управления вспомогательными приводами АУВП. В комплект УАШВ - 2 входят: два аппарата АВГ, аппарат АУВП и аппарат воспроизведения сигналов АВС. В комплекты обеих модификаций входят по два комплекта аппаратуры контроля температуры АКТ - 2.

Аппаратура УКАВ - М обеспечивает возможность автоматизированного управления шахтными вентиляторами главного проветривания при соблюдении всех нормативов безопасности и соответствии всем современным эксплуатационным требованиям, предъявляемым к автоматизации системы проветривания. Она предназначена для автоматизации вентиляторных установок, оборудованных одним или двумя реверсивными или нереверсивными осевыми вентиляторами, либо центробежными вентиляторами одностороннего или двухстороннего всасывания, поэтому в данном проекте принимается аппаратура УКАВ - М.[11]

6.3 Состав и работа аппаратуры автоматизации

Для автоматизации вентиляторов главного проветривания принимается серийно выпускаемый унифицированный комплект аппаратуры УКАВ-М. На листе 5 графической части проекта представлены способы контроля производительности вентиляторов и схема расположения датчиков состояния элементов вентиляторной установки.

Дистанционно осуществляется контроль: депрессии и температуры подшипников, обмоток электродвигателя; температуры, давления и расхода масла в ряде точек системы смазки; положения лопаток спрямляющего и направляющего аппаратов; положения тормоза для реверсивных осевых вентиляторов.

На листах 6 и 7 графической части проекта представлены структурная и принципиальная схемы УКАВ-М.

Комплект электрооборудования УКАВ-М предназначен для обеспечения автоматизированного выполнения всех операций при эксплуатации вентиляторных установок, изменения режима работы вентиляторов, контроля работы и автоматического отключения вентиляторов при возникновении аварийных ситуаций.

УКАВ-М позволяют производить автоматизированное из диспетчерской, автоматизированное из машинного зала и ремонтное (местное) управление вентиляторными установками. Комплекты обеспечивают:

– автоматические повторные пуски вентиляторных агрегатов в периоды кратковременных (до 9с) исчезновений или глубоких падений напряжения сети;

- реверсы вентиляторов;
- возможность автоматического включения резервных вентиляторных агрегатов при аварийных отключениях работающих;
- автоматическое включение резервных вводов низкого напряжения.

Унифицированный комплект электрооборудования вентиляторной установки состоит из двух одинаковых наборов электрооборудования вентиляторов и набора электрооборудования вспомогательных приводов - общего для обоих вентиляторов. В зависимости от типа привода (асинхронный, синхронный, синхронно-асинхронный, одно- или двухдвигательный) состав комплекта соответственно видоизменяется при одних и тех же основных станциях управления. Например, при синхронном приводе в комплект дополнительно входит станция возбуждения.

Конструктивно комплект УКАВ-М представляет собой набор шкафов закрытого исполнения и пульт дистанционного управления. В любом типоразмере комплект УКАВ-М включает в себя шкафы управления вентиляторными агрегатами: ШУ1-УКАВ-М (ШУ11-УКАВ-М), ШУ2-УКАВ-М и пульт дистанционного управления ШУ7-УКАВ-М.

Кроме того, в зависимости от типа привода, в комплект входит либо ШУ5-УКАВ-М, если привод синхронный либо ШУ6-УКАВ-М, если привод асинхронный. Если привод двухдвигательный, то в комплект входят ШУ5-УКАВ-М и ШУ6-УКАВ-М или два шкафа ШУ6-УКАВ-М. Шкафы ШУ3-УКАВ-М и ШУ4-УКАВ-М составляют общую часть электрооборудования вентиляторной установки. Шкаф ШУ3-УКАВ-М обеспечивает распределение энергии напряжением 380В по всем шкафам управления вентиляторной установкой и управление вентиляторами проветривания помещения машинного зала. Шкафы ШУ4-УКАВ-М осуществляют управление электродвигателями лебедок ляд. Если количество ляд в установке не превышает трех, используется шкаф ШУ4-УКАВ-М, при большем количестве ляд, но не более шести, в схеме автоматизации используется шкаф ШУ8-УКАВ-М. Шкаф ШУИ-УКАВ-М аналогичен ШУ1-УКАВ-М, отличаясь тем, что не содержит цепей управления системой маслосмазки.[23]

Шкафы управления ШУ1, ШУ2 совместно управляют вентиляторами и другими механизмами. Шкаф ШУ2 имеет следующие цепи управления:

- направляющими аппаратами 1НА, 1НА2, 2НА1, 2НА2 (для двусторонних вентиляторов);
- спрямляющими аппаратами 1СА, 2СА (для осевых реверсивных вентиляторов);
- тормозами 1ЭТ, 2ЭТ (для осевых вентиляторов);
- маслососами смазки подшипников 1МН1, 1МН2, 2МН1, 2МН2;
- масляными выключателями 1МВ1, 2МВ, 1МВ2, 2МВ2 для реверсивного вращения;
- электронагревателями масла 1ЭН, 2ЭН;
- станциями возбуждения 1СВ, 2СВ (для синхронных двигателей) или цепями роторных сопротивлений 1РС, 2РС (для асинхронного двигателя с фазным ротором).

К шкафам ШУ1 подключен ряд датчиков контроля скорости 1В1, 2В1 двигателей вентиляторов, контроля депрессии и расхода 1В2, 2В2, 1В3, 2В3, контроля температуры подшипников и обмоток двигателей 1В4-1В23, 2В4-2В23.

Шкафы ШУ3, ШУ4 совместно управляют лебедками ляд ДЛ1-ДЛ3 и вентиляторами для проветривания машинного зала ВП1—ВП10, выдают необходимое питание 380 В на весь комплект УКАВ-М и воспринимают сигналы концевых выключателей КВ положения ляд.

Шкафы ШУ5 обеспечивают управление возбуждаемыми тиристорными устройствами для синхронных двигателей. Группа реле, установленных в них, выдает команды на втягивание двигателя в синхронизм, а в случае генераторного режима отключают его.

Шкаф ШУ6 служит для переключения пусковых роторных сопротивлений АД с фазными роторами в функции времени. В набор станции входят контакторы для переключения роторных сопротивлений и реле времени. Шкаф ШУ6 производит пуск приводных двигателей в четыре ступени. В однодвигательном приводе применяется одна роторная станция. В двухдвигательном приводе применяются две роторные станции, причем на второй из них используются только контакторы ускорения, катушки которых подключаются параллельно соответствующим катушкам первой роторной станции.

Каждый вентилятор может управляться из машинного зала, со шкафа ШУ2 и дистанционно с пульта диспетчера ШУ7. При дистанционном управлении вентилятор работает только в автоматическом режиме, а при местном управлении – автоматическом и ручном режимах. В ручном режиме возможно управление со шкафа ШУ2 или кнопками местного управления от механизмов. На пульте ШУ7 расположены следующие органы управления: кнопки (пуск, стоп, реверс, больше, меньше); переключатели (нормальный режим, реверсивный); потенциометры (больше, меньше).

На пульт ШУ7 выдается световая сигнализация о положении всех механизмов вентиляторной установки, о положении ляд, о включении или отключении вентиляторного агрегата, об аварийном отключении вентиляторного агрегата или предупреждении об отклонении от нормального режима работы, о виде управления (местное, дистанционное).

Все шкафы управления (кроме пульта управления) - вертикальные конструкции двустороннего обслуживания. Пульт управления выполнен в виде стола оператора, на наклонной панели которого располагается ряд кнопок управления, переключателей и сигнальных ламп.

Управляющие автоматы комплектного устройства УКАВ-М работают по определенному алгоритму, описанному с помощью граф-схем - наиболее компактной формой, которая позволяет переходить непосредственно от задания условий к составлению и записи программы. Граф-схемы алгоритмов вентиляторных установок разработаны в соответствии с технологическими схемами вентиляторов, а также алгоритмами управления главных и вспомогательных приводов. При их разработке определяющим было стремление свести все разнообразие алгоритмов работы вентиляторов и вспомогательного оборудования, связанное с конструктивными и технологическими различиями, к единому системному решению функционирования с помощью единого аппаратного средства микрокомандного автомата управления. Это позволило создать систему управления, в которой различия отображаются на уровне программирования, а реализация функций

управления осуществляется одинаковой для всего многообразия управляемых механизмов операционной частью [23].

Выводы по части шесть

В данной части ВКР рассмотрено автоматизированное управление вентиляторной установки, режим работы при аварии с включением резерва, выбор и работа аппаратуры автоматизации.

7 ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

Главные вентиляторные установки относятся к важнейшему шахтному энергомеханическому оборудованию. От надежности их работы зависят производительность труда, здоровье и безопасность шахтеров. Установки - один из основных потребителей электроэнергии на шахтах. Высокая надежность и экономичность их работы могут быть обеспечены только при правильном техническом обслуживании.

При эксплуатации вентиляторных установок их осмотр, ревизию, ремонт и наладку производят в установленные нормативами сроки. В процессе эксплуатации вентиляторных установок выполняются операции пуска, остановки, регулирования,

а также надзор за их работой. Плановые включения резервного вентилятора производятся с местного щита управления. В этом случае перед пуском выполняют осмотр вентилятора (проверяется крепление рабочих колес, лопаток, обтекателя, подшипниковых опор, состояние вспомогательного оборудования), устанавливают наличие смазки во всех узлах согласно карте смазки. При циркуляционной смазке производят до запуска вентилятора опробование системы включением ее в работу на 5 – 10 мин. После пуска вентилятора по контрольно-измерительным приборам определяют: подачу, статическое давление, температуру подшипников. Проверяют герметичность стыковых соединений; прослушивают стетоскопом, металлическим стержнем или трубкой работу каждого подвижного соединения; визуально или на ощупь определяют уровень вибраций. Устанавливают соответствие перечисленных выше параметров необходимым уровням.

Сущность технического обслуживания вентиляторных установок сводится к системе операций и работ по надзору и уходу в процессе эксплуатации. Последовательность и сроки проведения осмотров, ремонтов, ревизий, наладок и испытаний вентиляторных установок приведены в таблице 7.1

Таблица 7.1- Последовательность и сроки проведения осмотров, ремонтов, ревизий, наладок и испытаний вентиляторных установок

Вид обслуживания	Периодичность	Продолжительность, ч	Когда проводится	Кем проводится
1	2	3	4	5
Сменный осмотр	Ежесменно	0,5	При приемке	Машинистом или электрослесарем для автоматизированных установок
Суточный осмотр	Ежесуточно	1,5	В дневную смену	Электрослесарем по ремонту

Окончание таблицы 7.1

1	2	3	4	5
Ежемесячный осмотр	1 раз в месяц	До 24 (по 8 в сутки)	В период очередной остановки для перевода в резерв	Электрослесарем по ремонту или бригадой по осмотру и ремонту под руководством мастера или механика
Ежеквартальный	1 раз в квартал	До 32 (по 8 в сутки)	То же	То же
Текущий ремонт	1 раз в месяц по результатам осмотров	В пределах времени, выделенного на осмотр	Совмещается с осмотром	Электрослесарем по ремонту или бригадой по ремонту и осмотру оборудования

Средний ремонт	Раз в 3 – 6 мес, в зависимости от технического состояния оборудования	В зависимости от объема ремонтных работ	По годовому плану и оперативному графику	ЦЭММ, рудоремонтный завод
Капитальный ремонт	Раз в 3 – 4 года, в зависимости от технического состояния оборудования	То же	То же	То же
Ревизия и наладка вентиляторной установки	Через каждые 12 мес.	До 56 (для установки из двух вентиляторов)	Совмещается с кварталным осмотром	Наладочная бригада ЦЭММ и бригада под руководством мастера и механика
Технические испытания и наладка	Через каждые 24 мес.	До 80 (для установки из двух вентиляторов)	То же	Наладочная бригада специализированной организации и бригада по ремонту под руководством мастера или механика

При ежесменных и ежесуточных осмотрах проверяют: работу приводного двигателя, подшипниковых узлов, температура нагрева по приборам аппаратуры управления или непосредственно по ртутному термометру, уровень масла по маслоуказательному стеклу, отсутствие течи масла через уплотнения визуально, стук с помощью слуховой трубки диаметром 10 – 15 мм и длиной 300 – 400 мм, вибрации элементов вентилятора с помощью индикатора часового типа, установленного на кронштейне, или на ощупь (для центробежных вентиляторов в местах корпусов подшипников, для осевых - в местах переднего и заднего опорных блоков); отсутствие подсосов по разъему корпусов, кожухов, выходных коробок, в местах примыкания элементов вентилятора к бетонным каналам; по приборам определяют подачу, давление и потребляемую двигателем мощность (параметры сравнивают с предыдущими записями в журнале, а при резком различии выясняют причины отклонений); работу маслостанции (уровень масла в баках, давление в маслосистеме, наличие струи на сливе каждого подшипника, исправность манометров, состояние фильтра по перепаду давления на нем); работу привода направляющих аппаратов; отсутствие подсосов в местах прохода канатов ляд, подвесок ляд; отсутствие наледей.

При ежемесячных и ежеквартальных осмотрах, кроме указанного выше, проверяют крепление колеса на валу, состояние коренного и покрывного дисков,

лопаток рабочего колеса направляющих аппаратов, зазор лабиринтного уплотнения для центробежных вентиляторов. Крепление втулки на валу, состояние и крепление лопаток к втулке, их углы установки, зазоры между концами лопаток и внутренней поверхностью кожуха, состояние лопаток направляющих и спрямляющих аппаратов для осевых вентиляторов; затяжку болтов (фундаментных, по разьему корпуса, торцовых крышек подшипников); натяжение цепи привода направляющих аппаратов; состояние и наличие смазки зубчатой муфты.

По результатам суточных и ежемесячных осмотров проводятся текущие ремонты. При этом подтягиваются фундаментные болты, болты крепления рамы кожуха, торцовых крышек подшипников. Подтягиваются и стопорятся элементы крепления рабочих колес на валу. Рабочие колеса и их лопатки очищаются от пыли, ржавчины и грязи. Проверяется состояние зубчатой муфты и наличие смазки в ней. Проверяется исправность аппаратуры управления и сигнализации. После текущего ремонта перед сдачей вентилятор опробывается вхолостую и под нагрузкой.

При среднем ремонте, кроме работ, входящих в текущий, проводятся следующие. Ревизия и наладка подшипников качения. Снимаются торцовые крышки, подшипники тщательно промываются и осматриваются.

Наличие трещин, раковин, коррозии на деталях подшипника не допускается. Замеряются и регулируются радиальные зазоры между роликами и наружной обоймой, проверяются качество насадки внутреннего кольца подшипника на шейку вала, состояние уплотнений в подшипниковых опорах, подтягиваются болты крепления опор. При больших зазорах возможно попадание масла между шейкой вала и внутренней обоймой подшипника. Температура при работе вентилятора может не повышаться. Шейка же будет изнашиваться, что потребует в последующем замены вала. Проворот внутренней обоймы относительно вала – самый распространенный отказ. Он, как правило, трудно восстанавливается.

Проверяется отсутствие проворота по совпадению меток несмываемой краски на валу и внутренней обойме.

При средних ремонтах проводятся ревизия и наладка муфт, центровка валов. Снимается защитный кожух и проверяется отсутствие течи смазки через уплотнения. Проводится маркировка взаимного расположения полумуфт и валов. Муфта рассоединяется, очищается от смазки и промывается. Проверяется состояние деталей муфты. Особое внимание обращается на состояние зубьев втулок, прокладок и уплотнений. Износ зубьев не должен превышать 30% от их толщины. Для пальцевых муфт особое внимание обращается на состояние пальцев, эластичных шайб. При значительном износе проводится их замена. Проверяются качество посадки втулок и затяжка шпонок. Наличие полного зацепления зубьев устанавливается при сдвинутых и раздвинутых валах. Проверяется соосность валов. Муфта заполняется смазкой. При консистентной смазке свободное пространство должно быть заполнено на 2/3, а при жидких маслах — на 1/3 объема.[13]

Проводятся ревизия и наладка направляющих аппаратов. Разбирают для контроля несколько подшипниковых опор, а в случае их неудовлетворительного состояния разбирают все остальные. Заменяют отработавшую смазку в шарнирах опор, в редукторах приводов.

По данным дефектной ведомости осмотров, ремонтируют или заменяют изношенные детали.

Капитальный ремонт проводят в соответствии с инструкцией заводоизготовителей. Восстановление или замена деталей установки при этом должны обеспечить ресурс вентилятора, близкий к полному.

Для вентиляторов главного проветривания ГОСТ 11004 – 84 установлены следующие нормы по надежности. Нарботка на отказ сборочных единиц и деталей ротора, трансмиссионного вала, соединительных муфт, направляющих аппаратов рабочих колес диаметром до 2500 мм должна составлять не менее 15000 ч, для колес свыше 2500 мм и до 3150 мм – не менее 19000 ч, а для колес с диаметром более 3150 мм – не менее 23 000 ч. Ресурс до первого капитального ремонта должен составлять для колес до 3150 мм не менее 50000 ч, для колес большего диаметра – не менее 80 000 ч.

В процессе эксплуатации вентиляторных установок периодически проводятся их проверочные аэродинамические испытания с целью получить реальные индивидуальные характеристики. Отклонение статического давления при данной подаче от давления по заводской характеристике не должно превышать 5%, а снижение коэффициента полезного действия – 2 %.

Если на период испытаний вентилятор отключить нельзя, то руководствуются следующим. Расход вентилятора 2 (режимы расположены правее нормального) обеспечивается подачей воздуха через резервный вентилятор 1 (рисунок 6.1, сплошная линия). Расходы регулируются степенью открывания направляющего аппарата или переключающей ляды резервного вентилятора. Режимы левее нормального получаются при параллельной работе обоих вентиляторов (рисунок 7.1, пунктирная линия). Меняя приведенную к точке разветвления аэродинамическую характеристику резервного вентилятора, будем получать различные режимы испытываемой установки.

В соответствии с принятой методикой измеряют подачу вентилятора, давление и мощность привода.

Тогда к.п.д. вентиляторной установки

$$\eta_s = \frac{Q \cdot p_{sv}}{1000 \cdot N_c \cdot \eta_d},$$

где N_c - мощность, потребляемая двигателем из сети;

η_d - к.п.д. двигателя, берется из каталогов как

$$\eta_d = f \cdot \left(\frac{N}{N_{opt}} \right),$$

где N_{opt} - мощность двигателя в оптимальном режиме.

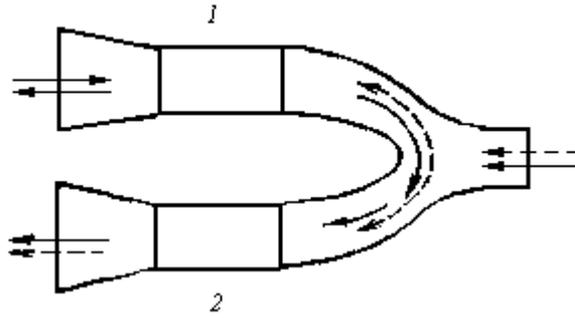


Рисунок 7.1 - Схема работы вентиляторов при испытании:
 ← увеличение подачи за счет подсосов через резервный вентилятор;
 ←--- уменьшение подачи при включении резервного вентилятора;
 1 – резервный вентилятор; 2 – испытываемый вентилятор

Для вентиляторов с регулируемым приводом при определении к.п.д., учитываются потери в системе регулирования. Если при испытаниях заметно изменяется частота вращения ротора вентилятора (при использовании асинхронного привода, при значительных колебаниях напряжения),

то аэродинамические характеристики приводятся к каталожной частоте вращения в соответствии с зависимостями:

$$\frac{H}{H_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^2; \quad \frac{Q}{Q_1} = \frac{n}{n_1}; \quad \frac{N}{N_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^3.$$

Выводы по части семь

В данной части ВКР проработано техническое обслуживание вентиляторной установки, проведения осмотров и вида ремонта.

8 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Технико-экономическую эффективность рассчитываем в двух вариантах: базовом и новом. В базовом варианте ведем расчет для автоматизированной вентиляторной

установки без регулируемого электропривода, состоящей из двух вентиляторов. В новом варианте расчет ведем для автоматизированной вентиляторной установки с регулируемым электроприводом.

Эффективность оцениваем по трем элементам затрат: оплата труда, материальные затраты (материалы и электроэнергия) и амортизация. Цены и тарифы взяты по данным на май 01.04.2008 года.

8.1 Оплата труда

По количеству установок и ремонтной сложности оборудования определяем численность электрослесарей. Выполнение расчетов по данному элементу себестоимости производится в табличной форме таблица 8.1 – базовый вариант, таблица 8.2 – новый вариант

Таблица 8.1- Базовый вариант

Наименование оборудования	Марка оборудования	К-во, единиц	Ремонтная сложность оборуд., баллы	
			на единицу	на все оборуд.
1	2	3	4	5
1. Вентилятор	ВОД 21 М	2	15,00	30,00
2. Распределительное устройство	КСО - 366	4	2,50	10,00
3. Трансформатор	ТМ	2	3,00	6,00
4. Автоматический выключатель	АВ	4	2,00	8,00
5. Пускатель	ПМА	12	3,00	36,00
6. Осветительный трансформатор	ТСШ	1	2,00	2,00
7. Автоматика	УКАВ-2	1	3,00	3,00
Итого				95,00

Таблица 8.2 - Новый вариант

Наименование оборудования	Марка оборудования	К-во, единиц	Ремонтная сложность оборуд., баллы	
			на единицу	на все оборуд.
1	2	3	4	5
1. Вентилятор	ВОД 21М	2	15,00	30,00
2. Распределительное устройство	КСО	4	2,50	10,00
3. Трансформатор	ТМ	2	3,00	6,00
4. Система регулирования	ТВУ+рег.скор.	4	3,00	12,00
5. Автоматический выключатель	АВ	4	2,00	8,00
7. Пускатель	ПМА	13	3,00	39,00
8. Осветительный трансформатор	ТСШ	1	2,00	2,00
9. Автом. электропривод	ПЧ	1	4,00	4,00
9. Автоматика	УКАВ-М	1	3,00	3,00
Итого				114,00

По количеству баллов на основании «Единых норм численности повременно оплачиваемых рабочих» определяем явочный состав рабочих. Списочный состав по единым нормам численности:

$$N_{\text{сп}} = K_{\text{сс}} * P_{\text{яв}} ,$$

где $K_{\text{сс}}$ – коэффициент списочного состава

$$K_{\text{сс}} = \frac{V_{\text{к}} - V_{\text{п}} - V_{\text{вых}}}{(V_{\text{к}} - V_{\text{п}} - V_{\text{вых}} - V_{\text{отп}}) \cdot K_{\text{ув}}} = \frac{365 - 10}{(365 - 10 - 104 - 30) \cdot 0,96} = 1,67 ,$$

где $V_{\text{к}}$ - количество календарных дней в году,

$V_{\text{п}}$ - количество праздничных дней,

$V_{\text{вых}}$ - количество выходных дней,

$V_{\text{отп}}$ - количество дней отпуска,

$K_{\text{ув}} = 0.96$ - коэффициент отсутствия по уважительной причине.

Для управления и наблюдения за работой вентилятора принимаем 4-х машинистов в сутки и 11 электрослесарей.

Для нового варианта принимаем электрослесарей более высокого разряда так как используется более сложная аппаратура одновременно сокращаем их численность.

К этому количеству на все установки добавляется механик и бригадир.

Основная заработная плата рабочих повременщиков:

$$Z_n = N_{\text{сс}} \cdot T ,$$

где T – тарифные ставки работников.

Все доплаты принимаем по данным производства. Доплаты за работу в ночное время с 22-00 до 6-00 - 15% от тарифных ставок, доплаты за хождение к месту работы так же 15%, премия за безаварийную работу – 20%, бригадирские - 20%.

Основная заработная плата рабочих повременщиков:

$$Z_n = N_{cc} \cdot T,$$

где T – тарифные ставки работников.

Выполнение расчетов по данному элементу себестоимости производим в табличной форме, таблица 8.3 – базовый вариант, таблица 8.4 – новый вариант.

Таблица 8.3- Затраты на оплату труда по базовому варианту

Профессия рабочих, разряд, должность	Кол-во по списку	Тариф, оклад	Объем за месяц	Прямая З/П, руб.	Доплаты, руб.				Всего, руб.	с ЕСН = 26,2%, руб	Обоснование
					За работу в ночное время	За руководство бригадой	За хождение к месту работы	Премия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11
Эл. слесари:											Данные предприятия
разряды: V	2	48	150	14400	2160	1440	2160	2880	23040	29076	
IV	5	42	150	31500	4725		4725	6300	47250	59630	
III	4	37	150	22200	3330		3330	4440	33300	42025	
Машинист	5	48	150	36000	5400		5400	7200	54000	68148	
Мех. участка	1			9950				1990	11940	15068	
Итого	17								169530	213947	
Итого в год										2567362	

Таблица 8.4- Затраты на оплату труда по новому варианту

Профессия рабочих, разряд, должность	Кол-во по списку	Тариф, оклад	Объем за месяц	Прямая З/П, руб.	Доплаты, руб.				Всего, руб.	с ЕСН = 26,2%, руб	Обоснование
					За работу в ночное время	За руководство бригадой	За хождение к месту работы	Премия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11
Эл. слесари:											Данные предприятия
разряды: V	5	48	150	36000	5400	1440	5400	7200	55440	69965	
IV	3	42	150	18900	2835		2835	2835	27405	34585	
Машинист	5	48	150	36000	5400		5400	5400	52200	65876	
Мех. участка	1			9950				1493	11443	14440	
Итого	14								146488	184867	
Итого в год										2218407	

8.2 Материальные затраты

8.2.1 Материалы

В соответствии с принятой в угольной отрасли методикой, все расходуемые на шахте (участке) материалы подразделяются на 3 группы по способу списания их стоимости на производство: - материалы разового пользования; материалы длительного пользования; малоценные и быстроизнашиваемые предметы.

Так как расходы на материалы разового и длительного пользования для обоих вариантов примерно одинаковые, пользуемся упрощенной методикой. Расчет выполняем только по быстро изнашиваемым материалам.

Стоимости быстро изнашиваемых материалов приведены в таблицах 8.5 – базовый вариант, 8.6 – новый вариант.

Таблица 8.5-Стоимость быстро изнашиваемых материалов – базовый вариант

Наименование материалов	Ед. изм.	Оптовая цена, руб.	Трансп. складск. затраты	Кол-во	Срок службы, мес.	Сумма погашения за месяц, руб.	Обоснование
1	2	3	4	5	6	7	8
Костюм	шт.	500	1,12	17	6	1587	Данные производства
Сапоги	пар.	125	1,12	17	6	397	
Каска	шт.	60	1,12	17	18	63	
Аптечка	шт.	220	1,12	2	6	82	
Светильник	шт.	300	1,12	17	18	317	
Перчатки диэлектрические	пар.	100	1,12	6	6	112	
Итого						2558	
Прочее						256	
Всего						2814	

Таблица 8.6- Стоимость быстро изнашиваемых материалов – новый вариант

Наименование материалов	Ед. изм.	Оптовая цена, руб.	Трансп. складск. затраты	Кол-во	Срок службы, мес.	Сумма погашения за месяц, руб.	Обоснование
1	2	3	4	5	6	7	8
Костюм	шт.	500	1,12	14	6	1307	Данные производства
Сапоги	пар.	85	1,12	14	6	222	
Каска	шт.	55	1,12	14	18	48	
Аптечка	шт.	150	1,12	2	6	56	
Светильник	шт.	150	1,12	14	18	131	
Перчатки диэлектрические	пар.	55	1,12	6	6	62	
Итого						1825	
Прочее						182	
Всего						2007	

Полную величину стоимости материалов в год приводим в виде таблицы 8.7, с учетом того, что быстро изнашиваемые материалы составляют не более 20% от суммы расходов на материалы длительного, разового использования и быстро изнашиваемые.

Неучтенные материалы составят 10% общего расхода материалов длительного и разового пользования.

Расходы будущих периодов составляют 28,2% от всех материалов.

Таблица 8.7 - Полная стоимости материалов в год

Виды материалов	При базовом варианте, руб.	При новом варианте, руб.
Малоценные и быстроизнашивающиеся предметы (20%)	2814	2007
Материалы длительного и разового пользования (80%)	11256	8028
Неучтенные материалы (коэф-т 0,1 от	1407	1003,5
Расходы будущих периодов (коэф-т 0,282 от 100%)	3967,74	2829,87
Итого в месяц:	19444,74	13868,37
Итого в год:	233336,88	166420,44

8.2.2 Электроэнергия

Затраты на электроэнергию определяют в общем случае по трехставочному тарифу по формуле

$$C_3 = (P_{м.з.} \cdot A + W_a \cdot B + 0,08W_p \cdot B) \cdot (1 + R + K), \text{ руб.}$$

где C_3 – стоимость электроэнергии, руб.;

$P_{м.з.}$ – получасовой максимум нагрузки на шинах подстанции (договорная величина заявленной мощности), который определяется из следующего выражения

$$P_{мз} = (0,35 \div 0,45) \cdot P_{уст}, \text{ кВА,}$$

здесь $P_{уст}$ – установленная мощность токоприемников, кВт;

A – тариф за 1 кВА максимальной нагрузки;

B – тариф за 1 кВт·ч или кВар·ч потребляемой электроэнергии (соответственно B_a и B_p), руб.;

Цена электроэнергии по тарифам для потребителей с присоединенной мощностью 750 кВА и выше

$$1 \text{ кВ} \cdot \text{А} - 323,39 \text{ руб/кВт} \cdot \text{мес}, 1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} - 3,186 \text{ руб.}$$

W_a – количество потребляемой активной мощности, кВт·ч

$$W_a = \frac{P_{уст} \cdot N \cdot K_3 \cdot K_c \cdot K_m \cdot T_o \cdot D}{\eta},$$

где K_c – коэффициент учета кпд сети, $K_c = 1,1$

K_3 – коэффициент загрузки двигателя, $K_3 = 0,7$;

K_m – коэффициент чистоты машинного времени;

N – количество токоприемников;

T_o – общее количество часов работы в сутки;

η – к.п.д. двигателя;

D – количество рабочих дней в году.

R, K – скидки, надбавки к тарифам за качество потребляемой электроэнергии. Ввиду отсутствия фактических значений реактивной мощности надбавки и скидки к стоимости электроэнергии не учитываются.

Расчет потребленной активной энергии в год по базовому варианту сводим в таблицу 8.8

Таблица 8.8- Расчет потребленной активной энергии

Токоприемник	P _{уст} , кВт	N	K _з	K _с	K _д	K _м	R _{см}	Д	η	W, кВт*ч
										в мес
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ВОД-21М	800	1	0.8	1,05	1,05	1,00	24	30	0,70	907200
ТМ 160/6	160	1	0.9	1,05	1,10	1,00	24	30	0,65	204702
Итого в месяц	960									1111902
Итого в год										13342818

Расчет потребленной активной энергии в год по новому варианту выполняем с учетом изменения КПД регулируемого привода до 0,89 и потребляемой мощности регулируемым приводом

– из-за сезонных колебаний температуры (расчетный диапазон 10-15% на 0,5 года);

- из-за изменения суточного режима работы (диапазон изменения 15-20%, примерно 7% при 3-х сменном режиме работы);

- в праздничные дни (диапазон изменения 35-50% 65 дней или 22%).

Потребляемая вентилятором в год активная энергия при регулируемом приводе равна

$$W_{н.в} = 12W_{б.в} \{1 - 0,5[0,125(1+0,07+0,22*0,425)+0,07+0,22*0,425]\} \eta_б / \eta_н = \\ = 12W_{б.в} (1-0,227) \eta_б / \eta_н = 12*1111902(1-0,227) 0,7 / 0,85 = \\ = 8493885 \text{ кВт*ч}$$

Стоимость электроэнергии определяем по двух ставочному тарифу

$$C_{эб} = (P_{мз} \cdot A + W_a \cdot B + W_p \cdot 0.08 \cdot B) \cdot (1+R),$$

где A и B – тарифы за максимальную заявленную мощность и потребляемую активную мощность, руб/кВ·А и руб/кВт·ч.

Договорная величина заявленной мощности, кВт:

$$P_{мз} = (0,35 - 0,45) \cdot P_{уст\Sigma} = 0,4 \cdot 960 = 384 \text{ кВА.}$$

Ближайшая по шкале мощностей P_{мз}=400 кВА.

Количество потребляемой реактивной энергии по базовому варианту, кВАр·ч

$$W_{рб} = 0.08 \cdot W_a \text{ кВАр}\cdot\text{ч.}$$

Количество потребляемой реактивной энергии по базовому варианту, кВАр·ч

$$W_{pб} = 0.02 \cdot W_a \text{ кВАр} \cdot \text{ч.}$$

Надбавки и скидки к стоимости электроэнергии не учитываем.

Стоимость электроэнергии по базовому варианту

$$\begin{aligned} C_{эб} &= 400 \cdot 323,39 \cdot 12 + 1,08 \cdot 13342818 \cdot 3,186 = \\ &= 47463308 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Стоимость электроэнергии для нового варианта

$$C_{эн} = 400 \cdot 323,39 \cdot 12 + 1,02 \cdot 8493885 \cdot 3,186 = 29155020 \text{ руб.}$$

8.3 Амортизация

Величина амортизационных отчислений по каждому объекту основных фондов определяется по выражению

$$C_a = C_б \cdot N_a \cdot K_a,$$

где N_a – норма амортизации, %;

K_a – коэффициент особых условий работы объектов основных фондов;

$C_б$ – балансовая стоимость объекта основных фондов

$$C_б = N \cdot N_p \cdot C_p \cdot K_{тс} \cdot K_{мд}, \text{ руб.},$$

здесь N – количество единиц оборудования;

N_p – норматив резерва оборудования [17];

C_p – рыночная стоимость объекта основных фондов, руб;

$K_{тс}$ – коэффициент транспортно-складских операций, $K_{тс} = 1,12$;

$K_{мд}$ – коэффициент монтажно-демонтажных затрат [17].

Результаты расчетов сведены в в таблице 8.9 – базовый вариант, таблице 8.10 – новый вариант.

Таблица 8.9 - Амортизационные отчисления по базовому варианту

Наименование ОФ	N	N _p	C _p , тыс. руб.	K _{мд}	K _{тс}	C _б , тыс. руб.	K _a	H _a	C _a , тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вентилятор	2	1,50	1350	1,10	1,20	5346	1,25	0,07	441,05
Распред. устройство	4	1,50	260	1,01	1,12	1765	1,00	0,07	116,47
Трансформатор	2	1,30	340	1,07	1,12	1059	1,00	0,10	105,94
Авт. выключатель	4	1,20	35	1,20	1,20	242	1,25	0,20	60,48
Пускатель	12	1,40	45	1,20	1,20	1089	1,25	0,20	272,16
Осв. трансформ.	1	1,50	35	1,20	1,20	76	1,00	0,30	22,68
Автоматика УКАВ	1	1,20	60	1,20	1,20	104	1,00	0,15	15,55
Итого:						9680	За год		1034,32
							За мес.		86,19

Таблица 8.10 - Амортизационные отчисления по новому варианту

Наименование ОФ	N	N _p	C _p , тыс. руб.	K _{мд}	K _{тс}	C _б , тыс. руб.	K _a	H _a	C _a , тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вентилятор	2	1,50	1700	1,10	1,20	6732	1,25	0,07	555,39
Распред. устройство	4	1,50	260	1,01	1,12	1765	1,00	0,07	116,47
Трансформатор	2	1,30	340	1,07	1,12	1059	1,00	0,10	105,94
Авт. выключатель	4	1,20	35	1,20	1,20	242	1,25	0,20	60,48
Пускатель	12	1,40	45	1,20	1,20	1089	1,25	0,20	272,16
Осв. трансформ.	1	1,50	35	1,20	1,20	76	1,00	0,30	22,68
Автоматика УКАВ	1	1,20	60	1,20	1,20	104	1,00	0,15	15,55
Контактор	2	1,40	35	1,20	1,20	141	1,25	0,20	35,28
Автом. эл. привод	2	1,50	420	1,12	1,12	1581	1,00	0,20	316,11
Итого:						12788	За год		1500,06
							За мес.		125,00

Итоговые данные по основным технико-экономическим показателям сведены в таблицу 8.11.

Таблица 8.11-Итоговые данные по основным технико-экономическим показателям

Наименование показателя	Варианты		± базовый к новому
	базовый	новый	
1. Численность персонала, чел.	17	14	3
3. Капитальные влож. в год, руб.	9680000	12788000	-3108000
4. Затраты по элементам в мес.:			
оплата труда, руб.	2567362	2218407	348955
материалы, руб.	233336	166420	66916
электроэнергия, руб.	47463308	29155020	18308288
амортизация, руб.	1034320	1500060	-465740
Итого по элементам затрат, руб.	51298326	33039907	18258419
Проектная мощность шахты, т	1000000	1000000	
Себестоимость обслуживания участка на единицу продукции, руб/т	51,30	33,04	18,26

8.4 Экономический эффект

Экономический эффект возникает от внедрения новой техники взамен традиционной в тех же неизменных условиях использования. Его определение производится по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_r = [(C_1 - C_2) - E_n (K_2 - K_1)] V_r,$$

где \mathcal{E}_r – годовой экономический эффект, руб.;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений ($E=0,15$);

V_r – годовой объем продукции;

K_1 и K_2 – удельные капитальные затраты на единицу годового объема продукции по вариантам:

$$K_1 = K_б / V_r = 9680000 / 1000000 = 9,68 \text{ руб./т};$$

$$K_2 = K_н / V_r = 12788000 / 1000000 = 12,79 \text{ руб./т},$$

$K_б$ – капитальные затраты по базовому варианту, руб.;

$K_н$ – капитальные затраты по новому варианту, руб.;

C_1 и C_2 – себестоимость единицы продукции при базовой и новой технике, руб.;

$$\mathcal{E}_r = 17793500 \text{ руб.}$$

Экономический эффект достигается из-за уменьшения затрат на оплату электрической энергии.

8.5 Оценка экономической эффективности организационно-технических мероприятий проекта

Оценку эффективности проводим на основе показателей:

- чистая текущая приведенная стоимость (PV);

- чистый дисконтированный доход или интегральный эффект (NPV);

- срок окупаемости (PP).

При периоде расчета 5 лет эти показатели равны:

Определяем текущую стоимость:

$$PV := \frac{R1}{(1 + E)} + \frac{R2}{(1 + E)^2} + \frac{R3}{(1 + E)^3} + \frac{R4}{(1 + E)^4} + \frac{R5}{(1 + E)^5},$$

где R1, R2, R3, R4, R5 - экономия на себестоимости нового варианта над базовым - 18258419 рубль;

E = 0,12 – норма реновации

$$PV = R1/(1+E) + R2/(1+E)^2 + R3/(1+E)^3 + R4/(1+E)^4 + R5/(1+E)^5 = \\ = 18258419 * 3,61 = 65912893 \text{ рублей.}$$

Чистый дисконтированный доход (NPV) позволяет получить более обобщенную характеристику результата инвестирования, т.е. его эффект в абсолютной сумме.

Данный показатель определяется как разница между приведенными к настоящей стоимости (путем дисконтирования) суммой денежного потока. За период эксплуатации инвестиционного проекта и суммой инвестируемых в его реализацию средств:

$$NPV = PV - Z_t,$$

где Z_t – затраты на новое оборудование;

$$NPV = 65912893 - (12788000 - 9680000) = \\ = 65912893 - 3108000 = 62804893 \text{ руб.}$$

Так как $NPV > 0$, то в случае принятия проекта благосостояние компании возрастет.

Индекс доходности- Индекс доходности (PJ) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине капиталовложений. В связи с тем, что капитальные вложения осуществляются в первый год реализации проекта индекс доходности вычисляется по коэффициенту дисконтирования α_t первого года реализации для нормы дисконта $E = 15\%$

$$PJ = \frac{1}{K} \cdot \sum_{t=1n}^T (R_t - Z_t) \cdot \alpha_t = 0,8696 [(17793500 - 3108000) / 3108000] = 4,1.$$

Так как $PJ >$ проект может быть принят к реализации.

Срок окупаемости (PP) «Простым» или статическим сроком окупаемости называется продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости. Моментом окупаемости называется тот наиболее ранний момент времени в расчетном периоде, после которого текущий чистый доход (чистый денежный поток в текущих ценах) становится в дальнейшем остается не отрицательным. При оценке эффективности срок окупаемости, как правило, выступает только в качестве ограничения.

$$PP = \frac{Z_t}{\dot{E}_2} = (12788000 - 9680000) / 17793500 = 0,174 \text{ г.}$$

Логика критерия PP такова: он показывает число базовых периодов, за которое исходная инвестиция будет полностью возмещена за счет генерируемых проектом притоков денежных средств.

Чистый дисконтированный доход за пять лет реализации проекта равен 62804893 рублей при ставке дисконта 0,12, индекс доходности (PJ) – 4,1, годовой экономический эффект – 17793500 руб. , срок окупаемости – 0,174 г.

Выводы по части восемь

В данной части был проведен экономический анализ целесообразности закупки и внедрения системы электропривода вентилятора главного проветривания, а именно, произведена оценка годовой производительности вентилятора, рассчитаны капитальные затраты на оборудование, определена экономическая эффективность использования выбранной системы электропривода и срок окупаемости оборудования. Проведенные расчеты доказывают целесообразность внедрения новой системы электропривода, в частности, малый срок окупаемости капиталовложений, а также новый электропривод, обладающий лучшими характеристиками и высокой надежностью должен повысить производительность станка, на котором он будет установлен, за счет экономии времени на технологическое обслуживание, т. е. за счет времени бесперебойной работы машины.

9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

9.1 Безопасность при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте вентиляторных установок

Шахтные вентиляторные установки главного проветривания оборудуются двумя одинаковыми вентиляторами – рабочим и резервным. Для негазовых шахт допускается иметь один вентилятор с резервным двигателем. Реверсирование воздушной струи вентиляторные установки выполняется не более чем за 10 мин. При этом расход воздуха в выработке должен составлять не менее 60 % от нормального. Способ реверсирования струи определяется типом вентиляторов. В установках с центробежными вентиляторами, изменение направления вращения рабочих колес которых невозможно, реверсирование осуществляется только с помощью обводных каналов и системы ляд. В установках с осевыми вентиляторами реверсирование осуществляется, как правило, изменением направления вращения рабочих колес, хотя применим и способ, используемый для установок с центробежными вентиляторами.

Техническое обслуживание и ремонт оборудования вентиляторной установки производят при снятом напряжении и вывешенном на пульте управления плакаты: «Не включать! Работают люди». Работы по обслуживанию и ремонту узлов и деталей проточной части, осуществляемые с вентиляционного канала, должны

выполняться при застопоренном роторе не менее чем двумя рабочими. Работать в проточной части вентиляторов можно только при наличии монтажных поясов и надежно сооруженных и закрепленных помостов, лестниц, настилов.

Приспособления, применяемые при монтаже и демонтаже деталей и узлов вентилятора, должны иметь техническое освидетельствование, установленное Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Стропальные работы производятся в соответствии с инструкцией по безопасному ведению работ для стропальщиков, обслуживающих грузоподъемные краны.

При подъеме и перемещении груза запрещается находиться под ним. Перед подъемом груза необходимо убедиться в том, что он надежно закреплен и ничем не удерживается. Для предотвращения самопроизвольного разворота громоздких грузов во время их подъема или перемещения необходимо применять специальные оттяжки. Груз при опускании следует устанавливать на прочные подкладки.

Во время работы вентиляторной установки запрещается открывать люки вентиляционных каналов и входить в каналы; производить ремонт вращающихся частей работающей установки; включать вентиляторную установку при отсутствии ограждения движущихся и вращающихся частей и открытых трубопроводов; курить в здании вентиляторных установок; пользоваться промывочными жидкостями или производить травление без резиновых перчаток.

При проведении работ по техническому обслуживанию и ремонту необходимо проверить заземление вентиляторных установок и электрооборудования. В случае использования домкратов надо убедиться в их исправности, проверить состояние поверхности головок и ленточной резьбы.

Проверка действия реверсивных и герметизирующих устройств производится при остановленных. При этом до остановки вентилятора необходимо вывести рабочих из очистных и тупиковых подготовительных выработок на свежую струю и отключить электроэнергию на участках. Возобновление работ после каждой проверки разрешается не ранее чем через 15 мин после восстановления нормального режима вентиляции и осмотра выработок лицами надзора. Работы по техническому обслуживанию и ремонту считаются незаконченными, если оборудование и вся зона рабочего места не приведены в порядок, а защитные устройства не поставлены на свои места.

В здании вентиляторных установок должен находиться комплект противопожарного инвентаря: порошковые огнетушители, ящик с песком или инертной пылью, лопаты, ведра, крюки. Огневые работы должны выполняться в соответствии с инструкцией по ведению огневых работ в подземных выработках и надшахтных зданиях. При ведении огневых работ в здании вентиляторных установок необходимо принять меры, предотвращающие попадание искр на электрооборудование, узлы вентилятора и фундамент.

Горючие материалы в жидкости не следует размещать вблизи электрооборудования. Использованный обтирочный материал надо хранить в специальных металлических ящиках с крышками, смазочный материал - в железных баках и бочках.

В случае возникновения пожара в здании вентиляторных установок необходимо немедленно отключить электроэнергию, сообщить о случившемся диспетчеру и приступить к тушению.

9.2 Противопожарные мероприятия

Для тушения пожара внутри здания необходим наружный кольцевой противопожарный водопровод диаметром не менее 100 мм. Для забора воды устанавливают гидранты на расстоянии не более 100 м друг от друга, не менее 5 м от стен здания и не более 2,5 м от проезжей части. Источником питания противопожарного водопровода является водоем и хозяйственно-питьевой водопровод на поверхности. Внутри здания должен быть ящик с песком, топор, лопата, ведро и порошковый огнетушитель [18].

Основные мероприятия противопожарной профилактики:

1) жесткое соблюдение противопожарного режима, трудовой и технологической дисциплины.

2) строгое паспортное содержание оборудования особенно в отношении смазки трущихся поверхностей;

3) надежное и непрерывная защита кабелей электрооборудования от утечек и замыканий, искрообразования и перегревов;

4) запрещение применения открытого огня; при необходимости применения газо- и электросварочных и паяльных работ производство их допускается с неукоснительным применением специальных правил;

Оперативная часть плана ликвидации аварии приведена в таблице 9.1.

Таблица 9.1- Оперативная часть плана ликвидации аварии

Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварии	Ответственный за выполнение мероприятий. Исполнители
1. Вызвать Шахтинский ВГСВ, технического директора (лицо его замещающее), генерального директора ШУ, пожарную часть.	Горный диспетчер деж. телефонистка
2. Отключить эл. энергию на аварийный участок: ячейки №№4,6 в ЦПП.	Горный диспетчер Гл.энергетик деж. электрослесарь
3. Оповестить машинистов вентиляторов об аварии в шахте. Установить режим проветривания: ВОД-21 на людском стволе - нормально ВЦ - 15 на главном стволе - нормально.	Главн. механик, нач. ВТБ. Ст. мех. стац. оборудования вентилятора
4. Оповестить аварийный и угрожаемые участки, а затем всех остальных об аварии в шахте, вывести всех людей (кроме лиц, задействованных в ликвидации аварии) из шахты и надшахтных поверхностей.	Горный диспетчер деж. телефонистка нач.участков, сменный надзор
5. Оповестить об аварии должностных лиц по списку №1.	Горный диспетчер деж. телефонистка.
6. Направить членов ВГС с участка ВШТ-1 (не менее 2-х человек) с респираторами и средствами пожаротушения из пункта ВГС №2 по подкоренному штреку-125м., главному стволу для закрытия п/п дверей выше заезда на главный ствол и к очагу пожара для его ликвидации со стороны свежей струи воздуха. Время движения членов ВГС - 2 мин.	Горный диспетчер начальник ВГС члены ВГС

7. Обеспечить подачу воды к месту аварии: в соответствии с инструкцией по подаче воды.	Горн.диспетчер, гл. механик, мех. ППЗ, слесарь ППЗ
8. Выставить посты на поверхности у всех стволов. Прекратить спуск людей без спецпропусков. Организовать первоочередной спуск отделений ВГСЧ.	Горный диспетчер зам.тех. директора по ТБ мастер ламповой Ст. мех. стац. Оборуд-я
9. Вызвать на шахту членов ВГС из мест жительства для организации бригад по спасению людей и ликвидации аварии.	Горный диспетчер Должностное лицо по ВГС
10. Подготовить подъем вспомогательного ствола для спуска оборудования и отделений ВГСЧ.	Горный диспетчер Нач. участка ВШТ-2 рабочие участка

1 Зона загазирования

Главный ствол от заезда на главный ствол до каналов вентиляторов, сбойка №3, транспортная сбойка №2 от вспомогательного ствола до главного ствола, ходок №01 от вспомогательного ствола до главного ствола.

2 Люди за очагом пожара

Люди из главного ствола от заезда на главный ствол до сбойки №3 в само спасателях выходят по главному стволу до сбойки №3 и далее по свежей струе воздуха по сбойке №3, вспомогательному стволу на поверхность.

Продолжительность движения в само спасателях - 7 мин.

Люди из главного ствола от сбойки №3 до транспортной сбойки №2 в само спасателях выходят по главному стволу до транспортной сбойки №2 и далее по свежей струе воздуха по транспортной сбойке №2, вспомогательному стволу на поверхность.

Продолжительность движения в само спасателях - 5 мин.

Люди из сбойки №3 в само спасателях выходят по сбойке №3 до главного ствола и далее по свежей струе воздуха по главному стволу вниз, заезду на главный ствол, коренному штреку-125м., вспомогательному стволу на поверхность.

Продолжительность движения в само спасателях - 1 мин.

Люди из транспортной сбойки №2 от вспомогательного ствола до главного ствола в само спасателях выходят по транспортной сбойке №2 до главного ствола и далее по свежей струе воздуха по главному стволу вниз, сбойке №3, вспомогательному стволу на поверхность.

Продолжительность движения в само спасателях - 1 мин.

Люди из главного ствола от транспортной сбойки №2 до ходка №01 в само спасателях выходят по главному стволу до ходка №01 и далее по свежей струе воздуха по ходку №01, вспомогательному стволу на поверхность.

Продолжительность движения в само спасателях - 8 мин.

Люди из ходка №01 от вспомогательного ствола до главного ствола в само спасателях выходят по ходку №01 на главный ствол и далее по свежей струе воздуха по главному стволу вниз, транспортной сбойке №2, людскому стволу на поверхность.

Продолжительность движения в само спасателях - 1 мин.

Люди из главного ствола от ходка №01 до откаточного штрека №1 в само спасателях выходят по главному стволу до откаточного штрека №1 и далее по свежей струе воздуха по откаточному штреку №1, людскому стволу на поверхность. Продолжительность движения в само спасателях - 5 мин.

Люди из главного ствола от откаточного штрека №1 до поверхности в само спасателях выходят по главному стволу на поверхность. Продолжительность движения в само спасателях - 10 мин.

Люди, находящиеся до очага пожара по выработкам позиции выходят по выработкам со свежей струей воздуха на вспомогательный ствол и далее на поверхность.

Люди из остальных выработок выходят по выработкам со свежей струей воздуха к вспомогательному стволу и на поверхность.

3 Пути движения отделений ВГСЧ и их действия

1-е отделение направляется по маршруту и обследует выработки: главный ствол, ходок №01 до вспомогательного ствола, обратно, главный ствол, транспортная сбойка №2 до вспомогательного ствола, обратно, главный ствол, сбойка №3 до вспомогательного ствола, обратно, главный ствол до очага пожара, оказывает помощь пострадавшим и выводит людей на ближайшую свежую струю воздуха. Время движения в респираторах - 70 мин.

2-е отделение направляется по маршруту: вспомогательный ствол и, далее, в зависимости от обстановки ходок №01, транспортная сбойка №2, сбойка №3, коренной штрек-125м., заезд на главный ствол, главный ствол, проверить закрытие противопожарных дверей выше заезда на главный ствол и к очагу пожара для его ликвидации из п/п трубопровода главного ствола.

Направить пожарную команду к главного устью людского ствола для тушения возможных очагов пожара в надшахтном здании и устье главного ствола.

Последующие отделения действуют по усмотрению руководителей ликвидацией аварии в зависимости от обстановки.

Выводы по части девять

В данной части ВКР рассмотрено безопасность при эксплуатации, техническом обслуживании вентиляторной установки, проработаны противопожарные мероприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проекте выполнен расчет и выбор электромеханического оборудования, электропривода и автоматизации главной вентиляторной установки шахты "Центральная". С целью улучшения технико –экономических показателей работы шахты предложено применение регулирования производительности вентилятора в зависимости от суточной и сезонной потребности, от развития горных работ, а также системы автоматической регулировки возбуждения синхронного электродвигателя вентилятора для компенсации реактивной мощности. Использование автоматизированного электропривода и автоматизации повышает в том числе надежность и безопасность работы главной вентиляторной установки.

В проекте проработаны вопросы безопасности жизнедеятельности, дано технико – экономическое обоснование нового варианта электропривода и автоматизации главной вентиляторной установки шахты «Центральная». Чистый дисконтированный доход за пять лет реализации проекта равен 62804893 рублей при ставке дисконта 0,12, индекс доходности (Р J) – 4,1, годовой экономический эффект – 17793500 руб. , срок окупаемости – 0,174 г.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Стационарные установки шахт. Под общей ред. Б. Ф. Братченко. М., Недра, 1977. – 440с.
- 2 Малиновский А.К. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 277с.
- 3 Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560с.
- 4 Электротехнический справочник. В 3 т. / Под общ. Ред. И.Н. Орлова . Энергоатомиздат, 1988. – 616с.
- 5 Уткин В. И. Скользящие режимы в задачах оптимизации и управления. М.: Наука, 1981. – 103с.
- 6 Востриков А. С. Синтез нелинейных систем методом локализации. Новосибирск: НГУ, 1990. – 150с.
- 7 Беккер Р. Г. Электрооборудование и электроснабжение участка шахты. Справочник. М. Недра, 1983 г. – 463с.
- 8 Алиев И. И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию. – М.: Высшая школа, 2000. – 255с.
- 9 Медведев Г.Д. Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий: Учеб. для техникумов. – М.: Недра, 1980. – 305с.
- 10 Дзюбан В.С. Справочник энергетика шахты. – М.: Недра, 1983.-502с.
- 11 Батицкий В.А. Монтаж, наладка и эксплуатация систем автоматики. – М.: Недра, 1986. – 224с.
- 12 Гейер В. Г., Тимошенко Г. М. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки: Учебник для вузов.— М.: Недра, 1987. – 270с.
- 13 Малашкина В. А., Малеев В. Б. Ремонт и эксплуатация стационарного оборудования шахт: Справочник рабочего. — М.: Недра, 1990. – 329с.
- 14 Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В. А. Елисеева и А. В. Шинянского. – М.: Энергоатомиздат, 1983.-616с.
- 15 Седаков А. В., Соболев В. Г. Справочник Эл. монтажника шахтных электрических сетей. М. Недра 1986 г. – 250с.
- 16 Авсеев Г.М., Алексеенко А.Ф. Сборник задач по горной электротехнике. –М.: Недра, 1988. – 271с.
- 17 Методические указания к определению денежных затрат на электроэнергию с учетом потребления и генерации реактивной энергии и качества электроэнергии. Г.М. Татьянченко, Э.В. Калинин, Новочеркасск, 1996. – 145с.
- 18 Гриф Б.В., Горчаков С.П. Правила безопасности в шахтах. Книга 2. Инструкции. – Самара: Дом печати, 1996. – 352с.
- 19 Л.Г.Лунина, Я.В.Шафирович . Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.— М : Энергоатомиздаг, 1986.– 107с.
- 20 Справочник по эксплуатации шахтных стационарных установок/В. В. Махиня, И. Г. Манец, В. П. Паршивцев и др.- К. : Тэхника, 1989. –185с.
- 21 Электрификация стационарных установок шахт: Справочное пособ. / С.А. Волотковский, Д.К. Крюков, Ю.Т. Разумный. Под общей ред. Г.Г. Пивняка. – М.: Недра, 1990. – 399с.
- 22 Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий / Под ред. М.Г. Зименкова, Г.В. Розенберга, Е.М. Феськова. –3-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1983. – 480с.

23 Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / Под ред. В. И. Круповича, Ю.Г. Барынина, М.Л. Самовера. - М.: Энергоиздат, 1982. – 412с.

24 Батицкий В. А., Куроедов В. И., Рыжков А. А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности: Учеб. для техникумов.— М.: Недра, 1991. – 303с.