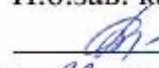



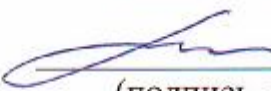


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический
Кафедра Автоматизации производственных процессов и электротехники
Направление подготовки 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов
и производств
Направление (профиль) образовательной программы Автоматизация
технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
И.о.зав. кафедрой
 О.В. Скрипко
« 23 » 06 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Автоматизированная система регулирования разрежения в топке паро-
генератора тепловой станции с применением частотного управления дымосо-
сом

Исполнитель студент группы 741об	 11.06.2021 (подпись, дата)	А.А. Ковалёв
Руководитель доцент, канд.техн.наук	 15.06.2021 (подпись, дата)	А.Н. Рыбалев
Консультант по безопасности и экологичности канд.физ.-мат.наук	 11.06.2021 (подпись, дата)	В.Н. Аверьянов
Нормоконтроль профессор, д-р техн.наук	 23.06.2021 (подпись, дата)	О.В. Скрипко

Благовещенск 2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет Энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

И.о.зав. кафедрой

О.В. Скрипко

« 23 » 06 2021 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента 741 группы Ковалёва Андрея Александровича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизированная система регулирования разрежения в топке парогенератора тепловой станции с применением частотного управления дымососом

(утверждена приказом от 23.04.21. № 812-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы: 21 июня 2021 года.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Техническое задание на автоматизацию системы автоматического регулирования разрежения в топке парогенератора

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов):

- 1) Разработка функциональной схемы автоматизации;
- 2) Разработка принципиальной схемы соединений
- 3) Разработка алгоритма работы программы управления
- 4) Разработка имитационной модели разряжения в топке котла
- 5) Разработка управляющей программы

5. Перечень материалов приложения (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.):

Лист 1: Функциональная схема.

Лист 2: Эскиз щита управления.

Лист 3: Принципиальная электрическая схема.

Лист 4: SIMULINK модель.

Лист 5: Визуализация, Щит управления, Подпрограмма системы управления.

Лист 6: Структурная схема и схема подключения ВПЧ «Геркулес»

6. Дата выдачи задания 02.11.2020г

Руководитель выпускной квалификационной работы: Рыбалев Андрей

Николаевич, доцент, канд. тех. Наук

(фамилия, имя отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): 02.11.2020г 

(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 58 с., 7 таблиц, 32 рисунка, 17 источников.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗРЕЖЕНИЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА, ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА, СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, АППАРАТУРА, УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ, НАПРЯЖЕНИЕ, CODESYS, SIMULINK, ДЫМОСОС

В рамках данной выпускной квалификационной работы была поставлена задача разработать автоматизированную систему разрежения в топке парогенератора.

Автоматизация парогенераторов включает в себя автоматическое регулирование, дистанционное управление, технологическую защиту, теплотехнический контроль, технологические блокировки и сигнализацию.

Автоматическое регулирование обеспечивает ход непрерывно протекающих процессов в парогенераторе (питание водой, горение, перегрев пара и др.).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Описание технологического процесса	9
2 Разработка функциональной схемы автоматизации	12
3 Выбор средств автоматизации	13
3.1 Выбор исполнительных механизмов	13
3.1.1 Котёл БКЗ-220-100	13
3.1.2 Дымосос ДН 22х2	17
3.1.3 Механизм исполнительных однооборотных фланцев	20
3.2 Средства автоматизации	22
3.2.1 Блок ручного управления БРУ–7К1	22
3.2.2 Измеритель АДН	24
3.2.3 Блок питания	26
3.3 Коммутационная аппаратура	27
3.3.1 Выбор ПЛК	27
3.3.2 Высоковольтный преобразователь частоты «Геркулес»	33
3.3.3 Кнопки Стоп-Старт	38
3.3.4 Магнитный пускатель	38
4 Экиз щита управления	42
5 Разрабока принципиальной схемы соединений	43
6 Разработка имитационной модели разряжения в топке котла	44
6.1 Имитационная модель	44
6.1 Разработка управляющей программы	44
7 Безопасность жизнедеятельности	50
7.1 Общие требования охраны труда	50
Заключение	56
Библиографический список	57

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, СОКРАЩЕНИЙ, ТЕРМИНОВ

ВПЧ – высоковольтный преобразователь частоты;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ИМ – исполнительный механизм;

ДН – дымосос нагнетающий;

ПДК – предельно-допустимые концентрации;

ФС – функциональная схема;

МЭО(Ф) – механизм исполнительных электрических однооборотных фланцев;

ПО – программное обеспечение;

ЩУ – щит управления;

ЯП – язык программирования;

АСУ ТП – Автоматизированная система управления технологическим процес-
сом.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация является высшей ступенью в сложном комплексе управления теплотехническим процессом производств. Она открывает неограниченные возможности для улучшения производительности труда, еще более быстрых и надёжных темпов развития производства, создания изобилия продуктов и дальнейшего роста материального качества жизни народа.

Проектирование – сложный комплексный процесс разработки и создания систем автоматизации. Одно из важных мест при этом занимает защита систем автоматизации регулирования и контроля за различными исполнительными механизмами.

Автоматизация – это направление технического прогресса, предоставляющее построение автоматических систем, выполняющих те или иные операции без прямого участия человека.

Различают частичную и комплексную автоматизацию.

Агрегат или участок производства считается частично автоматизированным, если автоматизированы только отдельные операции.

При комплексной автоматизации технологический процесс протекает без участия человека в координации производственного процесса и управлении им.

Если до последнего времени в промышленности автоматизировались главным образом отдельные процессы, то сейчас существенным направлением в этой области является комплексная автоматизация.

Автоматизация параметров дает крупные преимущества:

- 1) обеспечивает уменьшение численности рабочего персонала, т.е. увеличение производительности его труда,
- 2) приводит к изменению характера труда обслуживающего персонала,

- 3) увеличивает точность поддержания параметров вырабатываемого пара,
- 4) повышает безопасность труда и надежность работы оборудования,
- 5) повышает экономичность работы парогенератора.

Автоматизация парогенераторов включает в себя автоматическое регулирование, дистанционное управление, технологическую защиту, теплотехнический контроль, технологические блокировки и сигнализацию.

Автоматизация достигается с помощью множества средств, включая механические, электрические, пневматические, гидравлические, электронные устройства и компьютеры. Сложные системы, такие как современные заводы, самолеты и корабли, обычно используют все эти комбинированные технологии. Преимущества автоматизации включают экономию рабочей силы, сокращение отходов, экономию затрат на электроэнергию, экономию материальных затрат и повышение качества, точности и аккуратности.

Автоматическое регулирование обеспечивает ход непрерывно протекающих процессов в парогенераторе (питание водой, горение, перегрев пара и др.)

АСР разряжения в топке котла сделана для поддержания топки под наддувом, чтобы держать постоянство разряжения. При отсутствии разряжения пламя факела будет прижиматься, что приведет к обгоранию горелок и нижней части топки. Дымовые газы при этом пойдут в помещение цеха, что делает невозможным работу обслуживающего персонала.

1 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Паровым котлом называется комплекс агрегатов, предназначенных для получения водяного пара. Этот комплекс состоит из ряда теплообменных устройств, связанных между собой и служащих для передачи тепла от продуктов сгорания топлива к воде и пару. Исходным носителем энергии, наличие которого необходимо для образования пар из воды, служит топливо.

Одни из главных элементов рабочего процесса, осуществляемого в котельной установке, являются:

- 1) процесс горения топлива,
- 2) процесс теплообмена между продуктами сгорания или самим горящим топливом с водой,
- 3) процесс парообразования, состоящий из нагрева воды, ее испарения и нагрева полученного пара.

Во время работы в котлоагрегатах образуются два взаимодействующих друг с другом потока: поток рабочего тела и поток образующегося в топке теплоносителя.

В результате этого взаимодействия на выходе объекта получается пар заданного давления и температуры.

Одной из основных задач, возникающей при эксплуатации котельного агрегата, является обеспечение равенства между производимой и потребляемой энергией. В свою очередь процессы парообразования и передачи энергии в котлоагрегате однозначно связаны с количеством вещества в потоках рабочего тела и теплоносителя.

Горение топлива является полным физико-химическим процессом. Химическая сторона горения представляет процесс окисления его горючих элементов кислородом, проходящий при определенной температуре и сопровождающийся выделением тепла. Интенсивность горения, а так же экономичность

и устойчивость процесса горения топлива зависят от способа подвода и распределения воздуха между частицами топлива. Условно принято процесс сжигания топлива разделять на три стадии: зажигание, горение и дожигание. Эти стадии в основном протекают, друг за другом во времени, частично накладываются одна на другую.

Расчет процесса горения как правило сводится к определению количества воздуха в м^3 , нужного для сгорания единицы массы или объема топлива количества и состава теплового баланса и определению температуры горения.

Значение теплоотдачи состоит в теплопередаче тепловой энергии, выделяющейся при сжигании топлива, воде, из которой нужно получить пар, или пару, если необходимо повысить его температуру выше температуры насыщения. Процесс теплообмена в котле идет через водогазонепроницаемые теплопроводные стенки, называемые поверхностью нагрева. Поверхности нагрева выполняются в виде труб. Внутри труб происходит непрерывная циркуляция воды, а снаружи они омываются горячими топочными газами или воспринимают тепловую энергию лучеиспусканием. Таким образом, в котлоагрегате имеют место все виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция и лучеиспускание. Соответственно поверхность нагрева подразделяется на конвективные и радиационные. Количество тепла, передаваемое через единицу площади нагрева в единицу времени носит название теплового напряжения поверхности нагрева. Величина напряжения ограничена, во-первых, свойствами материала поверхности нагрева, во-вторых, максимально возможной интенсивностью теплопередачи от горячего теплоносителя к поверхности, от поверхности нагрева к холодному теплоносителю.

Интенсивность коэффициента теплопередачи тем выше, чем выше разности температур теплоносителей, скорость их перемещения относительно поверхности нагрева и чем выше чистота поверхности.

Образование пара в котлоагрегатах происходит с определенной последо-

вательностью. Уже в экранных трубах начинается образование пара. Этот процесс протекает при большой температуре и давлении. Явление испарения заключается в том, что отдельные молекулы жидкости, находящиеся у ее поверхности и обладающие высокими скоростями а, следовательно, и большей по сравнению с другими молекулами кинетической энергией, проходя силовые воздействия соседних молекул, создающее поверхностное натяжение, вылетают в окружающее пространство. С увеличением температуры интенсивность испарения увеличивается. Процесс обратный парообразованию называют конденсацией. Жидкость, образующуюся при конденсации, называют конденсатом. Она используется для охлаждения поверхностей металла в пароперегревателях.

Пар, образуемый в котлоагрегате, подразделяется на два типа насыщенный и перегретый. Насыщенный пар в свою очередь делится на сухой и влажный. Так как на теплоэлектростанциях требуется перегретый пар, то для его перегрева устанавливается пароперегреватель.

2 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональная схема предназначена для разъяснения процессов, происходящих в отдельных функциональных цепях изделия или изделия в целом. Предлагаемая функциональная схема АСР разрезания показана на рисунке 1.

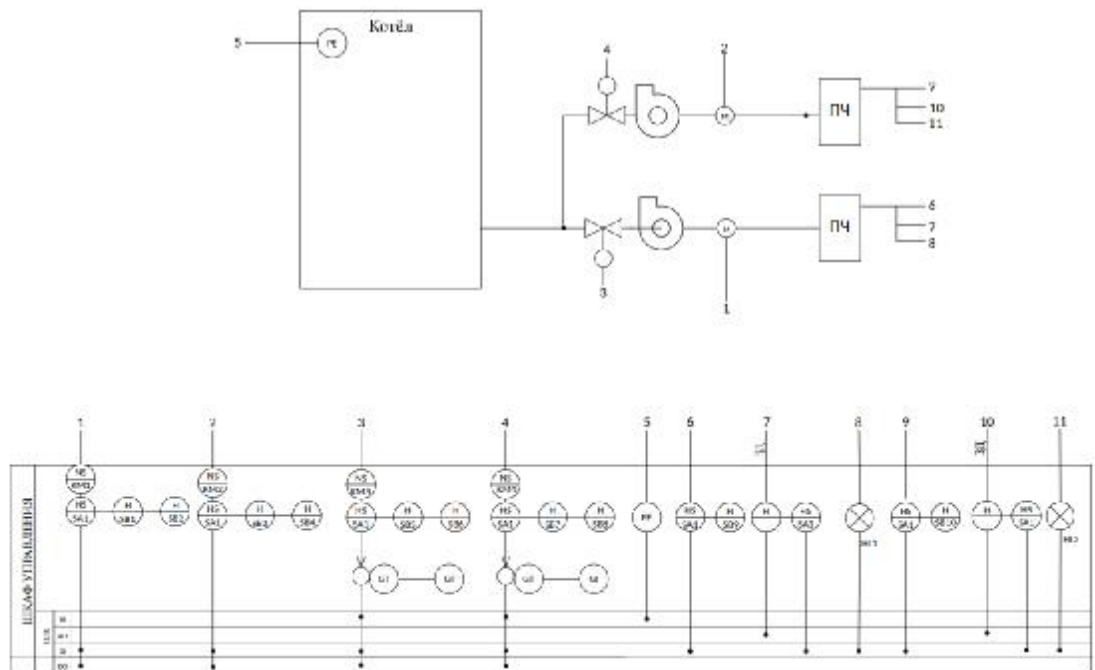


Рисунок 1 – Функциональная схема объекта регулирования

3 ВЫБОР СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1 Выбор исполнительных механизмов

Исполнительный механизм – это устройство, преобразующее выходной сигнал регулятора в перемещение регулирующего органа. Исполнительные механизмы пользуются большим спросом и используются также в промышленности. Как правило, исполнительные механизмы делятся на несколько частей, привод, прибор для управления приводом и регулирующей орган – задвижки. Привод обеспечивает изменение положения задвижки, а задвижка корректирует величину переменного процесса.

3.1.1 Котёл БКЗ-220-100

Котлоагрегат БКЗ-220-100 изготовлен Барнаульским котельным заводом и предназначен для факельного сжигания пылевидного твердого топлива и для производства пара на теплофикационных электростанциях с теплофикационными турбинами.

Котел вертикально-водотрубный, однобарабанный с естественной циркуляцией, однокорпусный, выполнен по П-образной схеме. Установка с твердым шлакоудалением, оборудована двумя шнековыми транспортерами дробилками. Топка расположена в первом восходящем газоходе. Во втором нисходящем газоходе находятся водяной экономайзер и воздухоподогреватель, которые установлены в рассечку. Пароперегреватель размещен в верхнем горизонтальном газоходе.

Топочная камера прямоугольного сечения, открытого типа, объем топки - 1043 м³, стены топочной камеры полностью экранированы трубами с шагом 64 мм, материал - сталь (ст.) 20. Фронтальной и задней экраны в нижней части образуют скаты холодной воронки, через которую падающий шлак непрерывно удаляется.

Экраны конструктивно выполнены в виде 14 панелей - блоков. На фронте и сзади котла - по четыре блока, с боков - по три блока. Камеры по воде и пару соединяются с барабаном трубами.

В верхней части топки 27 труб каждого блока заднего экрана отогнуты внутрь топочной камеры, образуя «порог», предназначенный для частичного затенения ширм. 10 труб каждого блока заднего экрана проходят прямо в коллектор, эти трубы находятся в необогреваемой зоне. Угол наклона «порога» к горизонту 50С.

12 труб заднего экрана образуют фестон (конвективные испарительные поверхности, образованные разводкой в несколько рядов труб заднего экрана в зоне пересечения ими горизонтального газохода). В нижней части топочной камеры трубы заднего и фронтального экрана образуют холодную воронку.

Топочная камера обеспечена четырьмя пылевыми щелевыми горелками, установленными встречно на каждой боковой стене.

На фронтальной стене топки установлены две муфельные горелки, а на боковых стенах – по 1-й мазутной форсунке.

На котле установлен один сварной барабан. Барабан выполнен из стали 22К, полная длина 12905 мм, вес 47515 кг, оборудован устройствами для ускоренного обогрева и расхолаживания.

Схема испарения двухступенчатая. Первая ступень испарения включена напрямую в барабан и представляет собой сочетание внутриваранных циклонов и промывочных устройств. Вторая ступень испарения помещена в средних циркуляционных экранах боковых стен и включена в выносные паросепарационные циклоны со своей водоподводящей и пароотводящей системами.

На котле установлен радиационно–конвективный пароперегреватель. Радиационная часть пароперегревателя сделана в виде ширмовых поверхностей, находящихся в топке, и труб потолочного пароперегревателя.

Конвективные поверхности пароперегревателя находятся в горизонтальном газоходе котла.

Тракт пароперегревателя состоит из двух зафиксированных самостоятельных потоков. Температура перегретого пара регулируется двухступенчатым впрыском собственного конденсата, получаемого в конденсаторах, установленных на потолочной раме каркаса. Впрыск конденсата происходит благодаря перепаду давлений на участке конденсатор - точка впрыска продольный разрез горелочного устройства котла показан на рисунке 2.

В конвективной шахте по ходу газов находятся экономайзер и воздухоподогреватель. Водяной экономайзер выполнен из двух ступеней. Блоки экономайзера и воздухоподогревателя установлены друг на друга и опираются на портал каркаса. Все соединения сварены друг с другом, что до минимума снижает присосы, продольный разрез котла БКЗ-220-100 показан на рисунке 3.

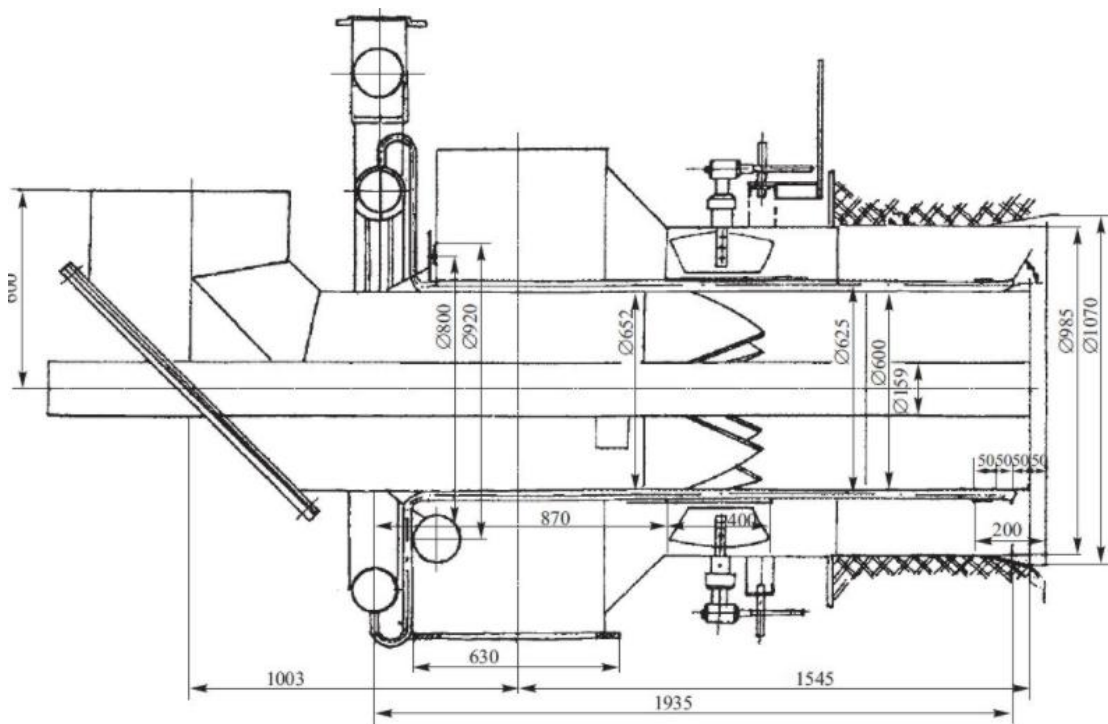


Рисунок 2 – Продольный разрез горелочного устройства котла

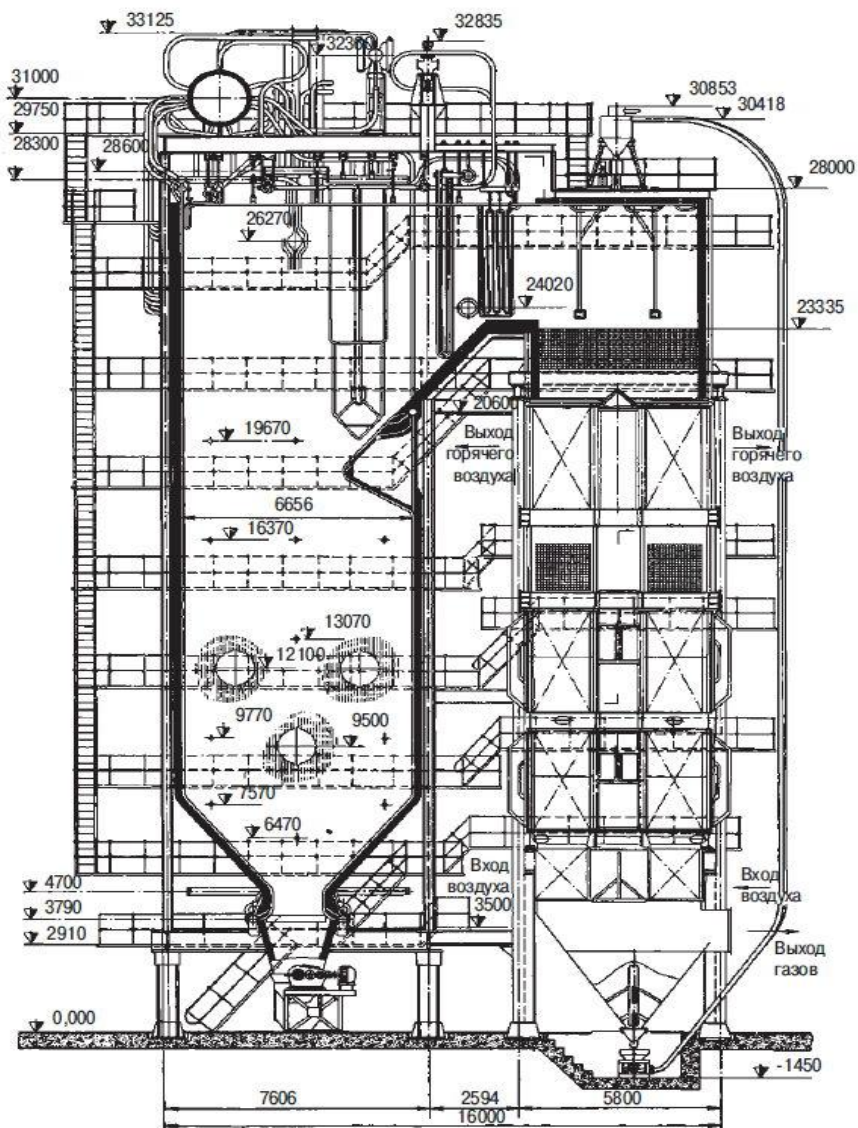


Рисунок 3 – продольный разрез котла БКЗ-220-100

Таблица 1– Основные характеристики котла БКЗ-220-100

Наименование	Ед. изм.	Величина
1	2	3
Производительность	т/ч	220
Давление пара в барабане	Кгс/см ²	112
Давление перегретого пара	Кгс/см ²	100
Температура перегретого пара	°С	510
Температура питательной воды	°С	215

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Объем топочного пространства	м ³	1043
Ширина топки	м	6,656
Глубина топки	м	9,539
Высота топки	м	16,4

3.1.2 Дымосос ДН 22x2

Дымосос ДН 22x2 двустороннего всасывания разработан для вытяжки дымовых газов из газо–воздушного тракта котельных агрегатов большой мощности. При этом температура дымовых газов не должна превышать 200 °С, если дымосос из углеродистой стали, или 400°С, если дымосос из нержавеющей или легированной стали. Еще важным требованием для перемещаемой среды является отсутствие золы и других частиц, предельная концентрация которых должна быть не более 100 мг/м³.

Имея очень высокую производительность, и большие габариты дымососы ДН 22x2 чаще всего используются в котельных высокой тепловой мощности (ТЕС, ТЭЦ) и на больших промышленных заводах. Конструкция дымососа ДН - 22x2 двустороннего всасывания представлена на рисунке 4.

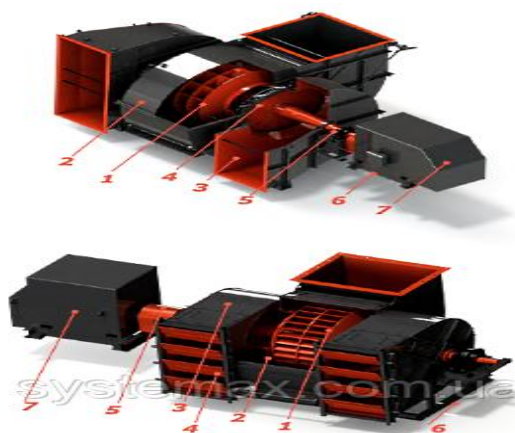


Рисунок 4 – Конструкция дымососа ДН -22x2

Основные элементы дымососа ДН-22:

1. Рабочее колесо;
2. Корпус;
3. Карман;
4. Направляющий аппарат;
5. Ходовая часть;
6. Рама;
7. Электродвигатель.

По конструктивным особенностям дымососы ДН-22х2 могут различаться в зависимости от условий их эксплуатации. Например, от температуры зависит, из какого металла будет рабочее колесо, будет ли использована ходовая часть, позволяющая снизить перегрев электродвигателя.

Корпус (улитка) дымососа ДН-22х2 изготовлен из листовой углеродистой стали. Для обеспечения жесткости конструкции и избежания деформаций из-за температурных перегревов корпус так же оребрѐн металлическими угольниками и полосами. Ввиду больших эрозионных свойств дымовых газов внутренняя часть улитки оснащена противоизносной защитой — специально обработанный утолщенный металл или дополнительные броневые листы (их меняют по мере износа). После монтажа дымососа его корпус покрывают слоем теплоизоляционного материала. Монтажные и габаритные размеры дымососа ДН 22х2 показаны на рисунке 6.

Большинство дымососов серии ДН изготавливаются с поворотным корпусом, который можно устанавливать под углом кратным 45° .

Для удобства монтажа улитка дымососа ДН-22х2 может переставляться под углами кратными 45° . Схематически все варианты изображены на рисунке 5.

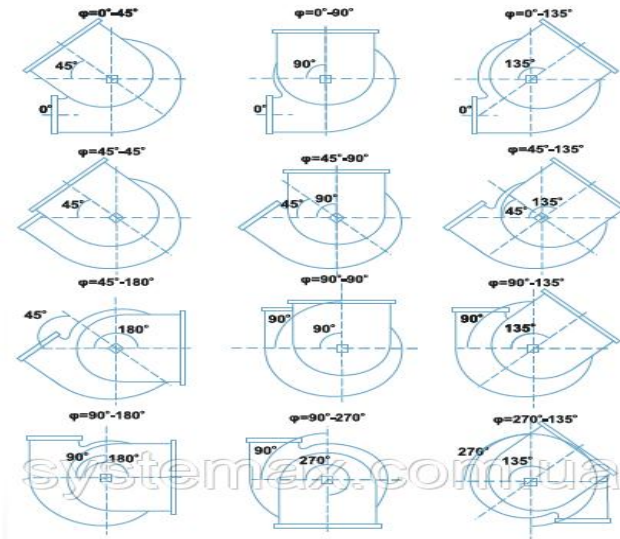


Рисунок 5 – Углы поворота корпуса дымососа ДН 22х2

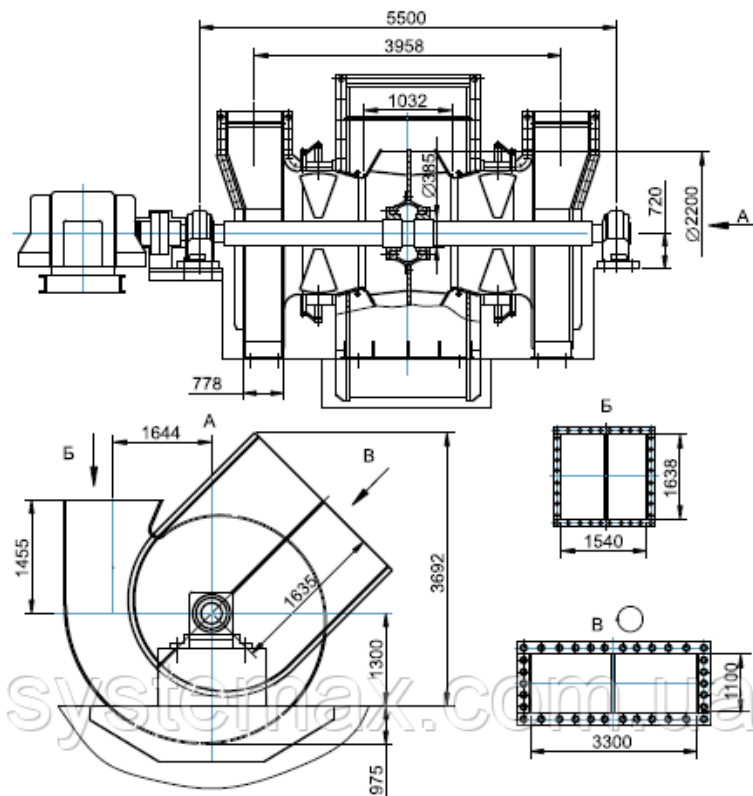


Рисунок 6– Монтажные и габаритные размеры дымососа ДН 22х2

Таблица 2 – Основные характеристики дымососа ДН 22х2

Характеристика	Значение
Тип дымососа по принципу работы	Вентиляторный
Тип центробежного вентиляторного дымососа	Центробежный
Мощность электродвигателя	250 кВт
Частота вращения	750 об/мин
Максимальное рабочее давление	0,04 бар
Максимальная запыленность воздуха	100 мг/куб.м
Максимальная температура дымовых газов	200 град
Максимальная температура окружающей среды	40 град
Минимальная температура ос	-40 град
Частота тока	50 Гц
Степень защиты IP	55

3.1.3 Механизм исполнительных однооборотных фланцев

Механизм изготовлен для перемещения регулирующих, запорно-регулирующих и запорных органов в системах автоматического регулирования технологическими процессами (АСУ ТП).

В состав механизма входят: редуктор, плита, электродвигатель, блок сигнализации положения, ручной привод, штуцерный привод, противоконденсатный нагреватель, упоры и механический ограничитель. Общий вид с указанием габаритных и присоединительных размеров показан на рисунке 7.

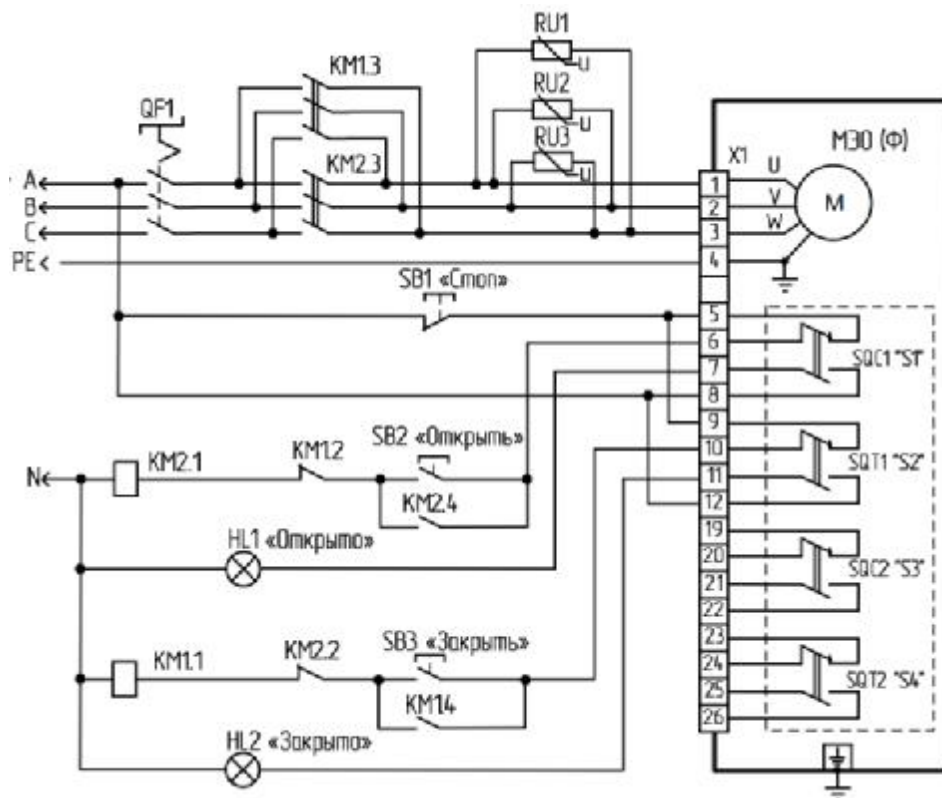


Рисунок 8 – Схема подключения

3.2 Средства автоматизации

Средства автоматизации производства – это специально разработанные приборы и устройства, которые могут использоваться по отдельности или в качестве элемента программно-аппаратного комплекса и выполняют ряд поставленных задач без вмешательства человека.

3.2.1 Блок ручного управления БРУ–7К1

Отличительной особенностью блоков ручного управления является возможность наблюдения на передней панели за контролируемым параметром при изменении задающего воздействия исполнительному механизму. Блоки ручного управления БРУ–7 и БРУ–7К1 отличаются между собой размерами корпуса и напряжением питания. По функциональному назначению блоки ручного управления БРУ–7 и БРУ–7К1 представляют собой идентичные приборы. На рисунке 9 показана функциональная схема прибора.

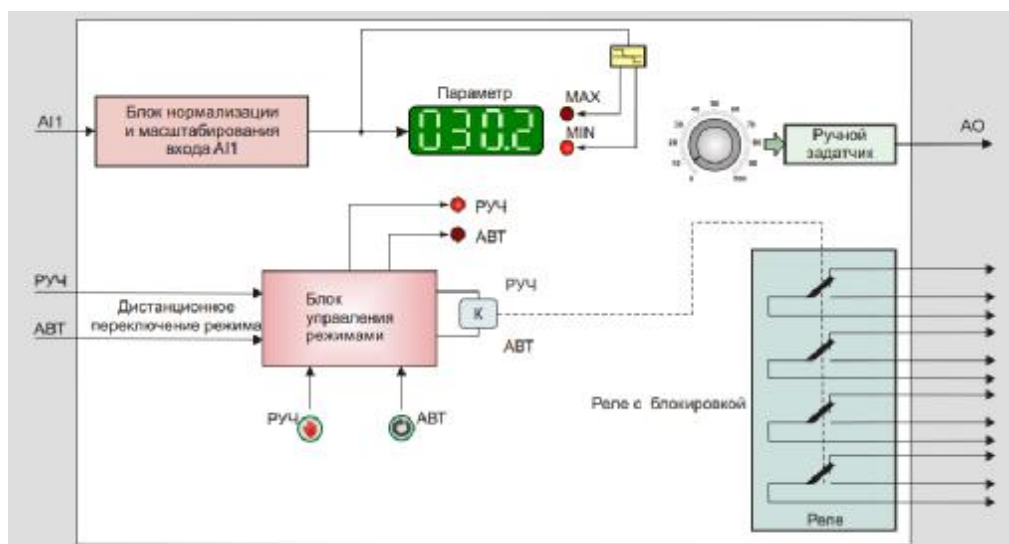


Рисунок 9 – Функциональная схема прибора

Подключение прибора осуществляется с помощью клеммно-блочных соединителей (тип КБЗ оговаривается при заказе изделия). Клеммно-блочные соединители обеспечивают легкость и надежность подключения источников сигналов (см. Схему подключения прибора)

Переход в автоматический режим АВТ осуществляется кратковременным нажатием клавиши АВТ на передней панели БРУ–7 либо внешней командой АВТ (импульс $\approx 24\text{В}$). В автоматическом режиме регулятор (контроллер) через контакты блока БРУ–7 управляет исполнительным механизмом. Через контакты реле сигнал о режиме РУЧ–АВТ передается регулятору. Также с помощью дополнительных контактов реле (на схеме не показаны) можно организовать блокировку управляющих сигналов в различных режимах. На рисунке 10 показана схема внешних соединений блока ручного управления БРУ.

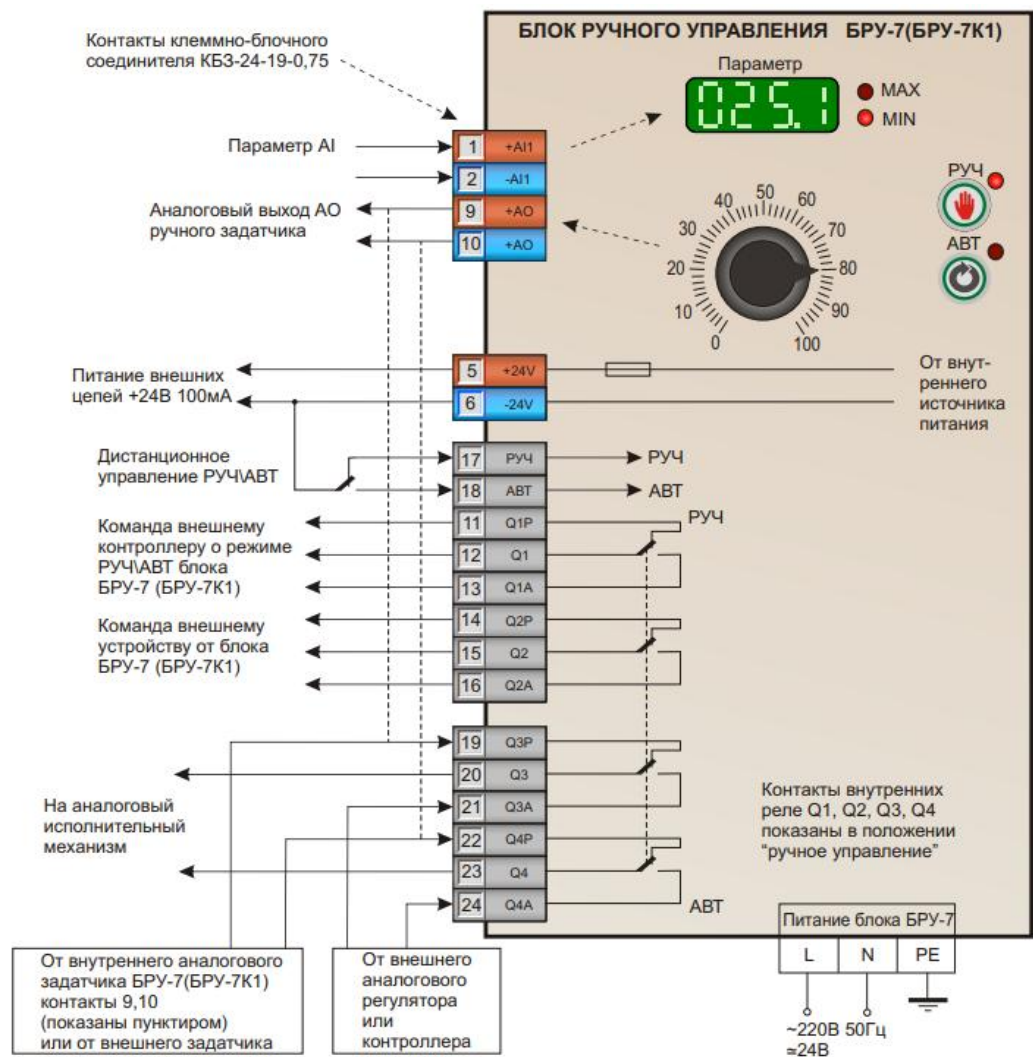


Рисунок 10 – Схема внешних соединений блока ручного управления БРУ

3.2.2 Измеритель АДН

Измеритель АДН – малогабаритное изделие, в котором совмещены функции первичного датчика и вторичного прибора. Измеритель построен на современной элементной базе с использованием технологии лазерной калибровки и микропроцессорной обработки результатов измерений, на рисунке 11 показан внешний вид прибора АДН.

Отличительные особенности измерителей:

- три диапазона в одном приборе
- измерение давления и разрежения

- количество уставок – до 3-х
- класс точности – 2.5
- линейная и цифровая индикация
- токовый выход – 4-20 мА (для исполнения 2)
- напряжение питания – 12...27 вольт
- потребляемый ток – не более 75 мА

Применения: в качестве напоромеров и тягонапоромеров в автоматике защиты газовых котлов и горелок, в качестве преобразователей давления в контурах регулирования мощности и разрежения, для индикации уровня воды в барабане котла и для контроля положения заслонок. Схема подключения показана на рисунке 12.



Рисунок 11 – Внешний вид АДН

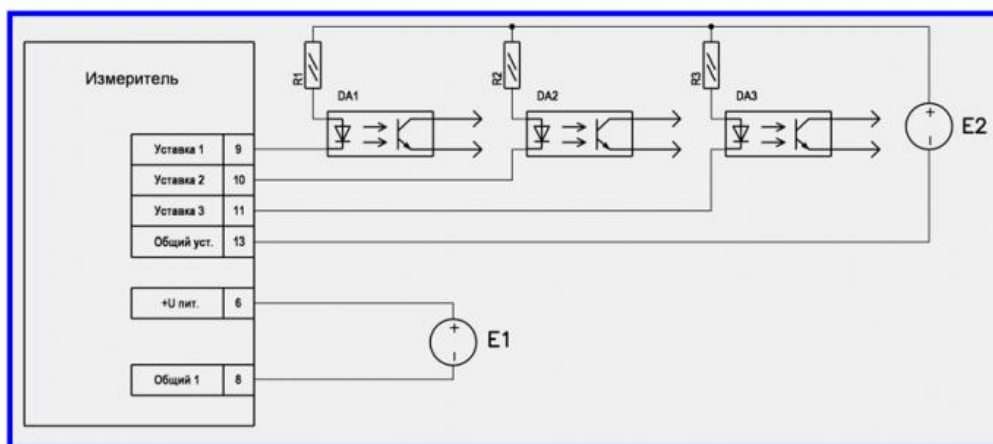


Рисунок 12 – Схема подключения

3.2.3 Блок питания

Блок питания – важная часть любого электронного устройства. От надёжности этого узла зависит правильное и длительное функционирование всей системы. Для данной системы был выбран БП15Б, внешний вид показан на рисунке 13.



Рисунок 13 – Внешний вид БП15Б

Таблица 3 – Технические характеристики БП15Б

Параметр	Значение
Входное напряжение:	
– Переменного тока	85...264В
– Постоянного тока	110...370В
Частота входного переменного напряжения	47...63Гц
Коррекция выходного напряжения	22...26 В
Нестабильность выходного напряжения при изменении напряжения питания	±0,2 %
Коэффициент полезного действия	Не менее 85%
Степень защиты корпуса	IP20

3.3 Коммутационная аппаратура

Коммутационное оборудование предназначено для подключения различных устройств, друг к другу. Главная задача коммутационного оборудования состоит в том, что бы правильно преобразовать различные типы сигналов для их корректного отображения.

3.3.1 Выбор ПЛК

Для АСР разряжения был выбран контроллер ОВЕН ПЛК 150-220-У. Контроллеры ПЛК 150 выпускаются в различных модификациях, отличающихся типом установленных в него дискретных входных элементов, напряжением питания и различными лицензионными ограничениями размера памяти ввода-вывода программы ПЛК, на рисунке 14 показано условное обозначение контроллера.



Рисунок 14 – Условное обозначение Контроллера

Напряжение питания:

220 – номинальное напряжение питания 230 В переменного тока.

Тип встроенного выходного элемента:

У – параметр напряжение от 0 до 10 В.

Контроллер предназначен для:

- измерения и автоматического регулирования температуры (при использовании в качестве первичных преобразователей термометров сопротивления), а также других физических параметров, значение

которых первичными преобразователями (датчиками) может быть преобразовано в напряжение постоянного тока, унифицированный электрический сигнал постоянного тока или активное сопротивление;

- измерения аналоговых сигналов тока или напряжения;
- измерения дискретных входных сигналов;
- управление дискретными (релейными) выходами;
- управление аналоговыми выходами;
- прием и передачу данных по интерфейсам RS-485, RS-232, Ethernet;
- выполнение пользовательской программы по анализу результатов измерения дискретных и аналоговых входов;
- управления дискретными входами и выходами, передачи и приему данных по интерфейсам RS-485, RS-232, Ethernet.

Контроллер может быть использован для создания автоматизированного управления технологическим процессом, логика работы ПЛК 150 определяется потребителем в процессе программирования контроллера.

Таблица 4 – Количество входов/выходов ОВЕН ПЛК 150-220-У

Параметр	Значение
1	2
Дискретные входы	
Количество дискретных входов	6
Гальваническая изоляция дискретных входов	есть, групповая
Электрическая прочность изоляции дискретных входов	1,5 кВ
Максимальная частота сигнала, подаваемого на дискретный вход	1 кГц при программной обработке; 10 кГц при применении счетчика;

Продолжение таблицы 4

1	2
Дискретные выходы	
Количество дискретных выходов	4 э/м реле
Характеристики дискретных выходов	Ток коммутации до 2 А при напряжении не более 220 В 50 Гц и $\cos \phi > 0,4$
Гальваническая изоляция дискретных выходов	есть, индивидуальная
Электрическая прочность изоляции дискретных выходов	1,5 кВ
Аналоговые входы	
Количество аналоговых входов	4
Типы поддерживаемых унифицированных входных сигналов	Напряжение 0...1 В, 0...10 В, –50...+50 мВ Ток 0...5 мА, 0(4)...20 мА Сопротивление 0...5 кОм
Типы поддерживаемых датчиков	Термопреобразователи сопротивления: ТХК (L), ТЖК (J), ТНН (N), ТХА (K), ТПП (S), ТПП (R), ТВР (А-1), ТВР (А-2)
Время опроса одного канала ТС, сек	1,5
Время опроса одного канала ТП /унифицированного сигнала, сек	1
Разрядность встроенного АЦП	16 бит
Внутреннее сопротивление аналогового входа: в режиме измерения тока в режиме измерения напряжения 0..10 В	210 Ом около 50 кОм

Продолжение таблицы 4

1	2
Предел основной приведенной погрешности измерения аналоговыми входами	$\pm 0,5 \%$
Гальваническая изоляция аналоговых входов	отсутствует
Аналоговые выходы	
Количество аналоговых выходов	2
Разрядность ЦАП	10 бит
Питание аналоговых выходов	встроенное, общее на все выходы
Гальваническая изоляция аналоговых выходов	есть, групповая
Электрическая прочность изоляции аналоговых выходов	1,5 кВ

Контроллер ОВЕН ПЛК150 выпускается в корпусе, предназначенном для крепления на DIN-рейке 35 мм. Подключение всех внешних связей осуществляется через разъемные соединения, расположенные на верхней, нижней и передней (лицевой) сторонах контроллера. Открытие корпуса для подключения внешних связей не требуется. Схема соединений контроллера показана на рисунке 15.

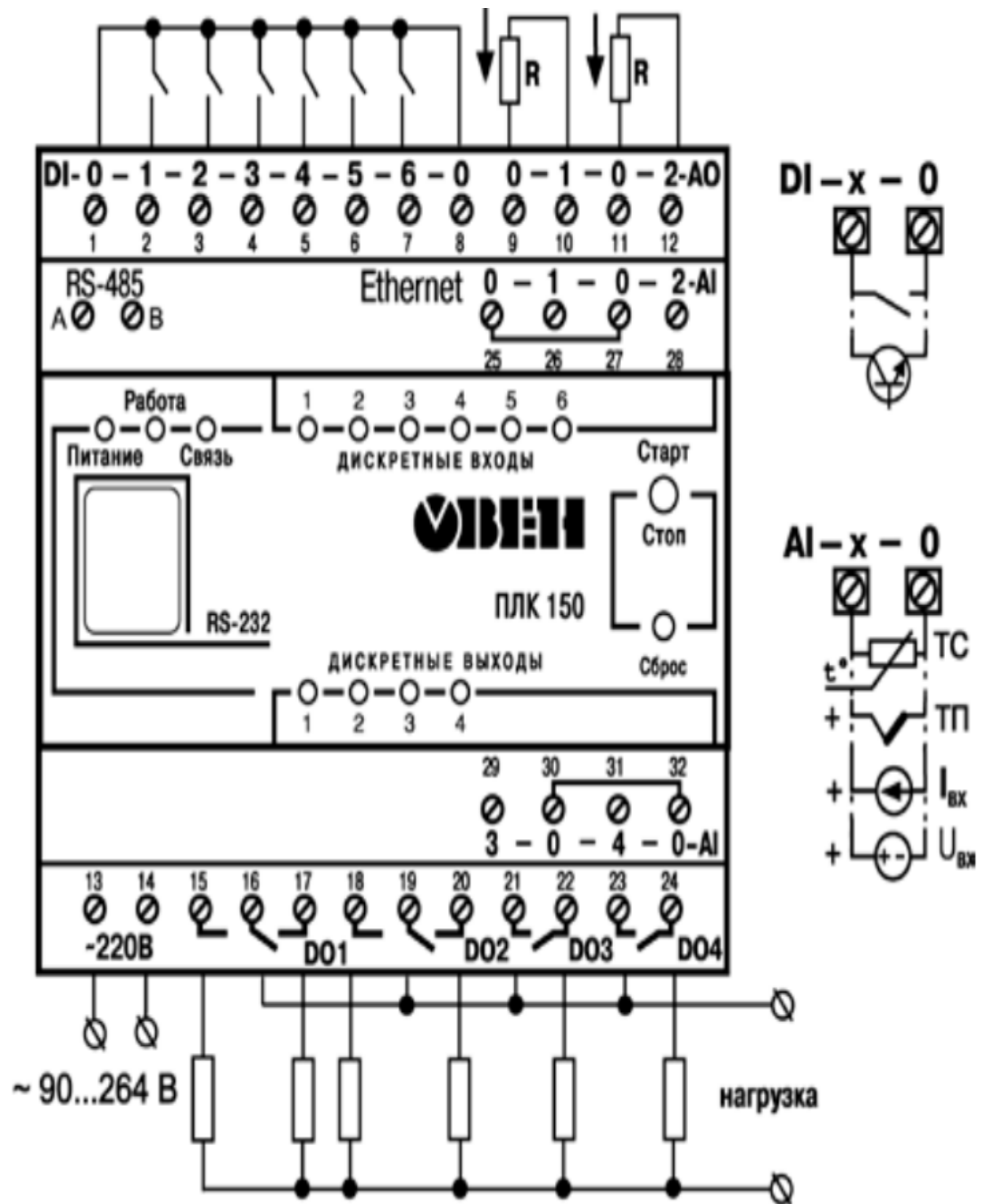


Рисунок 15 – Схема подключения питания, входов и выходов к ПЛК 150-220-У

Так же был выбран модуль МУ110-224.8К, внешний вид показан на рисунке 16.



Рисунок 16 – Внешний вид МУ110-224.8К

Таблица 5 – Технические характеристики

Характеристика	Значение
1	2
Питание	
Напряжение питания (универсальное); <ul style="list-style-type: none"> • переменного тока • постоянного тока 	От 90 до 264 В (номинальное 230 В), частота от 47 до 63 Гц от 18 до 30 В(номинальное 24 В)
Потребляемая мощность, не более	6 ВА
Выходы	
Количество дискретных выходов	8
Интерфейсы	
Интерфейс связи с Мастером сети	RS-485
Максимальное количество приборов, одновременно подключаемых к сети RS-485, не более	32
Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485	115200 бит/с

1	2
Протоколы связи, используемые для	DCON, Modbus-ASCII, Modbus-RTU
Общие параметры	
Габаритные размеры	$(63 \times 110 \times 75) \pm 1$ мм
Степень защиты корпуса:	
• со стороны передней панели	IP 20
• со стороны клеммной колодки	IP00
Средняя наработка на отказ	60 000 ч*
Средний срок службы	10 лет
Масса, не более	0,5 кг

3.3.2 Высоковольтный преобразователь частоты «Геркулес»

Высоковольтные преобразователи частоты серии «Геркулес» – это автоматические системы нового поколения, управляющие частотой вращения электродвигателей за счет создания на выходе преобразователя электрического напряжения заданной амплитуды и частоты. Основой системы, которую разработала и производит наша компания, является прямая схема преобразования высокого напряжения, позволяющая получать выходной сигнал напряжения, близкий к синусоидальной форме. Это достигается за счет использования каскада инверторных ячеек на выходе, что позволяет системе работать с высоковольтными асинхронными и синхронными двигателями без дополнительного повышения напряжения и без установки дополнительных электрических фильтров.

В преобразователях используется высокоэффективный режим бессенсорного векторного управления частотой вращения и режим U/f управления. Преимуществом нашей системы является низкое искажение синусоидальности

входного и выходного напряжения, высокий коэффициент мощности, высокая точность регулирования, быстрая реакция на динамическое изменение крутящего момента и высокое значение крутящего момента на низкой скорости.

Высоковольтные преобразователи частоты серии «Геркулес» могут использоваться с трехфазными электродвигателями переменного тока при следующих значениях напряжения – 3, 3,3, 4,16, 6, 6.6, 10 и 11 кВ. Ниже перечислены основные отличительные характеристики.

Высоковольтные преобразователи частоты «Геркулес», выпускаются в базовой, так и в расширенной комплектации. Расширение базовой комплектации может осуществляться дополнением ее шкафами с коммутационным оборудованием, шкафом управления, пультом управления и т.п. Комплектация определяется возложенными задачами и условиями эксплуатации на стадии заказа оборудования, на рисунке 17 показан Внешний вид высоковольтного преобразователя частоты.

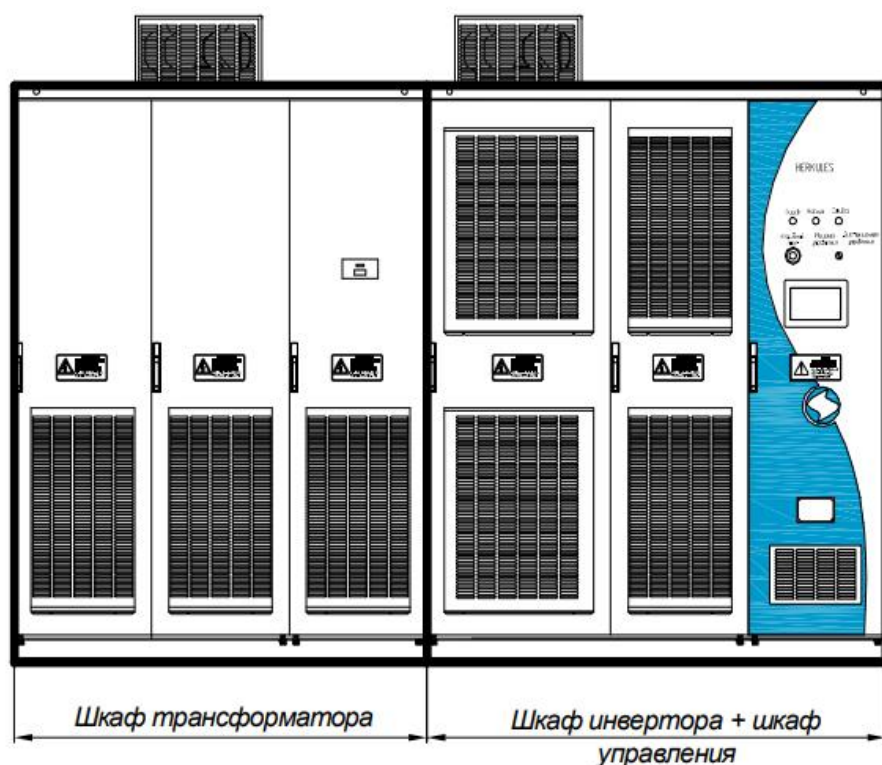


Рисунок 17 – Внешний вид высоковольтного преобразователя частоты «ГЕРКУЛЕС»

В преобразователях частоты серии «Геркулес» предусмотрены следующие клеммы: 16 дискретных входов, 20 релейных выходов, 3 аналоговых входа, 4 аналоговых выхода, 1 высокочастотный импульсный вход и 1 высокочастотный импульсный выход. Все клеммы пользователя являются программируемыми и настраиваются с помощью функциональных параметров. Все сигналы, используемые пользователем, подключаются на соответствующие клеммы преобразователя в шкафу управления.

Для обеспечения надёжности в преобразователе частоты серии «Геркулес» имеется: 2 входа напряжения для питания системы управления, возможность байпасирования инверторной ячейки и автоматическое переключение между работой на регулируемой частоте и частоте сети.

Функция отслеживания частоты вращения автоматически запускается после запуска электродвигателя от преобразователя частоты, если в системе заданы определенные параметры. По умолчанию для режима пуска установлен режим отслеживания частоты вращения, при котором частота вращения электродвигателя может быть определена во всём диапазоне частот вращения, что позволяет избежать возникновения динамической перегрузки при запуске.

Оптимизированный алгоритм торможения позволяет распределить энергию, выделяющуюся при торможении, между всеми инверторными ячейками, предотвращая перенапряжение. Время торможения задается пользователем, схема подключения клемм пользователя показана на рисунке 18.

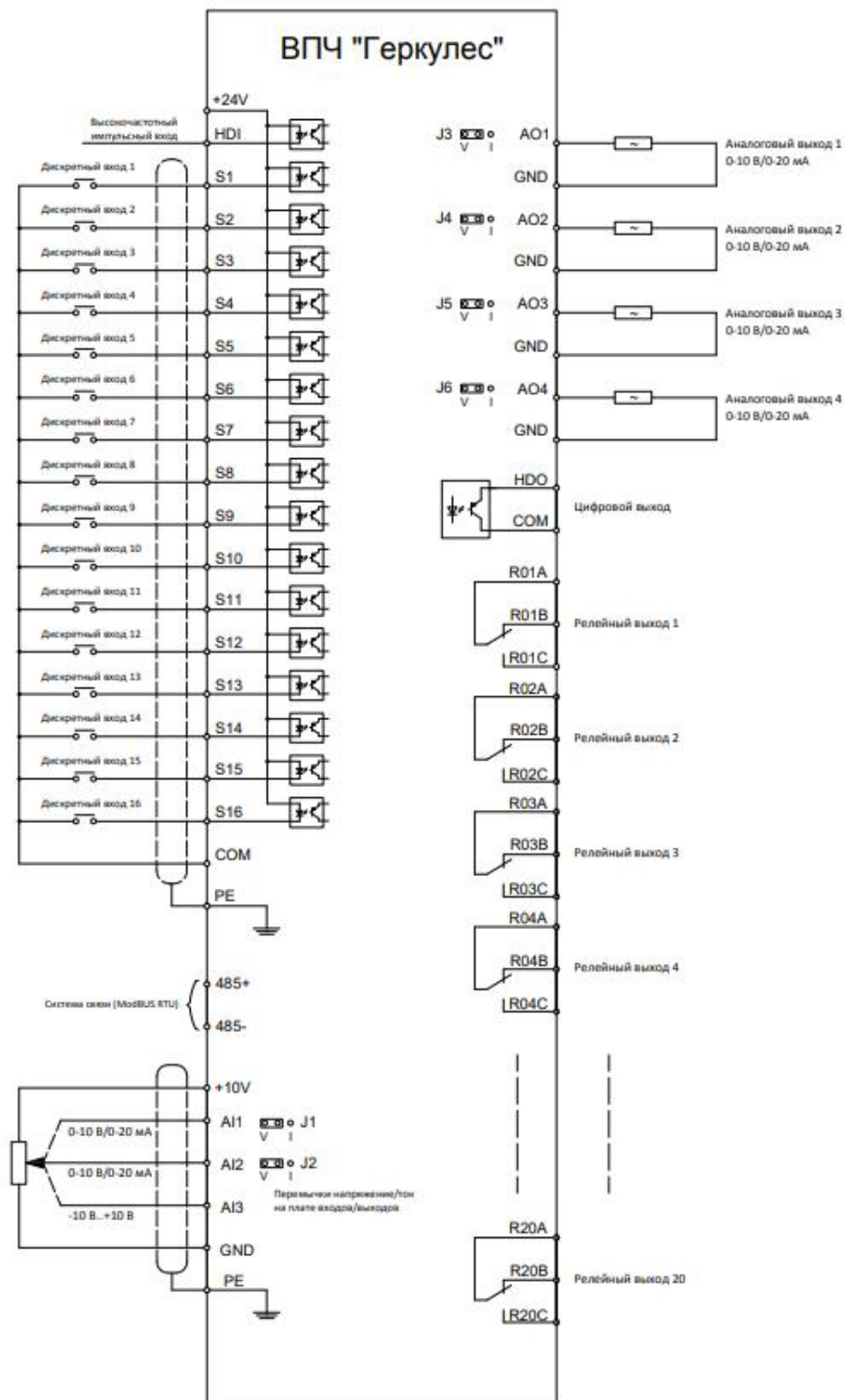


Рисунок 18 – Схема подключения клемм пользователя

Высоковольтные преобразователи частоты серии «Геркулес» широко используются в различных отраслях промышленности. Они обеспечивают плав-

ный пуск высоковольтного двигателя, регулировку скорости, экономию энергии и современные решения по управлению. Применение возможно в следующих областях:

- Тепловая энергетика: вытяжные вентиляторы, нагнетательные вентиляторы, вентиляторы системы аспирации, компрессоры, насосы водоснабжения, растворонасосы и др.
- Metallургия и горнодобывающая промышленность: вытяжные вентиляторы, нагнетательные вентиляторы, вентиляторы системы аспирации, шламовые насосы, насосы для систем удаления окалин, центробежные питательные насосы, ленточные конвейеры и др.
- Нефтехимическая промышленность: вытяжные вентиляторы, газовые компрессоры, инжекторные насосы, погружные насосы, насосы магистрального трубопровода, котловые насосы, насосы для перекачки соляных растворов, миксеры и др.
- Производство цемента: вытяжные вентиляторы для сушильных печей, вытяжные вентиляторы на установках для помола цементной сырьевой смеси, нагнетатели сжатого воздуха, вентиляторы системы аспирации, охлаждающие вытяжные вентиляторы, нагнетатели воздуха печей предварительного нагрева, нагнетатели воздуха сортирующего устройства, вентиляторы дымового газа и др.
- Целлюлозно-бумажная промышленность: очистные насосы и т. д.
- Водоснабжение и обработка сточных вод: канализационные насосы, насосы чистой воды, радиально-осевые насосы, нагнетатели кислорода и др.
- Другие: приводные механические устройства, ветряные турбины, аэродинамические трубы и др.

3.3.3 Кнопки Стоп-Старт

Для запуска и остановки технологического процесса были выбраны кнопки AC 250V 6A DPST – Мгновенный кнопочный переключатель с грибовидной головкой, внешний вид показан на рисунке 19.



Рисунок 19 – Внешний вид AC 250V 6ADPST

3.3.4 Магнитный пускатель

Пускатели электромагнитные серии ПМЛ-5100 УХЛ4 В, внешний вид показан на рисунке 20.



Рисунок 20– ПМЛ 125-125А

При наличии тепловых реле пускатель осуществляет защит управляемых электродвигателей от перегрузки и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз, а также от не симметрии фаз.

Исходя из таблицы 6 выбираем электромагнитный пускатель типа ПМЛ-5100 УХЛ4 В, так как он на подходит большего всего.

Таблица 6 - Технические характеристики ПМЛ-5100 УХЛ4 В.

Наименование	Напряжение катушки управления U_c , В	Номинальный рабочий ток I_n , А	Степень защиты	Дополнительные контакты	Артикул
1	2	3	4	5	6
Нереверсивные					
ПМЛ-5100 УХЛ4 В	220	125	IP00	1з	ET523186
	380				ET523187
ПМЛ-6100	220	160	IP00	1з	ET523180

1	2	3	4	5	6
ПМЛ-7100	220	250	IP00	13	ET523182
УХЛ4 В	380				ET523183
ПМЛ-8100	220	400	IP00	13	ET523184
УХЛ4 В	380				ET523185

Габариты ПМЛ-5100 УХЛ4 В показаны на рисунке 21.

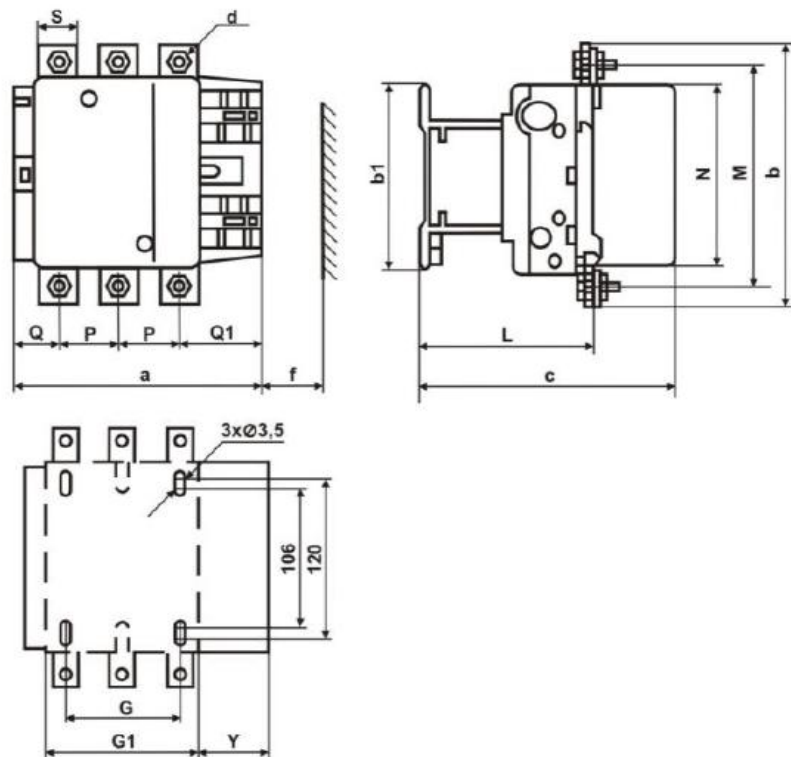


Рисунок 21 – Габариты ПМЛ-5100 УХЛ4 В

3.3.5 Выбор автоматических выключателей

Автоматический выключатель SH204L C63 предназначен для защиты электрических цепей от перегрузок и коротких замыканий. Это четырехполюсный автомат рассчитанный на номинальный ток 63А. Токовременная характеристика С подходит для большинства бытовых электроустановок, внешний вид Внешний вид SH204L C63 показан на рисунке 22.

Характеристики

- Номинальное напряжение: 400В
- Частота: 50/60Гц
- Тип: С
- Номинальный ток (In): 63А
- Число полюсов: 4
- Рычаг: черный, с возможностью опломбировки
- Температура окружающей среды: -25 +55°C
- Положение при монтаже: любое



Рисунок 22 – Внешний вид SH204L C63

4 ЭКИЗ ЩИТА УПРАВЛЕНИЯ

Для управления технологическим процессом был разработан щит управления (рисунок 23)

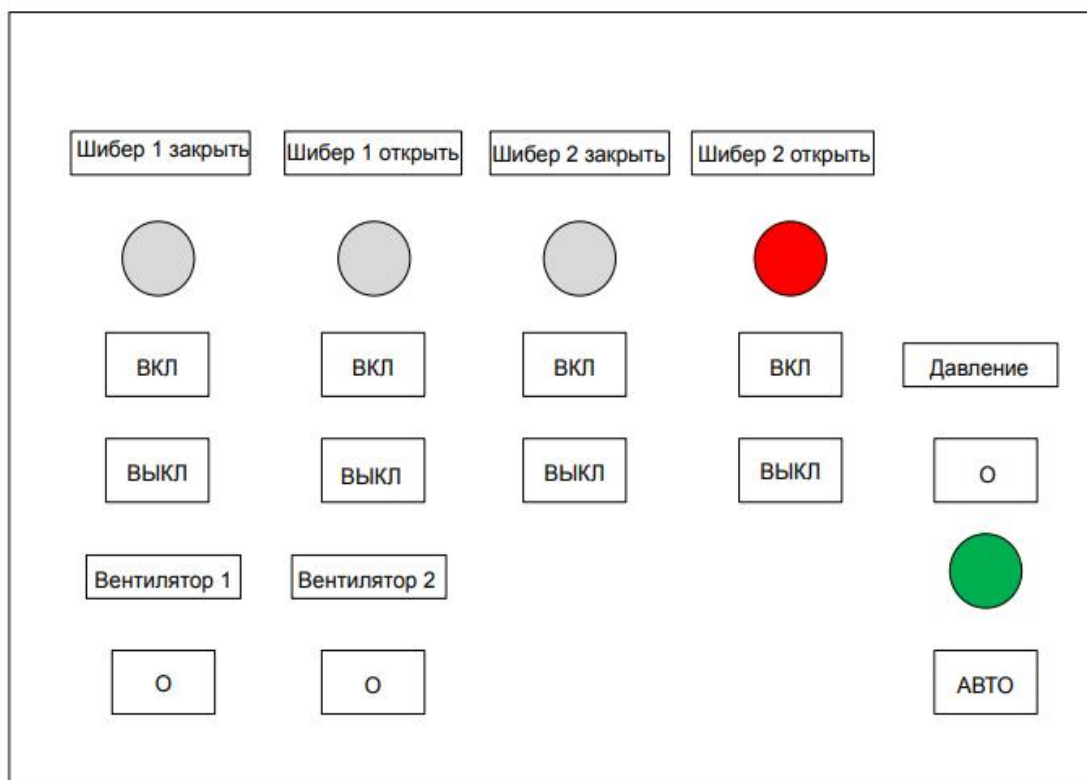


Рисунок 23 – Эскиз щита управления

5 РАЗРАБОКА ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ

На рисунке 24 показана принципиальная схема соединений.

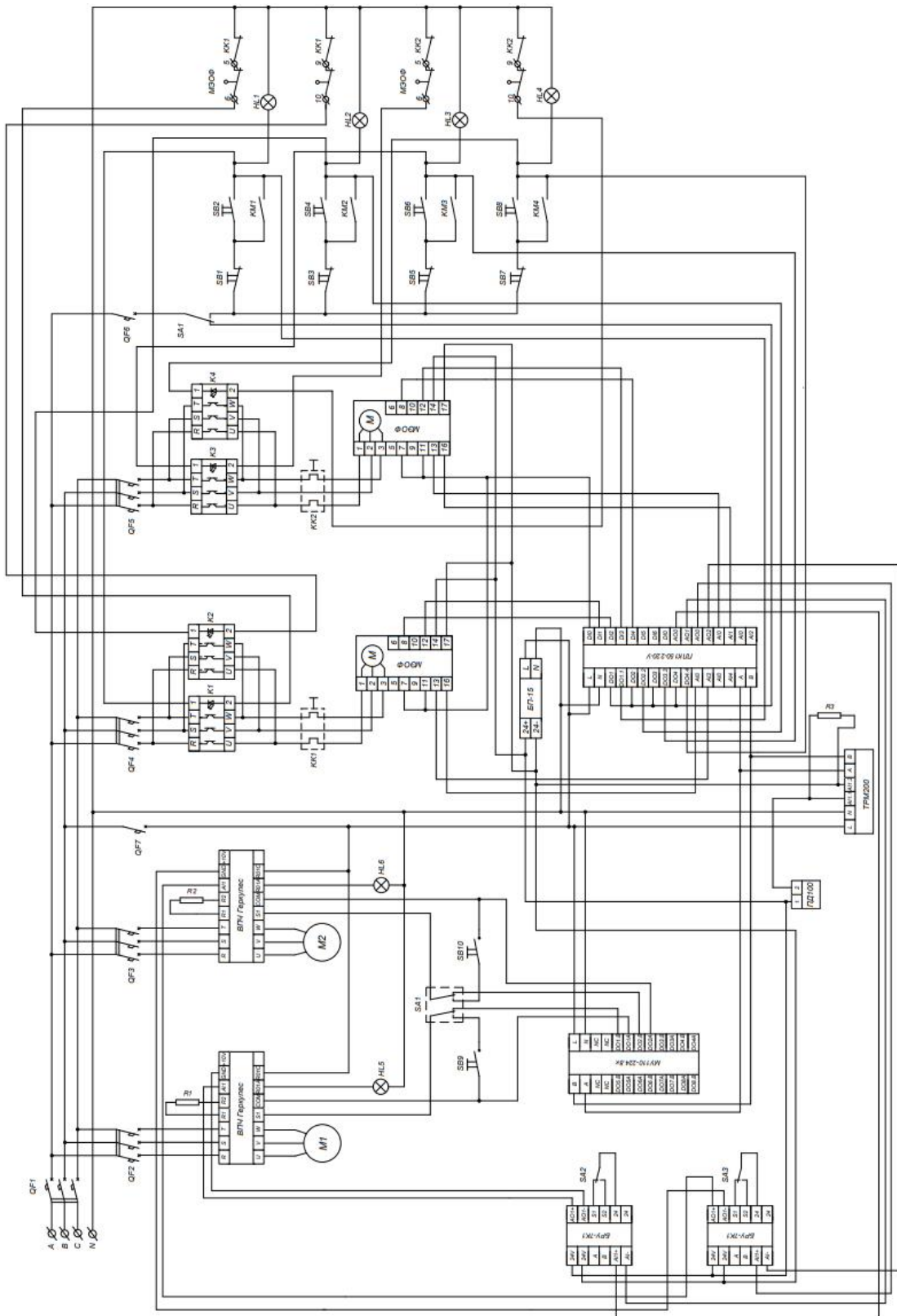


Рисунок 24 – Принципиальная схема соединений

6 РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАЗРЯЖЕНИЯ В ТОПКЕ КОТЛА

6.1 Имитационная модель

Модель(рисунок 25) построена в SimulinkMatlab.

Все команды формируются контроллером и передаются в модель через блок OPC Read. Блок OPC Write записывает данные в один или несколько элементов OPC-сервера. Операция записи и чтения происходит синхронно или асинхронно.

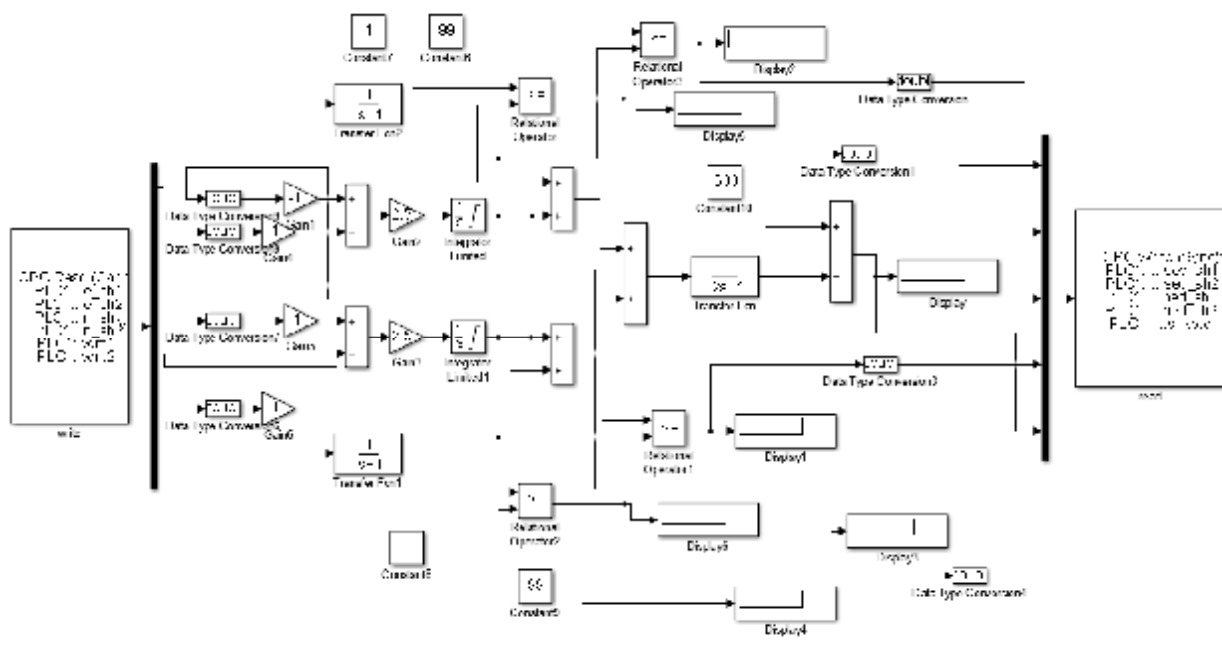


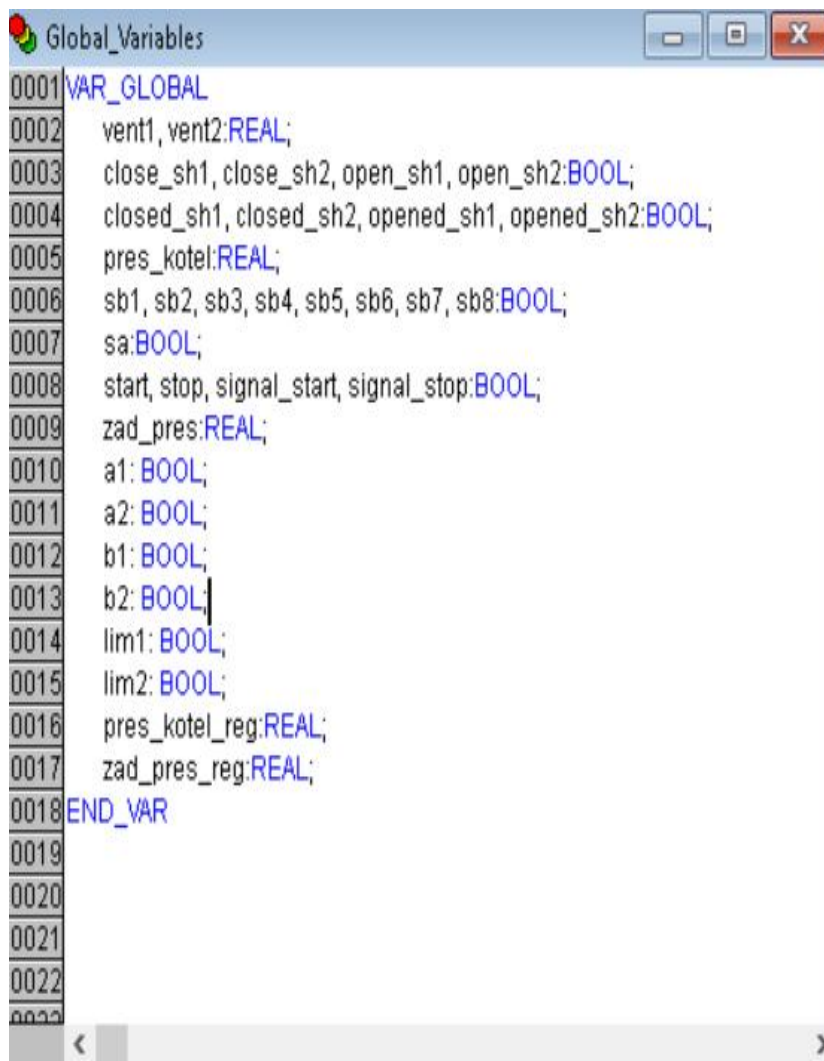
Рисунок 25 – SIMULINK –модель АСР разряжения

6.1 Разработка управляющей программы

Программа для виртуального контроллера разработана в программе CoDESys. Программа полностью показывает принцип работы АСР разряжения. Она включает в себя несколько подпрограмм:

- Главную программу PLC_PRG;
- Подпрограмму upr;
- Подпрограмму ruch;

Глобальные переменные (рисунок 26).



```
0001 VAR_GLOBAL
0002   vent1, vent2:REAL;
0003   close_sh1, close_sh2, open_sh1, open_sh2:BOOL;
0004   closed_sh1, closed_sh2, opened_sh1, opened_sh2:BOOL;
0005   pres_kotel:REAL;
0006   sb1, sb2, sb3, sb4, sb5, sb6, sb7, sb8:BOOL;
0007   sa:BOOL;
0008   start, stop, signal_start, signal_stop:BOOL;
0009   zad_pres:REAL;
0010   a1:BOOL;
0011   a2:BOOL;
0012   b1:BOOL;
0013   b2:BOOL;
0014   lim1:BOOL;
0015   lim2:BOOL;
0016   pres_kotel_reg:REAL;
0017   zad_pres_reg:REAL;
0018 END_VAR
0019
0020
0021
0022
0023
```

Рисунок 26 – Глобальные переменные

Главная программа PLC_PRG (рисунок 27,28) написана на языке ST и осуществляет вызов подпрограмм urg и ruch.


```

0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003     state:INT;
0004     RS_start:RS;
0005 END_VAR
0006 <
0001 ruch;
0002 upr;
0003 pres_kotel_reg:=~pres_kotel;
0004 zad_pres_reg:=~zad_pres;
0005 RS_start(SET:=start, RESET1:=stop);
0006 IF sa THEN
0007 CASE state OF
0008 0:
0009     a1:=1;
0010     b1:=1;
0011     a2:=1;
0012     b2:=1;
0013     IF RS_start.Q1 THEN
0014         signal_start:=1;
0015         signal_stop:=0;
0016         state:=1;
0017     ELSE
0018         signal_start:=0;
0019         signal_stop:=1;
0020     END_IF
0021 1:
0022     IF pres_kotel>zad_pres THEN
0023         open_sh1:=1;
0024         IF opened_sh1 THEN
0025             open_sh1:=0;
0026             state:=2;
0027         END_IF
0028         IF pres_kotel<zad_pres+6 THEN
0029             open_sh1:=0;
0030         END_IF
0031     END_IF
0032 IF stop THEN
0033     state:=0;
0034 END_IF
0035 2:
0036     a1:=1;
0037     b1:=1;
0038     IF pres_kotel>zad_pres THEN
0039         open_sh2:=1;
0040         IF opened_sh2 THEN
0041             open_sh2:=0;
0042             state:=3;
0043         END_IF
0044         IF pres_kotel<zad_pres+6 THEN
0045             open_sh2:=0;
0046         END_IF
0047     END_IF
0048 IF stop THEN
0049     state:=0;
0050 END_IF
0051 3:
0052     a1:=0;
0053     b1:=0;
0054     a2:=1;
0055     b2:=1;
0056     IF lim1 AND pres_kotel>zad_pres THEN
0057         state:=4;
0058     END_IF
0059     IF vent1=0 AND pres_kotel<zad_pres THEN
0060         state:=5;
0061     END_IF
0062 IF stop THEN

```

Рисунок 27 – Главная программа PLC_PRG

```

0063     state:=0;
0064 END_IF
0065 4:
0066 IF vent2=0 AND pres_kotel<zad_pres THEN
0067     state:=3;
0068 END_IF
0069 a2:=0;
0070 b2:=0;
0071 IF stop THEN
0072     state:=0;
0073 END_IF
0074 5:
0075 a1:=1;
0076 b1:=1;
0077 IF pres_kotel<zad_pres THEN
0078     close_sh2:=1;
0079     IF closed_sh2 THEN
0080         close_sh2:=0;
0081         state:=6;
0082     END_IF
0083     IF pres_kotel>zad_pres+6 THEN
0084         close_sh2:=0;
0085     END_IF
0086 END_IF
0087 IF stop THEN
0088     state:=0;
0089 END_IF
0090 IF pres_kotel>zad_pres THEN
0091     state:=2;
0092 END_IF
0093 6:
0094 IF pres_kotel<zad_pres THEN
0095     close_sh1:=1;
0096     IF closed_sh1 OR pres_kotel>zad_pres+6 THEN
0097         close_sh1:=0;
0098     END_IF
0099 END_IF
0100 IF stop THEN
0101     state:=0;
0102 END_IF
0103 IF pres_kotel>zad_pres THEN
0104     state:=1;
0105 END_IF
0106 END_CASE
0107 END IF

```

Рисунок 28 – Главная программа PLC_PRG

Подпрограмма guch (рисунок 29) написана на языке LD и показывает электрическую схему (подобную принципиальной схеме соединений).



Рисунок 29 – Подпрограмма «ruch»

В подпрограмме upr находятся ПИД регуляторы для плавного регулирования дымососами (рисунок 30)

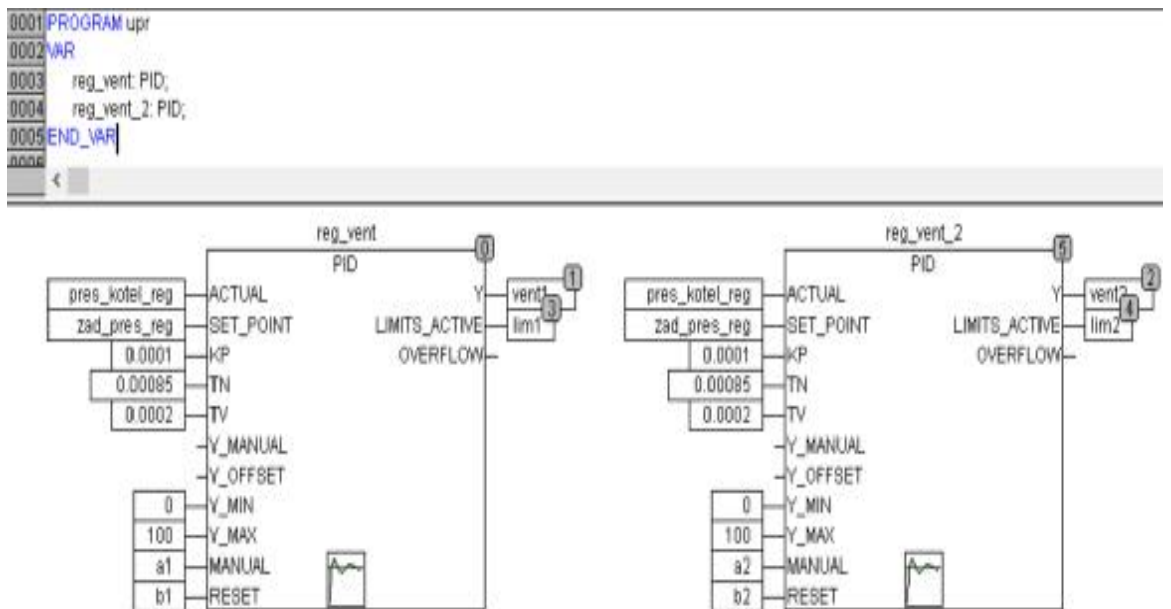


Рисунок 30 – подпрограмма «upr»

В окне визуализации operator (рисунок 31) можно посмотреть на технологический процесс в работе. В окне manual (рисунок 32) визуализация управления АСР разрежения

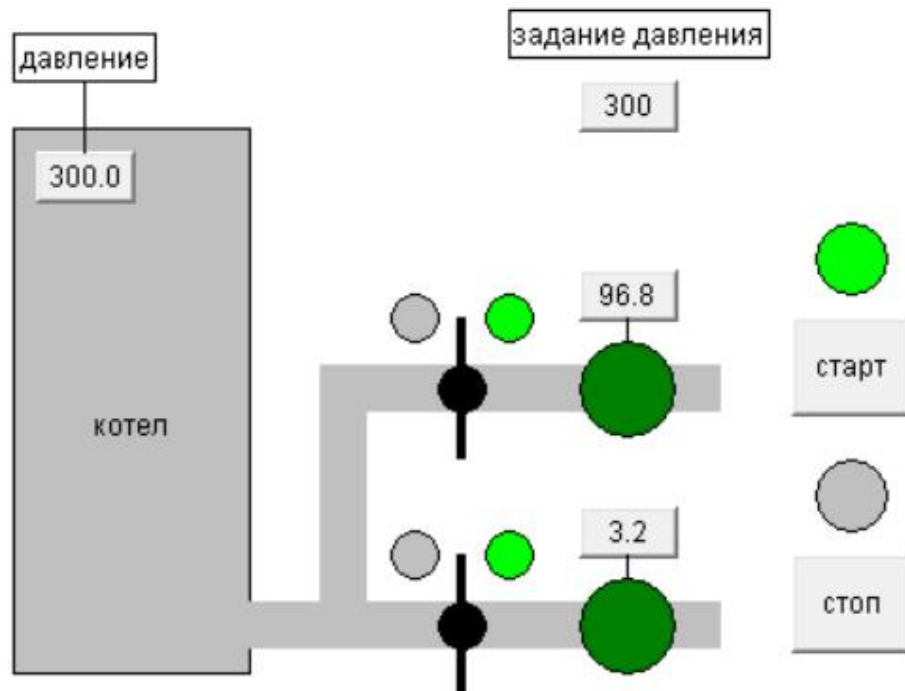


Рисунок 31 – Окно визуализации operator

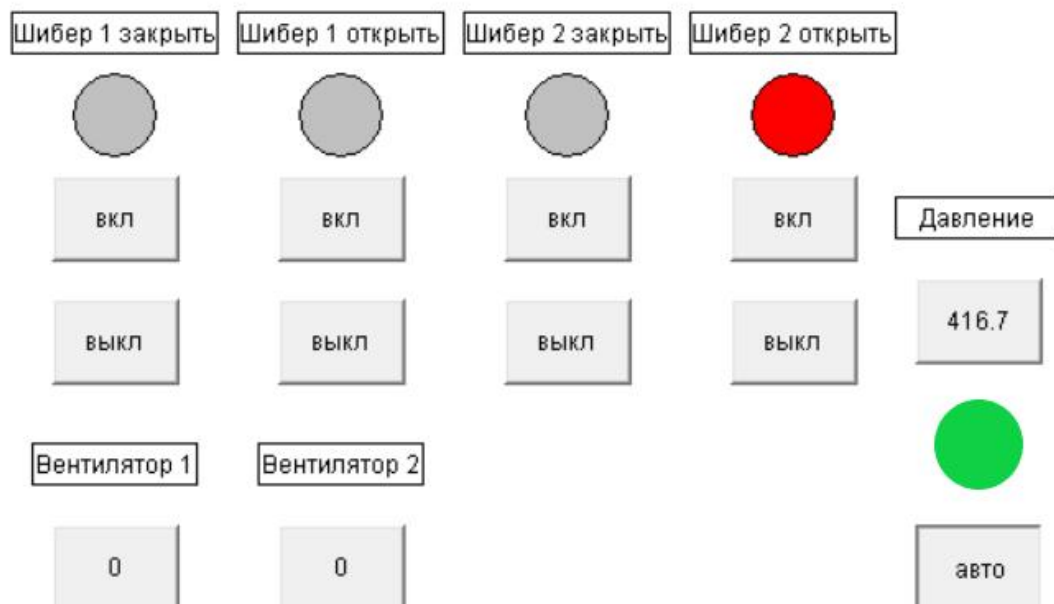


Рисунок 32 – Окно визуализации manual

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Безопасность жизнедеятельности относится к базовым дисциплинам профессионального цикла и обеспечивает получение знаний об идентификации, защите и ликвидации последствий реализации опасностей антропогенного, технического и естественного происхождения, а также их совокупности.

Целью дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» является формирование способности решать проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности грамотно и эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях и при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Вредные факторы: повышенный уровень шума, утечки токсичных и вредных веществ внутри производства, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, повышенная температура поверхностей оборудования и воздуха рабочей зоны.

Опасные факторы: давление, электрический ток, пожар.

7.1 Общие требования охраны труда

К самостоятельной работе в котельной допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие соответствующую подготовку и имеющие удостоверение о допуске к работе на водогрейных котлах, прошедшие инструктаж по охране труда, медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья, имеющие профессиональные навыки, прошедшие:

- Вводный инструктаж при приеме на работу;
- Первичный инструктаж на рабочем месте первичный инструктаж по пожарной безопасности на объектах ЛПУ МГ;
- Проверку знаний по электробезопасности и имеющий группу по электробезопасности, соответствующую выполняемой работе;
- Обучение безопасным методам труда;

- Стажировку на рабочем месте;
- Проверку знаний по охране труда, пожарной безопасности;

Работающие должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, утверждённый график дежурства, установленные режимы труда и отдыха.

При работе в котельной возможно воздействие на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов:

- оставление без присмотра работающие котлы и поручение наблюдения за их работой посторонним лицам;
- превышение предельно допустимого давления пара в котлах;
- термические ожоги при разжигании топлива в топках котлов бензином, керосином или другими легковоспламеняющимися жидкостями, а также при резком открывании дверцы топки и заглядывании в неё;
- отогревание паяльными лампами и факелами замёрзших труб; отравление угарным газом;

Помещение котельной должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией, понижающим трансформатором на 12 В с переносной 12-вольтовой лампой и электрическим фонарём.

В котельной должна быть медаптечка с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств, для оказания первой помощи при травмах.

Работающие обязаны соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения. Помещение котельной должно быть обеспечено огнетушителем на каждые два котла ящиком с песком и лопатой.

При несчастном случае пострадавший или очевидец несчастного случая обязан сообщить об этом администрации учреждения. При неисправности в работе водогрейных котлов сообщить об этом администрации Учреждения.

В процессе работы соблюдать правила ношения спецодежды, Пользо-

вания средствами индивидуальной и коллективной защиты, соблюдать правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место.

Лица, допустившие невыполнение или нарушение инструкции по охране труда, привлекаются к дисциплинарной ответственности в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и, при необходимости, подвергаются внеочередной проверке знаний норм и правил охраны труда.

Работники обязаны немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья. Работник должен изучить приемы освобождения пострадавшего от действия электрического тока и оказания первой доврачебной помощи при травмировании. При несчастном случае необходимо оказать пострадавшему первую (доврачебную) помощь (при отсутствии людей на месте происшествия – самопомощь).

Требования безопасности перед началом работы

Работники обязаны надеть спец. одежду, спец. обувь и каску. Спецодежда должна быть исправной чистой и соответствовать требованиям выполняемой работы.

Перед началом выполнения работа должна быть оформлена распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации. Необходимо получить у своего руководителя задание на работу и пройти целевой инструктаж, по мерам безопасности, предусматривающий указания на конкретные особенности данной работы. Пуск и останов теплоагрегатов, испытание тепловой сети на расчетное давление и температуру теплоносителя выполняются по распоряжению.

Требование безопасности во время работы

Перед загрузкой угля в топку надеть респиратор или противогаз.

Не разжигать котлы без предварительной продувки их воздухом.

Не разжигать топливо в топках бензином, керосином или другими легковоспламеняющимися жидкостями.

Не оставлять без присмотра работающие котлы.

Не допускать в помещение котельной посторонних лиц и не поручать им наблюдение за работой котлов.

Во избежание ожогов соблюдать осторожность при открывании дверцы топki, резко не открывать ее и не заглядывать в топку.

Не допускать повышения давления в котлах сверх допустимой нормы.

Запрещается сушить одежду, обувь, дрова и другие горючие материалы на конструкциях и оборудовании котлов и трубопроводах.

Шлак и золу выгребать в металлический ящик с крышкой на ножках. Не выбрасывать горячую золу, шлак, не прогоревший уголь возле строений и заборов.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

В случае повышения давления пара в котле сверх допустимой нормы, указанной на циферблате манометра красной чертой, открыть предохранительный вентиль и стравить излишек пара из котла до достижения нормального давления.

В случае прекращения подачи электроэнергии и остановки водяных насосов для предотвращения размораживания системы отопления тушить котлы и слить воду из системы.

При возникновении пожара немедленно сообщить о пожаре в ближайшую пожарную часть, администрации учреждения и приступить к тушению очага возгорания с помощью первичных средств пожаротушения.

При появлении признаков газа в воздухе рабочей зоны, работы немедленно прекратить и покинуть помещение котельной. О случившемся доложить руководителю работ. К работе не приступать до устранения причин появления газа и положительного анализа воздуха рабочей зоны.

При получении травмы немедленно оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом администрации учреждения, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

Требования безопасности по окончании работы

После окончания работ работники обязаны:

Привести в порядок рабочее место, очистить от отходов используемых материалов и мусора, образовавшихся при выполнении работы.

Собрать ручной инструмент, приспособление, оснастку, неиспользованные материалы и средства индивидуальной защиты, применявшиеся в процессе работы, и поместить их в отдельное место для хранения.

Снять спец. одежду, спец. обувь и средства индивидуальной защиты и убрать их в отведенное место. Выполнить требования личной гигиены.

Обо всех недостатках по охране труда, обнаруженных во время работы, известить непосредственного руководителя.

7.2 Условия труда на рабочем месте оператора котельной установки

Основные требования к условиям труда при работе с проектируемым оборудованием и шкафом управления:

Местное освещение, предусмотренное конструкцией производственного оборудования, должно соответствовать условиям эксплуатации и исключать возможность прикосновений работника к его токоведущим частям. Местное освещение должно иметь индивидуальные выключатели, расположенные в удобных местах.

Производственное оборудование должно иметь уровни шума, ультразвука, инфразвука и вибрации не выше регламентированных санитарными нормами. Допустимые уровни шума и вибрации, требования к защитным элементам, средствам ограничения интенсивности излучения, требования о наличии элементов защиты от случайных прикосновений к движущимся, токоведущим, нагретым частям и элементам, защиты от опасных и вредных веществ, выделяющихся при эксплуатации, должны быть указаны в стандартах и технических условиях на конкретные виды оборудования.

Производственное оборудование, при работе которого создается шум, превышающий предельно допустимые нормы, должно быть оборудовано

устройствами подавления шума или снижения его уровня до санитарных норм.

Производственное оборудование при эксплуатации не должно загрязнять окружающую среду выбросами вредных веществ выше установленных норм.

Оборудование, являющееся источником выделения вредных и опасных веществ, необходимо в местах их выделения оснащать местными отсосами.

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Предельно-допустимые концентрации

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Оксиды серы	10	3
Оксиды азота	5	3
Оксид углерода	20	4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе была разработана автоматизированная система регулирования разрежения в топке парогенератора тепловой станции с применением частотного управления дымососом.

В ходе выполнения работы были выбраны исполнительные механизмы: дымосос, а также измерительные преобразователи и датчики, коммутационная и управляющая аппаратура.

На основании этого была разработана функциональная и принципиальная схемы. Рассчитаны и выбраны автоматические выключатели, электромагнитные пускатели, переключатели.

Программа для управления ПЛК разработанная в ПО CoDeSys осуществляет управление и контроль над оборудованием, контроль датчиков и средств автоматизации, управление технологическим процессом.

Была разработана имитационная модель в Simulink, окна визуализации и управляющая программа для ПЛК в CoDeSys.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1.allbest: Котел БКЗ-220-100 [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: allbest.ru/physics/00324398_0. – 05.10.2020.
2. мегаватт: Дымосос ДН22х2 [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: megavattspb.ru/dimosos_dn22x2. – 10.10.2020.
3. Руководство по монтажу и эксплуатации: Исполнительные электрические однооборотные МЭО(Ф) [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: zeim.ru/production/docs/re/53-02-2019.pdf. – 07.12.2020.
4. Каталог: Блок ручного управления БРУ-7К1 [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: armakip.com.ua/uploads/mikrol/pdf/BRU-7%28K1%29_catalog.pdf. – 15.12.2020.
- 5.Агава: Измеритель АДН [Электронный ресурс]: kb-agava.ru. – 2021. – Режим доступа: kontrolno_izmeritelnye_pribory. – 18.01.2021.
- 6.owen.ru: БП15Б [Электронный ресурс]: owen.ru. – 2021. – Режим доступа: owen.ru/product/bloki. – 25.01.2021.
- 7.owen-prom: ПЛК 150. [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: owen.ru/product, – 02.05.2021.
8. owen-prom: Котел БКЗ-220-100. [Электронный ресурс]: owen-prom.ru. – 2021. – Режим доступа: owen-prom.ru/files/re_mu110-x.8r_k__m01__1-ru-32750-1.10.pdf. – 03.02.2021.
9. ИТСПб: ВПЧ «Геркулес» [Электронный ресурс]. –2021. – Режим доступа: it-spb.ru/produksiya/vysokovoltnyyu. – 14.02.2021.
10. chipdip.: Кнопки, переключатели, разъемы, реле [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://www.chipdip.ru/catalog/switches-buttons>. – 07.03.2021.
11. электротехник: Пускатели ПМЛ [Электронный ресурс]: elektrotehnik.ru. – 2020. – Режим доступа: www.elektrotehnik.ru. –12.03.2021.
12. etm: Автоматический выключатель SH204L C63 [Электронный ресурс]. – 2021. –Режим доступа: etm.ru/cat/nn/8338815/. – 17.03.2021.

13. Рыбалёв, А.Н. Разработка и эмулирование АСУ ТП с использованием программ разных производителей и типов / А.Н. Рыбалев, Ф.А. Николаец // Вестник Амурского государственного университета. – 2014. 65. – С.73–82.

14. Рыбалёв, А.Н. Имитационное моделирование АСУ ТП. Монография// А.Н. Рыбалев–Издательство АмГУ, 2019. – 408 с.

15. ТИ-082-2002: Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: docs.cntd.ru/document/1200071135. – 25.05.2021.

16. focdoc.ru: Инструкция по охране труда при работе в котельной [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: focdoc.ru/down/o-1465.– 25.05.2021.

17. Документация MATLAB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: docs.exponenta.ru. – 15.01.2021.