

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

Факультет электротехнический

Кафедра автоматики

Направление подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

Голощапов С.С.

2017 г.

Система управления насосной станции

(тема)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ ВКР

Нормоконтроль

старший преподаватель

должность

Елисеев В.П.

подпись

ФИО

2017 г.

Автор проекта

студент группы МиЭт-428

Лисконог А.В.

подпись

ФИО

2017 г.

Руководитель работы

инженер

должность

Санжаров И.Б.

подпись

ФИО

2017 г.

Начальник отдела 147

Тамажанов Д.М.

подпись

ФИО

2017 г.

Директор ЦНПП АО «ГРЦ Макеева»

Усачев Д.В.

подпись

ФИО

2017 г.

Руководитель отделения

АО «ГРЦ Макеева»

Первый заместитель генерального конструктора -
главный конструктор по теме

должность

Петров П.В.

подпись

ФИО

2017 г.

Аннотация

Система управления

насосной станции.

Лисконог А.В.

Миасс. ЭТФ ЮУрГУ. 2017г.

Библиография литературы

– 12 наименований, стр.66,

2 чертеж формата А2,

2 чертежа формата А2х3.

В данном дипломном проекте рассмотрена автоматизация системы управления насосной станции. В основе системы лежит программируемый логический контроллер, также в системе размещены датчики и регулируемые задвижки для дистанционного управления технологическим процессом. В процессе автоматизации рассматриваются вопросы реализации аппаратной части, взаимодействия с программной прошивкой в соответствии с определенным алгоритмом работы, написание программы отработки алгоритма управления.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Система управления насосной станции					
Разраб.	Лисконог							<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Пров.	Санжаров								4	66
Н.контр.	Елисеев							ЮУрГУ		
Утв.	Голощанов							Кафедра «Автоматика»		

Содержание

Введение	7
1 Назначение.....	9
2 Исходные данные	10
3 Анализ насосных станций.....	11
4 Обоснование структуры системы управления.....	14
5 Описание работы системы управления.....	16
5.1 Режимы работы СУ НС.....	16
5.2 Устройство и работа системы управления насосной станцией.....	17
5.3 Технические характеристики СУ	20
6 Аппаратная часть.....	21
6.1 Обоснование выбора аппаратуры пульта управления	21
6.2 Обоснование выбора аппаратуры ШЭ	49
6.3 Обоснование выбора датчиков (первичных преобразователей).....	55
6.4 Обоснование выбора элементной базы исполнительных агрегатов... ..	57
6.5 Обоснование электрических схем.....	59
7 Программно-математическая часть.....	62
7.1 Обоснование программы разработки.....	62
7.2 Описание алгоритмов	63
7.3 Программа отработки	64
Вывод.....	65
Библиографический список	66

Приложение А. Схема электрическая 27.03.04.2017.216.10.00 ЭЗ ф. А2

Приложение Б. Схема электрическая 27.03.04.2017.216.00.00 ЭЗ ф. А2

Приложение В. Схема электрическая 27.03.04.2017.216.20.00 ЭЗ ф. А2х3

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Введение

В состав экспериментальной базы АО «ГРЦ Макеева» входит комплексный моделирующий стенд, который включает в себя динамические стенды, предназначенные для проведения испытаний.

Так как стенды являются гидравлическими, то для обеспечения их работоспособности необходима насосная станция (НС), которая содержит насосное, измерительное и управляющее оборудование, обеспечивающее работу динамических стендов рабочим давлением масла до 150 Мпа. НС представляет собой полуавтоматический комплекс со своей автономной системой управления (СУ).

Разработка систем автоматизации управления различными технологическими процессами, в том числе и СУ НС, были разработаны в 60-70 годы двадцатого века. Такие схемы логического управления (СЛУ) на релейно-контактных элементах, а позже на микросхемах имели фиксированную логику работы, и в случае необходимости изменения алгоритма управления приходилось полностью переделывать всю монтажную схему.

Рассмотрим на примере НС:

- СУ НС не поддерживает необходимые заданные значения регулируемых параметров технологического процесса;
- не является надежной, расходует большое количество ресурсов;
- отсутствует автоматизация технологического процесса и полный контроль над оборудованием, а также нет достаточной защиты, быстрого реагирования и предупреждения аварийных ситуаций.

В связи с этим требуется автоматизация СУ данной НС.

В данном дипломном проекте будет рассмотрен проект СУ НС со следующими функциями:

- полная информатизация и автоматизация процессов от уровня технологического оборудования до уровня программно-управленческих решений;
- будет организовано дистанционное управление НС с помощью сенсорной панели управления (СПУ);
- система управления насосным блоком (НБ) НС сгенерирована с использованием программируемого логического контроллера (ПЛК);
- поддержание необходимого значения давления масла;
- управление исполнительными механизмами;
- простота и надежность в эксплуатации;
- предупреждение аварийных ситуаций.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 Назначение

Автоматизированная СУ НС предназначена для:

- создания рабочего давления в СУ;
- запуска и остановки насосных агрегатов, управления запорными и запорно-регулируемыми задвижками;
- передачи информации о текущем состоянии работы системы, о параметрах и состоянии технологического процесса;
- автоматического и ручного управления оборудованием;
- предупреждения об аварийных и чрезвычайных ситуациях;
- управления насосной станцией в режиме реального времени;
- обеспечения простоты и надежности в использовании и обслуживании.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

2 Исходные данные

В данном дипломном проекте будет рассматриваться НС, которая включает в себя:

- пульт управления;
- 8 насосных блоков.

Так как станция состоит из 8 аналогичных блоков, то мы будем рассматривать только один НБ, который состоит из:

- 1) шкаф электротехнический (ШЭ);
- 2) 6 насосных агрегатов;
- 3) 1 насос охлаждения;
- 4) 3 запорных арматуры;
- 5) 1 запорно-регулируемая арматура;
- 6) 2 сигнализатора уровня масла;
- 7) 1 датчик температуры масла
- 8) 1 датчик давления масла.

Технические характеристики.

- 1) управление насосами и задвижками – ручное и автоматическое;
- 2) рабочее давление – 150 кгс/см²;
- 3) рабочая жидкость – масло индустриальное 20 ГОСТ 1707-51.

Требуется модернизация СУ НС и переход на цифровое управление.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

3 Анализ насосных станций

Технологическая схема с насосами чаще всего является переменной, так как происходит расход перекачиваемой жидкости. В связи с этим насосное оборудование должно обеспечивать определенный расход перекачиваемых сред, преодолевая гидравлическое сопротивление систем трубопроводов. С увеличением ширины полосы требуемого расхода возможно использование групп насосов, вместо одного большого. Варьируя включением и выключением насосов можно создать необходимый расход и давление в системе в определенный момент времени. Эта технология давно известна и используется на многих предприятиях. Насосы работают с максимальным КПД, а система в целом обладает огромным запасом устойчивости и стабильности.

Современная НС – это группа насосов и их СУ, работающая по определенно-написанной программе в автономном, полуавтоматическом режиме. В основе автоматической работы лежит параллельная работа всех или части насосов на единичный выходной коллектор. При изменении производительности системы по отклонению от заданной величины производится автоматическое включение или выключение вторичных насосов, либо дистанционное управление задвижкой в магистрали.

Наиболее известными в настоящее время являются следующие схемы построения СУ НС:

1) Электродвигатели подключены к устройству плавного пуска (УПП) через пускатели, напрямую к сети. Контур регулирования выполнен на внешнем контроллере. К нему же подключаются датчики давления, УПП, пускатели, а также контакторы. Контур регулирования выполнен на базе запорно-регулируемой задвижки с ПИ-регулятором, который изменяет давление в магистрали.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

2) Один из насосов имеет встроенный децентрализованный преобразователь частоты. Контур регулирования выполнен на базе внешнего контроллера с ПИ-регулятором, который изменяет производительность главного насоса по шине связи. При увеличении требуемого расхода системы регулятор с помощью встроенных реле контроллера коммутирует катушки пускателей дополнительных насосов.

3) Все насосы станции имеют встроенные преобразователи частоты. Контур регулирования выполнен на базе ПИ-регулятора одного из преобразователей частоты. Регулятор по единой шине осуществляет включение и выключение подчиненных преобразователей частоты, а также формирует для них задание скорости вращения.

4) В СУ существует внешний преобразователь частоты, который имеет дополнительную возможность переключения на любой из электродвигателей насосов станции с помощью коммутации пускателей силовых выходных цепей. Контур регулирования выполнен на программном ПИ-регуляторе. Катушки пускателей дополнительных насосов коммутируются от нескольких реле преобразователя частоты.

5) Все насосы управляются от внешних преобразователей частоты. Контур регулирования выполнен на базе ПИ-регулятора одного из преобразователей частоты. Регулятор осуществляет подключение и отключение подчиненных преобразователей частоты, а также по единой шине формирует для них задание скорости вращения.

Вариант под номером 2 обеспечивают прямой запуск насосов, что создает значительные скачки давления, гидроудары в системе. Следовательно, его применение возможно только при наличии гидропневматических баков повышенного потребного объема в напорной стороне станции. Это в свою очередь возможно в небольших системах.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

В системах с большим объемом баков более подходящими являются конфигурации станций под номером 3 и 5.

Конфигурация 4 рекомендуется при использовании пяти или шести насосов в станции. Такое количество увеличивает вероятность длительного простоя некоторых из них. Чаще всего это резервные насосы.

В нашем случае мы выбрали конфигурацию 1. Выбранная система подходит к нашим требованиям:

- в конфигурации используются элементы, выполняющие плавный запуск двигателей;
- осуществляется контроль давления в системе;
- данная конфигурация позволяет проводить обслуживание и ремонт отдельных элементов в кратчайшие сроки;
- управление давлением выполняется запорно-регулируемой задвижкой на ПИ-регуляторе.

Для данной конфигурации ключевыми элементами в СУ являются:

- пульт управления;
- электротехнический шкаф;
- исполнительные агрегаты.

Эти составляющие будут рассмотрены по отдельности и подобраны элементы, выполняющие требования задания.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

4 Обоснование структуры системы управления

Рассмотрим упрощенный вариант структурной схемы, изображенной на рис.1.

В основе системы управления лежит ПЛК совместно с СПУ. На СПУ отображается процесс выполнения технологического процесса и осуществляется работа оператора для организации автоматической и дистанционной работы в случае возникновения аварии и отказа определенных элементов. ПЛК осуществляет управление ШЭ НБ НС, в котором находится коммутационная аппаратура для обеспечения управления исполнительными агрегатами, проверяя и задавая работу всех необходимых его компонентов. ПЛК управляет запорно-регулируемой и запорной арматурой, запуском и остановкой насосов, осуществляет контроль давления и температуры, проводит взаимосвязь между исполнительными агрегатами и датчиками.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

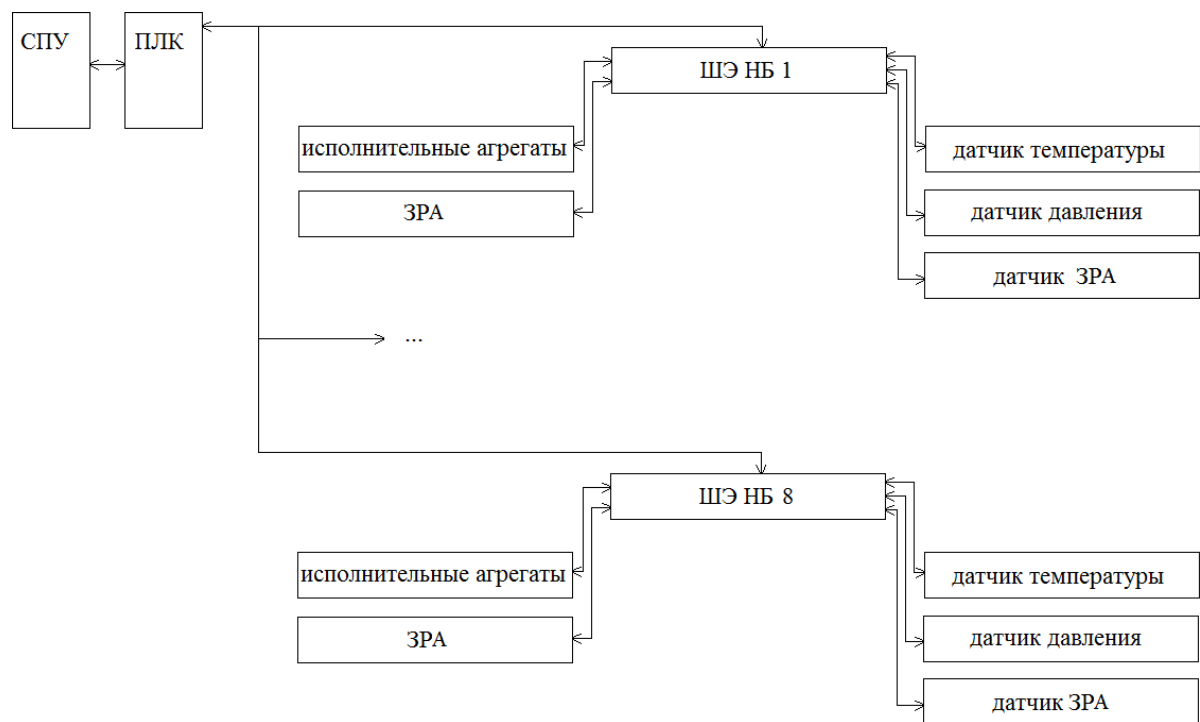


Рисунок 1 – Структурная схема СУ НС

(СПУ – сенсорная панель управления, ПЛК – программируемый логический контроллер, ШЭ НБ – шкаф электротехнический насосного блока, ЗРА – запорно-регулируемая арматура)

5 Описание работы системы управления

5.1 Режимы работы СУ НС

Предполагается, что СУ будет работать в двух режимах: ручной и дистанционный.

1) Ручной – управление осуществляется оператором НС со ШЭ НБ, переводом переключателя режимов в положение «Ручной».

Запуск и останов исполнительных органов НС в ручном режиме осуществляется оператором НС со ШЭ.

2) Дистанционный – управление осуществляется оператором НС с СПУ НС, при переводе переключателя на ШЭ НБ в положение «Автоматический».

Перед включением любого блока НС провести подготовку НС к работе. Запуск и останов исполнительных органов НС в ручном режиме осуществляется при открытой задвижке ВЭ-3.

Пуск НС с СПУ НС в режиме «Автоматический». Перед запуском двигателей насосов необходимо на панели выбрать количество двигателей для запуска.

После выбора количества двигателей нажимается кнопка «Пуск», затем происходит замыкание пускателей. Запуск насосов охлаждения происходит автоматически.

После 10 секунд происходит запуск УПП. По завершении разгона двигателей и выхода УПП в рабочее состояние система зеленым цветом сигнализирует об этом.

Контроль давления и температуры осуществляется с помощью стрелочной и цифровой индикации на СПУ.

Аварийное отключение СУ НС может быть произведено автоматически, а также оператором НС с помощью кнопок «Аварийный Стоп» в помещении

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

НС, на каждом ШЭ, а также оператором стандового оборудования при помощи кнопки «Аварийный Стоп НС».

5.2 Устройство и работа системы управления насосной станции

5.2.1 Пульт управления насосной станции

Пульт управления НС выполняет следующие функции:

- управление запорно-регулируемыми задвижками;
- управление запуском и остановом насосов с задействованием УПП;
- контроль давления и температуры в системе;
- обмен данными с динамическим стендом по цифровому интерфейсу.

Пульт управления включает в себя:

- коммутационный шкаф;
- ПЛК;
- модули ввода-вывода;
- СПУ;
- блоки питания.

5.2.1.1 ПЛК

Выбираемый контроллер должен выполнять автоматическое конфигурирование, включать аналоговые, дискретные и специализированные модули.

Требуемые технические характеристики:

Количество модулей ввода-вывода – 64;

Напряжение питания - 24 В постоянного тока (-25 - +30 %);

Макс. входной ток - (24 В) 500 мА;

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

5.2.1.2 СПУ

СПУ должна быть совместима с ПЛК, а также иметь среду выполнения CoDeSys.

Требуемые технические характеристики:

Размер экрана – 38,1 см (15");

Подача напряжения - 24 В пост.тока (18 - 30 В);

Макс. входной ток (24 В) - 1300 мА.

5.2.1.3 Модули ввода-вывода

В нашей СУ НС требуются дискретные, аналоговые, релейные команды, а также требуется цифровой интерфейс для связи со стендом.

Так как наш ПЛК является модульным, то к нему необходимо подобрать модули ввода-вывода. Также необходимо подобрать модуль ввода питания.

Управление НС будет происходить с помощью комплекта программного обеспечения.

5.2.1.4 Блоки питания

Программируемый логический контроллер (ПЛК) работает от напряжения 24В, поэтому источник питания должен соответствовать этому требованию. Также требуется использование импульсного источника питания, так как имеет большую виброустойчивость.

Требуемые технические характеристики:

Пусковой ток – 40А;

Диапазон выходного напряжения – 23 - 27В пост.тока;

5.2.2 ШЭ

ШЭ выполняет следующие функции:

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

- управление УПП, исполнительными агрегатами, запорной и запорно-регулируемой арматурой;
- принимает значения с датчиков температуры и давления.

ШЭ НБ НС должен включать в себя:

- коммутационную аппаратуру;
- УПП;
- вторичные преобразователи (ИРТ).

5.2.2.1 УПП

УПП должно обеспечивать следующие требования:

- 1) время разгона агрегатов – 15с;
- 2) время торможения – 10с;
- 3) время выхода в рабочее давление – 30с;
- 4) мощность 250кВт.

5.2.2.2 Вторичные преобразователи

Вторичные преобразователи должны обеспечивать удобную для восприятия информации диспетчером и обслуживающим персоналом.

Вторичный прибор должен быть установлен на ШЭ и иметь сетевой интерфейс RS-485.

5.2.2.3 Коммутационная аппаратура

Коммутационная аппаратура должна быть согласована со всеми элементами ШЭ.

5.2.3 Датчики (первичные преобразователи)

Датчики выполняют следующие функции:

- осуществляют контроль и измерение температуры и давления;

НБ НС должен включать в себя:

- термопреобразователь;

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

- преобразователь давления;

Термометр сопротивления должен иметь диапазон измерений от 0 до 100 С°. Преобразователь давления должен иметь диапазон измерений от 0 до 160 МПа.

5.2.4 Исполнительные агрегаты

Исполнительные агрегаты выполняют следующие функции:

- создания и поддержания заданного давления;

Исполнительные агрегаты НБ НС должны включать в себя:

- запорную арматуру;
- насосные агрегаты.

5.2.4.1 Запорная арматура

Необходимо выбрать привод для запорно-регулируемой арматуры.

Привод должен управляться током в диапазоне от 4 до 20 мА.

5.2.4.2 Насосные агрегаты

Насосные агрегаты остаются старые, поэтому их выбор производится не будет.

5.3 Технические характеристики СУ

Система должна обеспечивать следующие параметры:

- 1) время разгона агрегатов – 15с;
- 2) время торможения – 10с;
- 3) диапазон давления – до 150 кг/см²;
- 4) диапазон температуры – 0...+60 С°;
- 5) время выхода в рабочее давление – 30с.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

6 Аппаратная часть

6.1 Обоснование выбора аппаратуры пульта управления

Пульт управления НС выполняет важные функции по управлению запорно-регулируемой арматурой, запуском и остановкой насосных агрегатов, осуществляет контроль давления и температуры.

Он включает в себя:

- коммутационный шкаф;
- ПЛК;
- модули ввода-вывода;
- СПУ;
- блоки питания.

6.1.1 Обоснование выбора типа ПЛК

Программируемый контроллер — электронная составляющая промышленного контроллера, специализированного (компьютеризированного) устройства, используемого для автоматизации технологических процессов. В качестве основного режима длительной работы ПЛК, зачастую в неблагоприятных условиях окружающей среды, выступает его автономное использование, без серьёзного обслуживания и практически без вмешательства человека.

В отличие от микроконтроллера (однокристального компьютера), микросхемы предназначенной для управления электронными устройствами, областью применения ПЛК обычно являются автоматизированные процессы промышленного производства; компьютеров, ПЛК ориентированы на работу с машинами и имеют развитый 'машинный' ввод-вывод сигналов датчиков и исполнительных механизмов в противовес возможностям компьютера, ориентированного на человека (клавиатура, мышь, монитор и т. п.);

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

встраиваемых систем — ПЛК изготавливается как самостоятельное изделие, отдельно от управляемого при его помощи оборудования.

При обосновании и выборе контроллера также будет рассматриваться комплект в составе: контроллер и модули ввода/вывода.

Из известных фирм производителей мы будем рассматривать: Siemens, Omron, WAGO, Овен.

ПЛК является главной частью пульта управления.

В зависимости от расположения модулей ввода-вывода промышленные программируемые контроллеры различают:

1. моноблочные ПЛК;
2. модульные ПЛК;
3. распределенные ПЛК.

1. Моноблочные ПЛК.

Конструкция контроллера представляет собой единый цельный корпус с устройствами ввода-вывода, не предусматривая осуществление замены или удаления модулей ввода-вывода.

Такие ПЛК являются наиболее простыми и позволяют удобно и легко организовывать дискретное управление различными технологическими процессами. Наибольшее применение находят в сфере ЖКХ, в системах автоматического управления водоканалов, насосных станций, для управления малыми станками и механизмами, пищеперерабатывающими и упаковочными аппаратами, для управления климатическим оборудованием, автоматизации торгового оборудования и в сфере производства строительных материалов.

Существует ряд отличительных особенностей моноблочных ПЛК.

Рассмотрим преимущества:

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

- мощные вычислительные ресурсы и большой запас оперативной памяти;
- наличие последовательных интерфейсов (RS-232, RS485) на борту контроллера;
- наличие порта Ethernet для включения в локальные и глобальные сети верхнего уровня;
- в моноблочных контроллерах находятся встроенные часы, что позволяет сделать систему реального времени (СРВ);
- встроенный аккумулятор, что дает возможность кратковременного пережидания пропадания питания, перевод выходных элементов в безопасное состояние;
- наличие дискретных входов/выходов на борту контроллера;
- поддержка 5 языков программирования для специалистов любой отрасли;
- количество логических операций ограничивается только количеством свободной памяти контроллера;
- практически неограниченное количество используемых в проекте счетчиков, триггеров, генераторов.

Но также существует и ряд недостатков:

- невозможность подключения, замены или удаления модулей ввода-вывода;
- сложность с усовершенствованием портов на борту контроллера;
- сложность с ремонтом и анализом неисправностей.

2. Модульные ПЛК.

Модульные ПЛК по сравнению с моноблочными имеют очень важный плюс, они позволяют замену различных модулей. Конструкция представляет собой общую корзину с модулем центрального процессора и сменными

модулями ввода-вывода, причем за выбор и состав модулей отвечает проектировщик автоматической СУ в зависимости от выполняемой задачи.

Модульные ПЛК применяют в системах автоматического управления НС; для автоматизации литейных цехов и решения задач, связанных с анализом газов и с контролем качества в области черной и цветной металлургии; для управления технологическими установками и очистки отходов химического производства, а также на установках по переработке пластмасс и некоторых агрегатах в производстве резины; на перекачивающих и распределительных станциях при нефтедобычи; применяются в текстильной промышленности для управления операциями автоматического раскроя тканей и контроля нитей; на транспортных конвейерах; в стекольной промышленности; при решении задач, связанных с охраной (зданий, заводов) и обеспечения безопасности (ядерная энергетика).

Модульные ПЛК обладают рядом достоинств:

- являются одними из самых быстрых видов программируемых контроллеров;
- позволяют создавать большую линейку базовых модулей ввода-вывода (максимальное количество входов/выходов в одном блоке доходит до 128);
- увеличение возможностей контроллера за счет того, что подходят модули как нынешнего, так и предыдущих поколений;
- наличие порта Ethernet для включения в локальные или глобальные сети верхнего уровня;
- возможность работы напрямую с портами контроллера, что позволяет подключать внешние устройства с нестандартными протоколами;
- наличие высокоскоростной шины и специальных модулей с достаточно простым способом обращения к ним через регистр данных, что позволяет существенно упростить программирование;

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- встроенные часы реального времени;
- практически неограниченное количество используемых в проекте счетчиков, триггеров, генераторов.

Недостатки модульных ПЛК:

- невозможность создания передачи данных от удаленных ПЛК.

3. Распределенные ПЛК.

В таких ПЛК модули ввода-вывода вынесены за пределы контроллера, выполняются в специальных корпусах и соединяются с контроллером при помощи промышленной сети с использованием интерфейсов, например, RS-485, RS-232. Модули могут быть расположены на значительном удалении от самого программируемого контроллера.

Такие распределенные ПЛК используются в системах управления на базе специальной вычислительной техники, предназначенные для использования исключительно в технологических процессах. Предназначены для круглосуточной эксплуатации на технологических объектах, для которых последствия сбоя или отказа представляют серьезную угрозу для оборудования, для жизни и здоровья людей.

Достоинства распределенных ПЛК:

- возможность подключения значительного количества датчиков, расположенных на расстоянии друг от друга;
- возможность управления большим количеством датчиков;
- на рабочую станцию возможна передача различных типов данных от удаленных ПЛК;
- мониторинг технологического процесса можно осуществлять из любого места, где есть рабочая станция, а не только находясь в непосредственной близости с объектом;

Недостатки распределенных ПЛК:

- система является достаточно сложной;

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

- при передаче сигналов на расстояние возникают помехи;
- невозможность комбинирования различных модулей ввода-вывода.

Таким образом, при рассмотрении ПЛК для пульта управления НС выбор остановился на модульном ПЛК, так как именно такой вид отвечает заданным критериям производства, а именно:

- являются одними из самых быстрых и простых в программировании;
- позволяют создавать большую линейку базовых модулей ввода-вывода;
- возможность работать с прошлыми поколениями контроллеров;
- наличие высокоскоростной шины и специальных модулей с достаточно простым способом обращения к ним через регистр данных, что позволяет существенно упростить программирование;

6.1.1.1 ПЛК

ПЛК Omron CJ1G/CJ2H.

Базируясь на той же архитектуре управления, что и стоечные ПЛК серии CS1, компактные модульные ПЛК CJ1G и CJ2H характеризуются наивысшим отношением производительности к объему в своем классе. ПЛК Omron CJ1G/CJ2H изображен на рисунке 2.



Рисунок 2 – ПЛК Omron CJ1G/CJ2H

Технические характеристики:

- макс. количество дискретных входов/выходов – 160;
- время выполнения (битовые команды) - 0.6 мкс;
- память программ - 10К байт;
- память данных - 32К байт;
- специальные функции - счетный вход на частоту до 100 кГц, два импульсных выхода на частоту до 100 кГц, два опциональных последовательных порта;
- связь - Serial, DeviceNet, PROFIBUS-DP, CompoBus/S, Ethernet.

ПЛК ОВЕН ПЛК 100.

ПЛК ОВЕН 100 представлен на рисунке 3.

Технические характеристики:

Входное напряжение – 115...240В переменного или постоянного напряжения;

Цифровые входы – 4;

Цифровые выходы – 4;

Максимальный ток – 5А.



Рисунок 4 – ПЛК Siemens logo 8

ПЛК WAGO 750-871.

ПЛК WAGO 750-871, изображенный на рисунке 5, сетевого узла ETHERNET TCP/IP 2 порта.

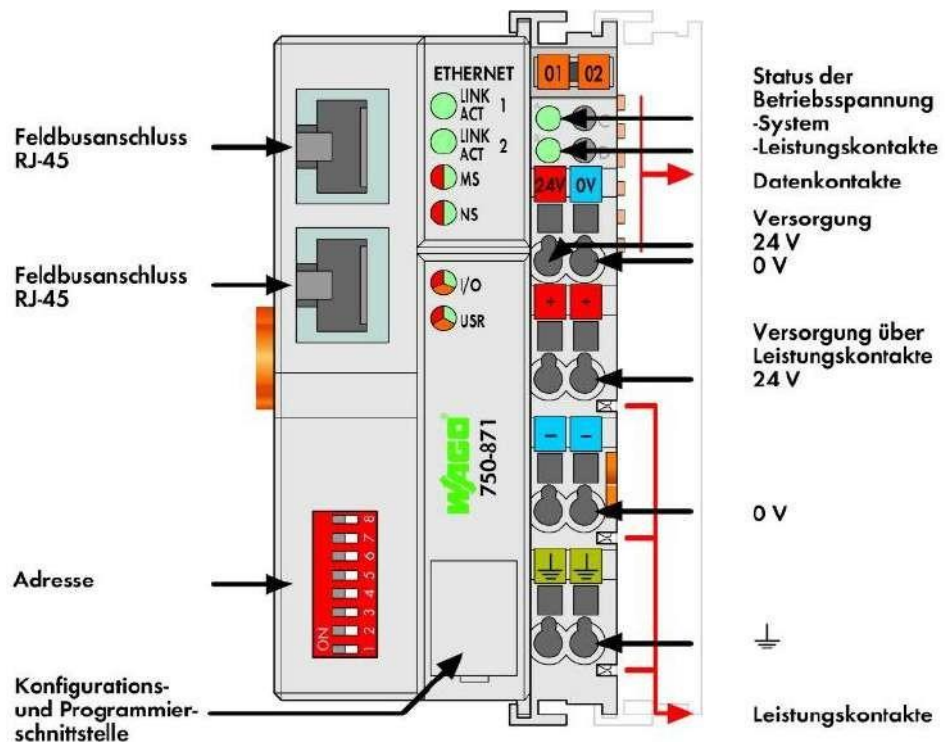


Рисунок 5 – ПЛК WAGO 750-871

Этот контроллер полевой шины подключает систему WAGO-I/O-SYSTEM к полевой шине ETHERNET. Контроллер полевой шины выполняет автоматическое конфигурирование и создает локальный образ процесса, который может включать аналоговые, дискретные или специализированные модули. Данные аналоговых и специализированных модулей передаются в виде слов и/или байтов, дискретные данные передаются бит за битом.

Технические характеристики:

Количество модулей ввода-вывода – 64;

С расширением шины – 250;

Конфигурирование - посредством ПК;

Подача напряжения - 24 В постоянного тока (-25 - +30 %);

Макс. входной ток - (24 В) 500 мА;

Для выполнения технического задания предприятием был приобретён ПЛК WAGO 750-871 вместе с модулями ввода/вывода. Выбор был основан на том, что использование ПЛК других фирм производителей не позволяет выполнить техническое задание. В частности:

- ПЛК ОВЕН имеет ограниченное число каналов, таким образом, он может быть использован для решения небольших программ;
- ПЛК ОМРОН поддерживают только один модуль аналогового ввода/вывода, что существенно сужает область его применения;
- ПЛК SIEMENS высокая цена ПЛК.

6.1.2 Обоснование выбора модулей ввода-вывода

Устройства (модули) ввода-вывода являются интерфейсом между процессором ПЛК и реальным миром. В идеальном случае было бы желательно иметь в процессоре значения измеренных сигналов в любой момент времени. Однако поскольку количество каналов ввода-вывода в некоторых системах может достигать тысяч, а измерительные каналы всегда имеют ограниченную пропускную способность, измеренные значения поступают в процессор в дискретные моменты времени.

Опрос модулей может выполняться циклически с одинаковой частотой для всех модулей, или с разной частотой. Второй вариант позволяет уменьшить загруженность шины, по которой выполняется обмен данными между модулями ввода и процессорным модулем.

Модуль аналогового ввода/вывода CS1W-MAD44.

CS1W-MAD44 изображён на рисунке 6.

Тип модуля – специальный модуль ввода/вывода серии CS;

Потребляемая мощность – Макс. 200mA при напряжении 5В и 26В постоянного тока.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Вход:

Количество аналоговых входов – 4;

Диапазон входного сигнала – -10 - +10В; 4-20мА;

Максимальное значение входного аналогового сигнала (на один вход) - $\pm 15\text{В}$; $\pm 30\text{мА}$;

Выход:

Количество аналоговых входов – 4;

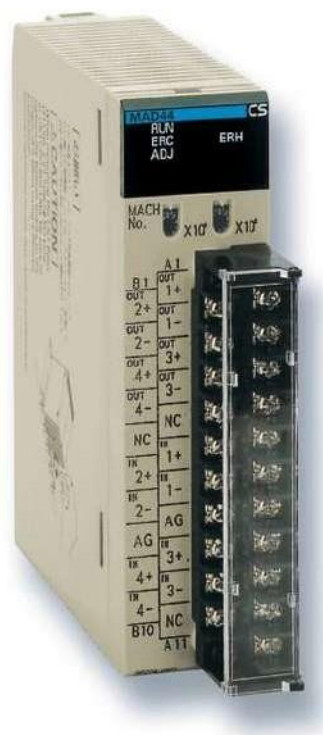


Рисунок 6 – Модуль аналогового ввода/вывода CS1W-MAD44

Достоинства:

- максимальная емкость ввода/вывода, что составляет 5120 «локальных» дискретных входов/выходов;
- обширный набор команд и библиотека функциональных блоков позволяют создавать очень компактные программы.

Недостатки:

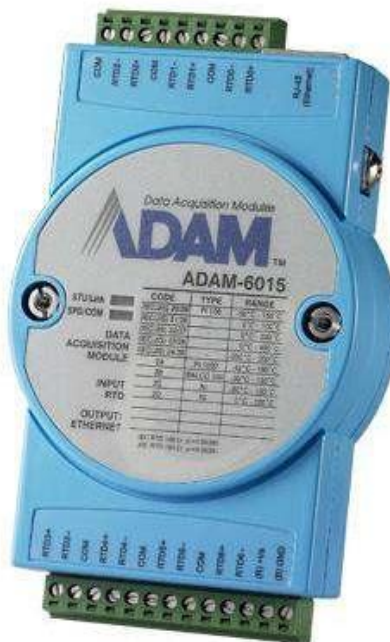
- управление небольшими системами;

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

- поддерживают только один модуль аналогового ввода/вывода;
- высокая цена.

Модули серии Adam 6000: ADAM-6015 и ADAM-6024.

ADAM-6015 Модуль аналогового ввода, представлен на рисунке 7.



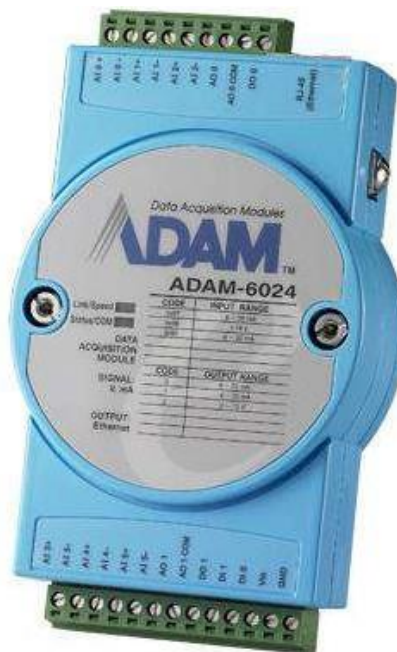


Рисунок 8 - ADAM 6024

Характеристики:

- 6 дифференциальных каналов аналогового ввода (0/4...20 мА, ±0...10 В);
- 2 канала аналогового вывода (0/4...20 мА, 0...10 В);
- 2 канала дискретного ввода («сухой» контакт или 0...30 В);

Достоинства:

- отсутствие ОС, что повышает надежность работы контроллеров;
- скорость работы дискретных входов – до 10КГц при использовании подмодулей счетчика;
- расширенный температурный диапазон работы: от минус 20 до плюс 70 градусов Цельсия.

Недостатки:

- ограниченное число каналов;
- управление небольшими системами.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ

Лист

34

WAGO 750-1405 — 16-канальный дискретный модуль ввода.

Дискретный модуль ввода WAGO 750-1405, изображен на рисунке 9, предоставляет 16 каналов, при этом имея ширину всего 12 мм (0,47 дюйм). Он принимает двоичные управляющие сигналы от дискретных полевых устройств (таких как датчики, кодеры, выключатели, бесконтактные переключатели). На каждом входном канале есть RC-фильтр подавления помех с постоянной времени 3,0 мс. Зеленый светодиодный индикатор указывает для каждого канала текущее состояние.

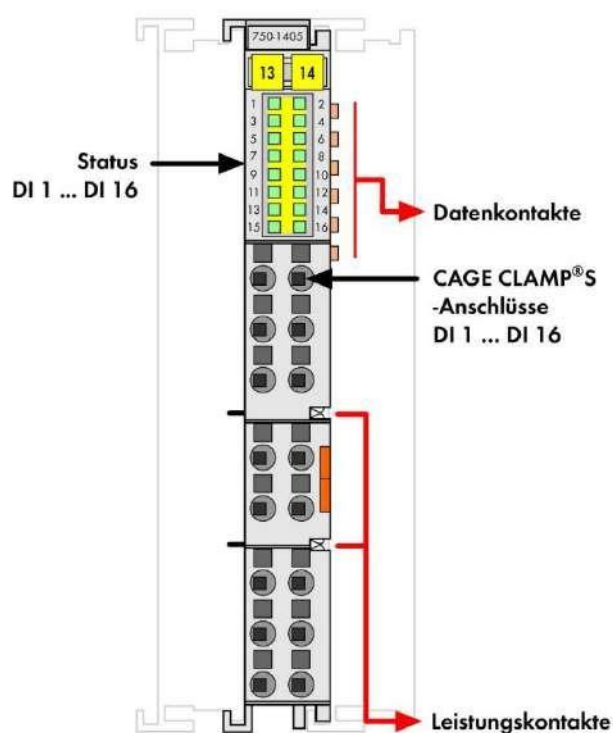


Рисунок 9 - Дискретный модуль ввода WAGO 750-1405

Технические характеристики:

Количество входов - 16;

Напряжение сигнала (0) - -3 - +5 В постоянного тока;

Напряжение сигнала (1) - 15 - 30 В постоянного тока;

Входной фильтр - 3,0 мс.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ

Лист

35

WAGO 750-1504 — 16-канальный дискретный модуль вывода.

Дискретный модуль вывода WAGO 750-1504 представлен на рисунке 10 и представляет 16 каналов, при этом имея ширину всего 12 мм (0,47 дюйм).

Он передает двоичные сигналы управления от устройства автоматизации к подключенным исполнительным механизмам (например, магнитным клапанам, контакторам, передатчикам, реле или другим электрическим нагрузкам).

Зеленый светодиодный индикатор указывает для каждого канала текущее состояние.

Оптрон обеспечивает электрическую изоляцию шины от полевого уровня.

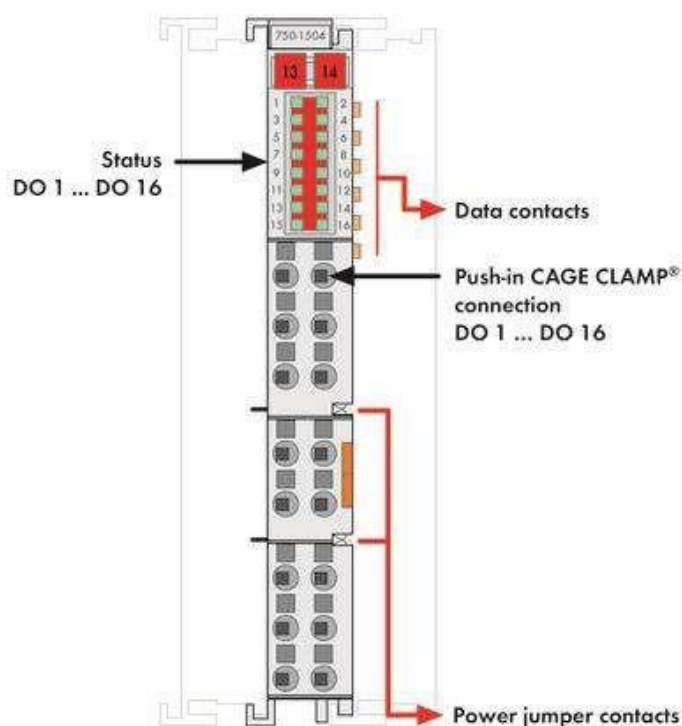


Рисунок 10 - Дискретный модуль вывода WAGO 750-1504

Технические характеристики:

Количество выходов - 16;

Тип нагрузки – резистивная, индуктивная, лампы;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ

Лист

36

Максимальная частота переключений 1кГц.

WAGO 750-552—2 канальный модуль аналогового вывода.

Аналоговый модуль вывода WAGO 750-552 представлен на рисунке 11 и создает сигнал со стандартизированными значениями 0-20мА или 4-20мА.

Выходной сигнал электрически изолирован и передается с разрешением 12 бит.

Токовые аналоговые модули используют питание, идущее от полевого уровня (питание по замкнутому кругу).

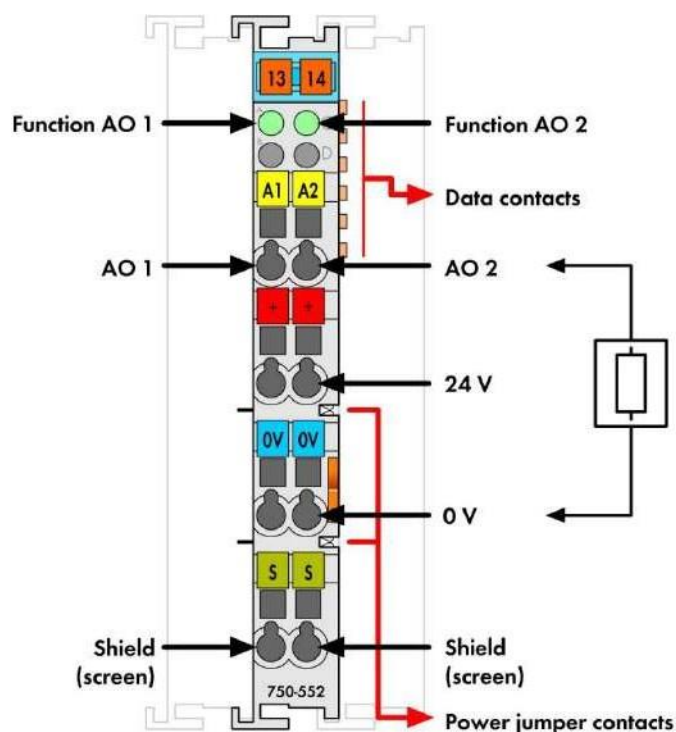


Рисунок 11 - Аналоговый модуль вывода WAGO 750-552

Технические характеристики:

Количество выходов - 2;

Внутренне потребление тока 70мА;

Время преобразования 2мс.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ

Лист

37

WAGO 750-465—2-канальный модуль аналогового ввода.

Аналоговый модуль ввода WAGO 750-465 представлен на рисунке 12, и обеспечивает питанием полевые устройства, принимает переданные аналоговые сигналы и, имея электрическую изоляцию, передает их на полевую шину.

Питание 24В для полевого уровня ответвляется от силовых контактов-перемычек.

Экран напрямую подсоединен к DIN-рельсу.

Модуль ввода может обеспечивать питанием 2-проводные преобразователи.

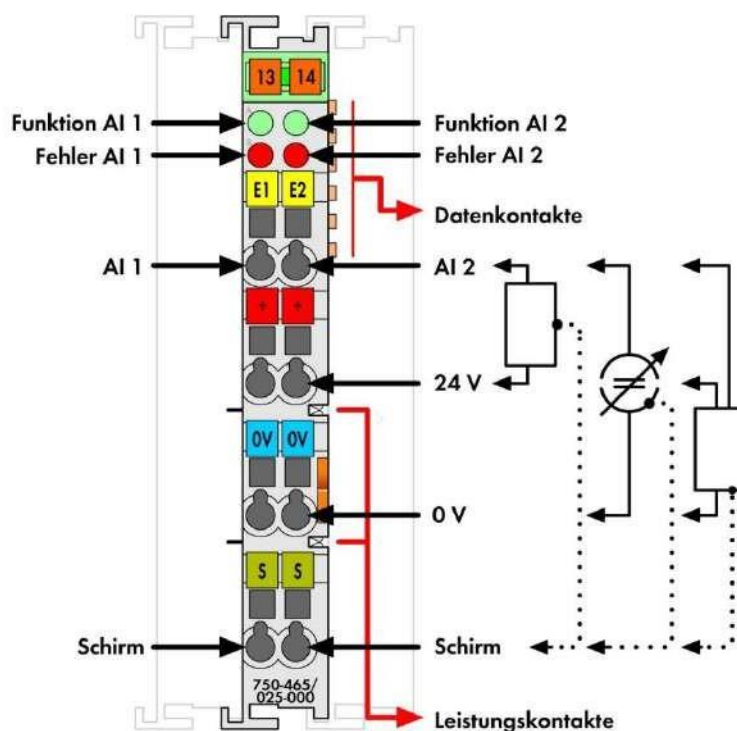


Рисунок 12 - Аналоговый модуль ввода WAGO 750-465

Технические характеристики:

Диапазон входного сигнала— 0-20мА;

Входное сопротивление 50 Ом;

Разрядность АЦП 12 бит;

Время преобразование 2 мс.

WAGO 750-613 —Модуль ввода питания 230В.

Модуль ввода питания представлен на рисунке 13.

Модуль электропитания внутренней системы увеличивает подачу тока для внутренней системы 5В постоянного тока на 2А.

Если внутреннее потребление тока всех модулей составляет больше 2А, необходимо использовать дополнительный модуль электропитания.

Модуль электропитания также подает питание полевого уровня соседним модулям через силовые контакты-перемычки.

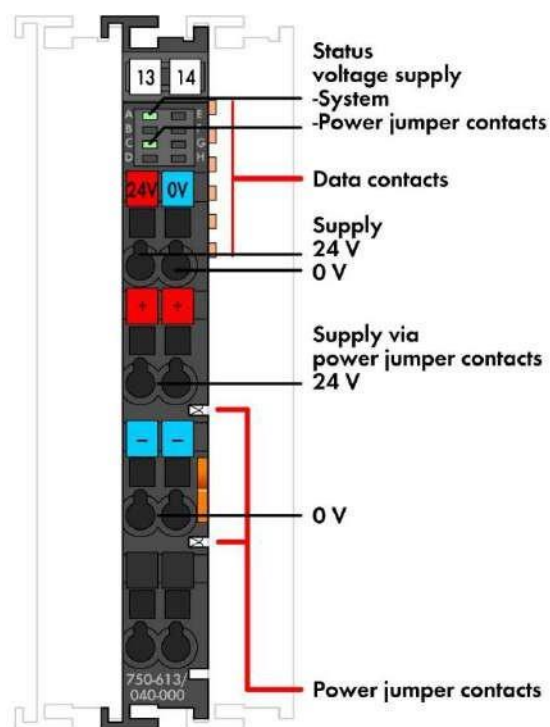


Рисунок 13 - Модуль ввода питания WAGO 750-613

Технические характеристики:

Подача напряжения 24В (-15+20%);

Суммарный ток для модулей ввода-вывода 2000мА;

Входной ток, максимальный 500мА.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ

Лист

39

WAGO 750-513—2-канальный модуль релейного ввода.

2-канальный модуль релейного ввода представлен на рисунке 14. Управляющие сигналы передаются от устройства автоматизации к подключенному через цифровой модуль выводу.

Напряжение внутренней системы используется для включения реле.

Переключаемый статус отображается светодиодом.

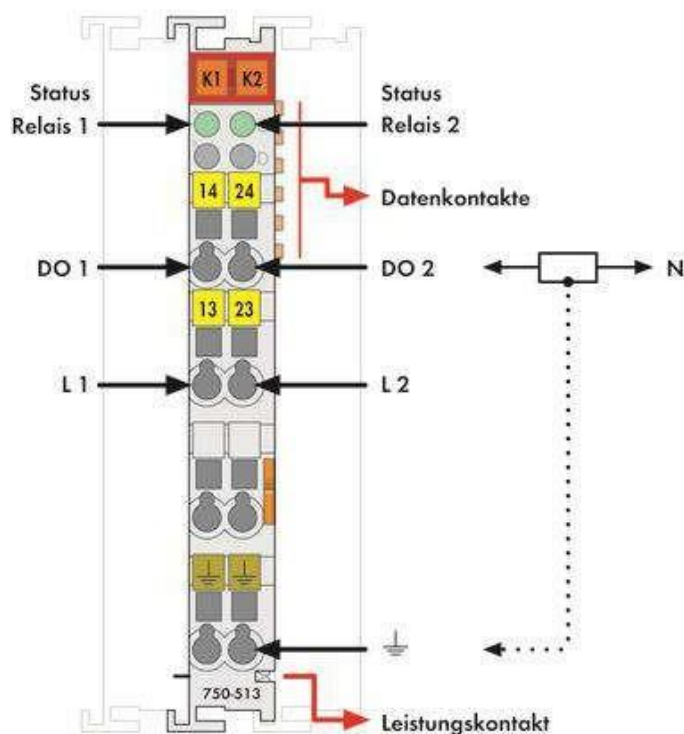


Рисунок 14 - 2-канальный модуль релейного ввода WAGO 750-513

Технические характеристики:

Максимальное внутреннее потребление тока 100мА;

Минимальный ток переключения 10мА/5В постоянного тока;

Минимальный ток переключения 2А постоянного и переменного тока.

Для выполнения технического задания, целесообразно взять модули серии WAGO: WAGO 750-1405, WAGO 750-1504, WAGO 750-552, WAGO 750-465, WAGO 750-613 и WAGO 750-513. Так как они полностью

совместимы с выбранным контроллером и имеют сравнительно лучшие характеристики в отличие от своих аналогов.

6.1.3 Обоснование выбора типа СПУ

СПУ предназначена для осуществления контроля над компонентами оборудования и обеспечения их функционирования.

На данный момент выбор оптимального управления как для технологических линий, так и для отдельных компонентов оборудования является важной задачей разработчика систем управления.

В связи с тем, что компоненты оборудования используются для различных целей, выделяют следующие виды СПУ:

1. «Контакт» - панель;
2. «ПЛК» - панель;
3. «ПК-ПЛК» - панель.

1. «Контакт» - панель.

«Контакт» - панель в основном используется для отдельно стоящих компонентов оборудования. Например, для управления печами, зонами охлаждения и отвода паров растворителей, управления окрасочными кабинами.

Такая панель для системы управления выбирается в том случае, если нет необходимости в сложных функциональных возможностях, но необходим возможность установки вручную нескольких параметров, запуска и остановки оборудования, а также получения сообщений об ошибках и авариях.

2. «ПЛК» - панель.

«ПЛК» - панель применяется как на отдельно стоящих компонентах оборудования, так и комплексных линиях систем управления.

Такая панель выбирается в том случае, если есть необходимость в сложных функциональных возможностях, а также необходимость в установке параметров как вручную, так и автоматически. «ПЛК» - панель позволяет производить запуск и остановку оборудования, получать сведения об аварийных ситуациях и неисправностях.

Монтируется такая панель обычно в промышленно-защитный шкаф управления, где на фронтальной стороне панели шкафа установлен сенсорный экран в сочетании с поворачиваемыми, вращаемыми или откидными кнопками для управления необходимым оборудованием.

Цифровой экран позволяет считывать важные параметры, такие, как скорость, температура, время шага, уровень жидкости.

«ПЛК» - панель имеет встроенный «Модем», позволяющий проводить соединение с панелью управления посредством удаленного доступа, что позволяет производить такие действия, как, например осуществление обновления программного обеспечения или удаленного поиска и устранения ошибок.

3. «ПК - ПЛК» - панель.

«ПК - ПЛК» - панель применяется в системах управления, где необходимо централизованное и интегрированное компьютерное управление, которое включает в себя управление всеми компонентами линии.

Такая панель выбирается в тех случаях, если существует необходимость в сложных функциональных возможностях, а также потребности установки необходимых параметров как вручную, так и автоматически. «ПК - ПЛК» -

панель позволяет производить запуск и остановку оборудования, получать сведения об аварийных ситуациях или неисправностях.

Встраивается в промышленно-защитный шкаф управления, и на фронтальной стороне панели шкафа установлен компьютерный сенсорный экран или компьютерный монитор с клавиатурой. Либо, как альтернативный вариант, «ПК» и «ПЛК» - части могут быть установлены в разных шкафах управления, что позволяет управлять оборудованием и установками из другой комнаты.

Сенсорный цифровой экран панели управления позволяет считывать необходимые параметры, например, скорость, температуру, время шага, уровень жидкости, расход энергии, а также получать отчет о состоянии работы оборудования линии.

Естественно такие «ПК - ПЛК» - панели имеют встроенную операционную систему защиты, позволяющую предотвращать ошибочное управление, и встроенную систему самодиагностики для определения ошибок технологического процесса, различных неисправностей оборудования, сообщения обо всех нарушениях и ошибках.

Данный тип панелей может быть оснащен «СМС» - модулем, который способен отсылать сообщения операторам в случае обнаружения ошибок, а также «Модем» - модулем для соединения с панелью управления посредством удаленного доступа. Возможность обновления программного обеспечения и устранения неполадок в дистанционном режиме.

Таким образом, при выборе СПУ для решения поставленных задач выбор был сделан в пользу «ПК - ПЛК» - панели управления, так как только данный вид панели управления способен решить необходимые задачи по созданию цифровой СУ НС, отвечающей необходимым функциям и задачам.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

6.1.3.1 СПУ

СПУ предназначена для работы оператора СУ НС. С её помощью можно производить дистанционный запуск исполнительных агрегатов НС, а также выполнять контроль СУ.

На СПУ НС установлено программное обеспечение в виде графической визуализации.

В качестве СПУ целесообразно использовать готовую панель управления Perspecto CP 762-3150 изготовленная фирмой WAGO, специально разработанный для приобретенного ПЛК-контроллера.

В дополнение к среде выполнения НМІ СПУ также имеет среду выполнения CoDeSys, и поэтому является полноценным устройством автоматизации. Она предоставляет конфигурируемые функции для управления и мониторинга и независимо выполняет задачи управления.

Технические характеристики:

Тип дисплея – TFT;

Размер экрана – 38,1 см (15");

Средняя наработка на отказ - 50000 часов;

Операционная система - Windows CE 6.0;

Панель - сенсорная панель (аналогово-резистивная);

Долговечность - 35 миллионов касаний пальцами;

Интерфейс (ETHERNET) - 1 x 10/100/1000 Mbit RJ-45;

Подача напряжения - 24В пост.тока (18 - 30 В);

Макс. входной ток (24 В) - 1300 мА.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

6.1.4 Обоснование выбора типа источника питания

Блок питания – устройство, предназначенное для формирования напряжения, необходимого системе, из напряжения электрической сети.

Чаще всего блоки преобразуют переменное напряжение 220В в заданное постоянное напряжение, в нашем случае 24В.

Блоки питания бывают:

- трансформаторные;
- импульсные.

1. Трансформаторные

Классическим блоком питания (БП) является трансформаторный БП. В общем случае он состоит из понижающего трансформатора у которого первичная обмотка рассчитана на сетевое напряжение. Затем устанавливается выпрямитель, преобразующий переменное напряжение в постоянное. После выпрямителя устанавливается фильтр, сглаживающий пульсации. Обычно это конденсатор большой ёмкости.

Также в схеме могут быть установлены фильтры высокочастотных помех, защиты от короткого замыкания, стабилизаторы напряжения и тока.

Трансформаторные БП обладают рядом достоинств:

- простота конструкции;
- надежность;
- доступность элементной базы;
- отсутствие создаваемых радиопомех.

Недостатки трансформаторных БП:

- большой вес и габариты изделия;
- для обеспечения стабильного напряжения требуется стабилизатор, что приносит потери в КПД.

2. Импульсные

Импульсные блоки питания являются инверторной системой. В импульсных блоках питания переменное входное напряжение сначала выпрямляется, а затем преобразуется в прямоугольные импульсы повышенной частоты и определенной скважности.

В импульсных блоках питания могут применяться малогабаритные трансформаторы – это объясняется тем, что с ростом частоты повышается эффективность работы трансформатора и уменьшаются требования к габаритам сердечника, требуемым для передачи эквивалентной мощности.

В импульсных блоках питания стабилизация напряжения обеспечивается посредством отрицательной обратной связи. Отрицательная связь позволяет поддерживать выходное напряжение на относительно постоянном уровне вне зависимости от входного напряжения и величины нагрузки.

Импульсные БП обладают рядом достоинств:

- малый вес и габариты изделия;
- высокий КПД;
- широкий диапазон питающего напряжения и частоты;
- встроенные цепи защиты.

Недостатки импульсных БП:

- являются источником высокочастотных помех;
- сложный ремонт.

ПЛК работает от напряжения 24В. Целесообразно использовать источник питания для ПЛК - первичный импульсный источник питания 787-854, представленный на рисунке 15, изготовленный фирмой WAGO, специально разработанный для выбранного нами ПЛК-контроллера.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46



Рисунок 15 - Источник питания WAGO 787-854

Данный источник питания имеет следующие свойства:

- первичный импульсный источник питания с функциями форсирования мощности PowerBoost и форсирования верхней границы TopBoost;
- устройство контроля линии для настройки параметров и текущего контроля
- подготовлен для работы с оборудованием класса I;
- естественное конвекционное охлаждение при горизонтальном монтаже;
- заключен в кожух для использования в распределительных шкафах.

Технические характеристики:

Номинальное входное напряжение V_{inom} - 3x (2x) 400 - 500 В;

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Диапазон входного напряжения - 340 - 550В перем. тока / 480 - 780В
пост.тока;

Частота - 50 - 60Гц;

Пусковой ток - $< 30 \text{ A} < 30 \text{ A}$;

Время выдержки при сбое в сети - тип. 1 мс при 3 х 400В перем. тока;

Номинальное выходное напряжение $V_{\text{ном}}$ - 24В пост. тока;

Диапазон выходного напряжения - 22,8 - 28,8В пост. тока;

КПД - тип. 93,6% тип. 93,6%;

Индикация рабочего состояния - индикатор зеленый (Vo), индикатор
красный (ошибка).

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

6.2 Обоснование выбора аппаратуры ШЭ

ШЭ НБ НС включает в себя:

- вторичные преобразователи (ИРТ);
- УПП;
- коммутационную аппаратуру.

6.2.1 Измерители-регуляторы технологические

Измерители-регуляторы технологические применяются для контроля и измерения температуры, а также других неэлектрических величин, значения которых преобразуются в электрические сигналы напряжения и силы постоянного тока или активное сопротивление.

В насосной станции будут использоваться ИРТ 5920НМ, так как они подходят по всем требованиям качества и надежности в системе. Данные измерители используются в составе СУ технологическими процессами в различных отраслях промышленности.

По типу обработки сигнала измерители-регуляторы относятся к микропроцессорным изделиям.

ИРТ 5920НМ представлен на рисунке 16.



Рисунок 16 - ИРТ 5920НМ

Технические характеристики:

Количество универсальных аналоговых входных сигналов – 1;

Количество установок/реле – 3/3;

Встроенный источник питания 24В, 30мА;

Количество разрядов основного индикатора – 5.

6.2.2 УПП

Принцип действия УПП основан на том, что механический момент, развиваемый электродвигателем пропорционален квадрату приложенного к нему напряжения. Повышая напряжение от начального пониженного уровня (опорного напряжения) до максимального возможно плавно запустить и разогнать электродвигатель до его номинальных оборотов. Традиционные устройства плавного пуска используют амплитудные методы управления и поэтому справляются с запуском оборудования в холостом или слабо нагруженном режиме.

Преимущества использования УПП:

- ограничение пускового тока и просадки сетевого напряжения;
- оптимизация пускового и тормозного моментов;
- защита электрической сети от перегруза, защита заклинивания вала.

УПП применяется в 3-фазных цепях и предназначено для плавного пуска/остановки 3-фазных асинхронных двигателей. УПП позволяет избежать бросков тока и вращающего момента при включении. Основные места применений: насосы, вентиляторы, прессы, эскалаторы и другие. УПП Siemens 3RW4076-6BB44 представлено на рисунке 17.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Мощность 250кВт;

Номинальный ток 432А;

Максимальное время пуска 20с.

УПП АВВ PSE 60-600-70.

Устройства серии PSE – компактные УПП, оснащенные всеми необходимыми функциями для эффективного управления и защиты электродвигателей вне зависимости от области применения. Встроенная электронная защита от перегрузки, холостого хода, заклинивания ротора обеспечит надежную и продолжительную работу электродвигателя вне зависимости от областей применения. Уникальная функция управления крутящим моментом позволит устранить гидроудар в системах водоснабжения, гарантировать длительный срок службы насосного оборудования и минимизировать механический износ оборудования. Представлено на рисунке 18.

Технические характеристики:

Мощность 15кВт;

Номинальный ток 60А;

Максимальное время пуска 30с.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



Рисунок 18 - УПП АBB PSE60-600-70

Для нашей системы выбираем Siemens 3RW4076-6BB44, так как данное УПП имеет значительно лучшие характеристики и более низкую цену.

6.2.3 Контактторы

Коммутационная аппаратура – общий термин, относящийся к коммутационным аппаратам и их комбинациям, а также комплектным устройствам аппаратов и оборудования с взаимными соединениями, вспомогательными устройствами, оболочками и поддерживающими конструкциями, предназначенными главным образом для использования при генерировании, передаче, распределении и преобразовании электроэнергии.

Контактторы – это аппараты дистанционного действия, для частых включений и выключений силовых электрических цепей и схем.

Для выполнения требуемой задачи будут использоваться контакторы АВВА9-40-00-80.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Контактор АВВ А9-40-00-80 представлен на рисунке 19.



Рисунок 19 - Контактор АВВА9-40-00

Серия А контакторов АВВ позволяет применять эти приборы в самых различных областях;

- управление электродвигателями (в комбинации с защитными автоматами и тепловыми реле);
- системы АВР (автоматическое включение резервного питания) с электромеханической блокировкой;
- управление нагрузкой на постоянном токе;
- исполнительные аппараты СУ на базе программируемых контроллеров (пониженное потребление энергии катушками питания контакторов А).

Технические характеристики:

Количество основных контактов – 4;

Номинальное рабочее напряжение в контуре 690В;

Количество срабатываний свыше 10 миллионов.

6.3 Обоснование выбора датчиков (первичных преобразователей)

6.3.1 Термометр сопротивления

Термометр сопротивления — электронный прибор, датчик, предназначенный для измерения температуры.

Принцип действия основан на зависимости электрического сопротивления металлов, сплавов и полупроводниковых материалов от температуры.

ТС-1288/7 осуществляет контроль и измерение температуры жидких, твердых, газообразных и сыпучих сред, неагрессивных к материалу корпуса преобразователя.

Технические характеристики:

Диапазон измерения температуры — $-50...+200$ °С;

2-, 3- и 4-проводные схемы подключения;

1 или 2 чувствительных элемента.

6.3.2 Преобразователь давления

Преобразователь давления состоит из первичного преобразователя давления, в составе которого чувствительный элемент — приемник давления, схемы вторичной обработки сигнала, различных по конструкции корпусных деталей, в том числе для герметичного соединения датчика с объектом и защиты от внешних воздействий и устройства вывода информационного сигнала.

Основными отличиями одних приборов от других являются пределы измерений, динамические и частотные диапазоны, точность регистрации давления, допустимые условия эксплуатации, массогабаритные характеристики, которые зависят от принципа преобразования давления в

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

электрический сигнал: тензометрический, пьезорезистивный, ёмкостный, индуктивный, резонансный, ионизационный, пьезоэлектрический и другие.

Малогобаритные микропроцессорные 8-диапазонные датчики давления. Датчики предназначены для непрерывного преобразования абсолютного давления, избыточного давления, избыточного давления-разряжения, дифференциального давления в унифицированный выходной токовый сигнал 4...20 мА.

Датчики оснащены современными тензорезистивными сенсорами с металлическими и керамическими мембранами. Тензорезистивные сенсоры с металлической разделительной мембраной из нержавеющей стали. АИР-10Н представлен на рисунке 20.

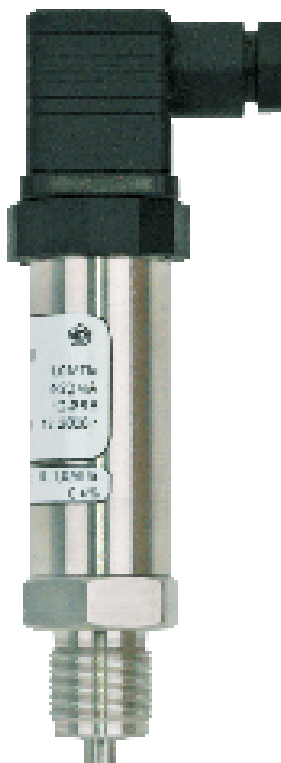


Рисунок 20 - АИР-10Н

Технические характеристики:

Абсолютное давление — 4 кПа...2,5 МПа;

Выходной сигнал — 4...20 мА;

Конфигурирование — микропереключатели, ПО;

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Функция извлечения квадратного корня;

Погрешность — от $\pm 0,1$ %.

6.4 Обоснование выбора элементной базы исполнительных агрегатов

6.4.1 Запорная арматура

Запорная арматура представляет собой механизмы, которые устанавливаются на трубопроводах с целью открытия и закрытия доступа потока к рабочему телу; в качестве такой арматуры могут выступать жидкость или газ, также с их помощью можно регулировать количество и мощность потока.

По типу управления задвижками привода бывают:

1. ручные от маховика;
2. от электропривода;
3. от гидропривода.

Задвижки с ручным приводом – движение на арматуру подается через усилие маховика, на который действует оператор. Момент срабатывания устройства полностью контролируется оператором на основании показаний приборов.

Маховик предназначен для выполнения основной задачи - ручного управления задвижкой. При наличии привода маховик служит для вспомогательной цели: используется в аварийных условиях при отсутствии источника энергии для работы привода.

Задвижки с электроприводом - управление запорным устройством осуществляется посредством электропривода в автоматическом режиме. Задвижка с электроприводом применяется с целью автоматизации всех производственных процессов на объектах химической, нефтегазовой и другой промышленности. Особенно актуально применение задвижек под электропривод для удаленных участков трубопровода, а также в тех местах,

где человек не в состоянии мгновенно отреагировать на изменение ситуации путем ручного управления арматурой.

Гидравлический привод может быть применен всюду, где имеется давление не ниже 1 атмосферы. Этот привод рекомендуется для задвижек большого диаметра и, в особенности в тех случаях, когда открытие и закрытие задвижек должны происходить быстро. Задвижки с гидравлическим приводом позволяют осуществлять закрытие и открытие их и на расстоянии. Выбираем запорно-регулируемую арматуру с электроприводом.

Рассмотрим три вероятных способа управления электроприводом:

1) При отсутствии какой-либо минимальной системы управления привод представляет собой 3 фазный двигатель, для управления которого необходима коммутация специальными устройствами с последующим переключением фаз и контроля движения задвижки посредством данных с датчика и релейной логики.

2) В несколько раз упрощается задача при наличии штатной системы управления приводом и имеющей входное управление током (4-20mA) или напряжением (0-10V). Тогда для управления необходимо задать на вход системы управления приводом определенный уровень тока (напряжения) и задвижка переместится в определенное положение в соответствии с приложенным уровнем.

3) Также современные системы управления приводом поддерживают различные виды промышленных интерфейсов, начиная с RS-485 и заканчивая CAN. В этом случае для управления задвижкой нужно передать по интерфейсу соответствующий двоичный код.

Для выполнения поставленной задачи предприятие закупило привода фирмы AUMA: ЭП4РВ-250-22-Э17-2-11111-У1. Изображен на рисунке 21.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58



Рисунок 21. Привод АУМА ЭП4РВ-250-22-Э17-2-11111-У1

6.5 Обоснование электрических схем

6.5.1 Общие принципы построения СУ

Все электрические схемы созданы согласно структуре СУ с учетом следующих требований:

- 1) Вся СУ разбивается на три части (пульт управления, СПУ (входит в пульт управления), ШЭ и исполнительные агрегаты);
- 2) СУ представляет собой набор связей между элементами в системе, которые отображены и сведены в общий пульт управления;
- 3) В центральном пульте управления реализована вся схема работы ПЛК с модулями ввода/вывода, с необходимым для него источником питания, добавочным согласующим модулем и СПУ.
- 4) СПУ позволяет контролировать и управлять несколькими блоками дистанционно, а также просматривать показатели системы в реальном времени;
- 5) ШЭ управляет исполнительными агрегатами, запорно-регулируемой арматурой, запорной арматурой, а также датчиками температуры и давления;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ

Лист

59

6.5.2 Подробное описание

В СУ в целом:

1) Данная схема включает в себя: дискретные цепи, аналоговые цепи, релейные (силовые) цепи, управляющие цепи, питающие цепи, сеть Ethernet, сеть RS-485. Дискретные цепи подключаются к: 16-ти канальным модулям ввода (А1.2 – А1.3), 16-ти канальным модулям вывода (А1.4). Аналоговые цепи подключаются к: 2-х канальному модулю аналогового вывода (А1.5), 2-х канальному модулю аналогового ввода (А1.6). Релейные цепи подключаются к: 2-х канальному модулю релейного ввода (А1.10 – А1.12). ПЛК соединен с СПУ по сети Ethernet. Питающие цепи подключены к модулю источника питания (А3) и модулю ввода питания 230В (А1.8). 1 канальный последовательный интерфейс (А1.7) связан со вторичными преобразователями показаний давления и температуры. Схема электрическая принципиальная пульта управления НС представлена в приложении А.

2) ШЭ содержит в себе три типа цепей: силовые цепи, цепи сигнальных ламп, цепи управления. Силовые цепи предназначены для запуска насосных агрегатов. Цепи сигнальных ламп предназначены для отображения информации о текущем состоянии системы. Цепи управления предназначены для передачи и приема сигналов на управление исполнительными агрегатами. ШЭ включает в себя: УПП (А1), измеритель-регулятор технологический (А2, А3), реле промежуточное (К1, К2), реле тепловое (КК3 – КК8), контакторы (КМ1, КМ3 – КМ8), блоки вспомогательных контактов (КМ1.2, КМ3.2 – КМ3.8, КМ3.3 – КМ8.3, КМ10.3, КМ11.3 – КМ16.3, SA1.1, SA1.2, SB8.1, SB8.2), модульный контактор (КМ2), автоматические выключатели (QF1, QF2-QF7, QF8, QF9, QF10 – QF13). Исполнительные агрегаты соединены питающими и управляющими кабелями, один кабель к блокам управления задвижек и на

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

датчики, другой на насосные агрегаты. В состав исполнительных агрегатов входят: насосные двигатели (М1 – М6, М7 – насос охлаждения), электроприводы задвижек (А4 – электропривод ЭП4РВ-Б-250-22-Э17-2-11111 У1; А5-А7 – электропривод В-Б1-05 УХЛ1), преобразователь температуры (Р1), преобразователь давления (Р2). Схема электрическая принципиальная ШЭ исполнительных НБ НС представлена в приложении В.

3) Комплекс СУ представляет собой связь ШЭ НБ и пульта управления НС. Все элементы связаны между собой 4-мя цепями. Одна цепь является питающей для пульта управления НС и блока НС, соединенная через автоматические выключатели. Вторая цепь является питающей для исполнительных агрегатов. Третья цепь является информационной для подключенных элементов. Четвертая является экранированной и служит для управления электроприводом ВЭЗ, а также контроля его текущего состояния. Экран служит защитой от промышленных помех. Интерфейс RS-485 служит для связи со вторичным преобразователем показаний с датчиков. Кнопки «Стоп НС» для аварийной остановки НС, которые останавливают работу СУ всей НС. Схема электрическая принципиальная ШЭ НБ НС представлена в приложении Б.

7 Программно-математическая часть

7.1 Обоснование программы разработки

В дипломном проекте мы будем использовать готовый программный продукт CoDeSys разработки WAGO, предназначенный для ПЛК. Следовательно, использование других аналогов не целесообразно.

Среда программирования, используемая при работе с ПЛК, CoDeSys соответствует стандарту МЭК 61131-3, описывающему основные принципы программирования современных ПЛК. В состав CoDeSys входят:

- среда разработки алгоритмов с помощью шести языков программирования (LD, IL, ST, SFC, FBD + CFC);
- компилятор и отладчик проектов;
- средства построения и конфигурирования распределенных СУ;
- средства создания визуализаций;
- OPC-сервер для передачи данных на верхний уровень (в SCADA-системы);
- режим эмуляции для программирования без подключения ПЛК;
- система исполнения, загруженная непосредственно в ПЛК.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

7.2 Описание алгоритмов

Вся программа управления микроконтроллером состоит из управляющей программы, списка подпрограмм, а также списка глобальных переменных и конфигурации ПЛК.

7.2.1 Управляющая программа (PROGRAM PLC_PRG) выполняет следующие функции:

- а) Предварительную диагностику системы;
- б) Предупреждение аварий и неисправностей;
- в) Проверку одного насосного блока.

7.2.2 Программа (BLOCK1) выполняет следующие функции:

- а) Выбор насосов для запуска;
- б) Контроль запуска насосов посредством УПП, контроль задвижек, а также возможность управлять задвижкой ВЭЗ.

7.2.3 Программа (Alarms) выполняет следующие функции:

- а) Проверка СУ на наличие Main_alarm;

7.2.4 Вспомогательная функция для работы задвижек (Valves) обеспечивает открытие и закрытие задвижек.

7.2.5 Функция для работы УПП (UPP) обеспечивает плавный запуск для выбранных насосов.

7.2.6 Функция для работы насосов (Pumps). Обеспечивает выбор насосов, а также полный контроль их разгона и остановки в случае аварии.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

7.3 Программа обработки

Также разработана программа обработки алгоритмов программы управления (см. рис 24)

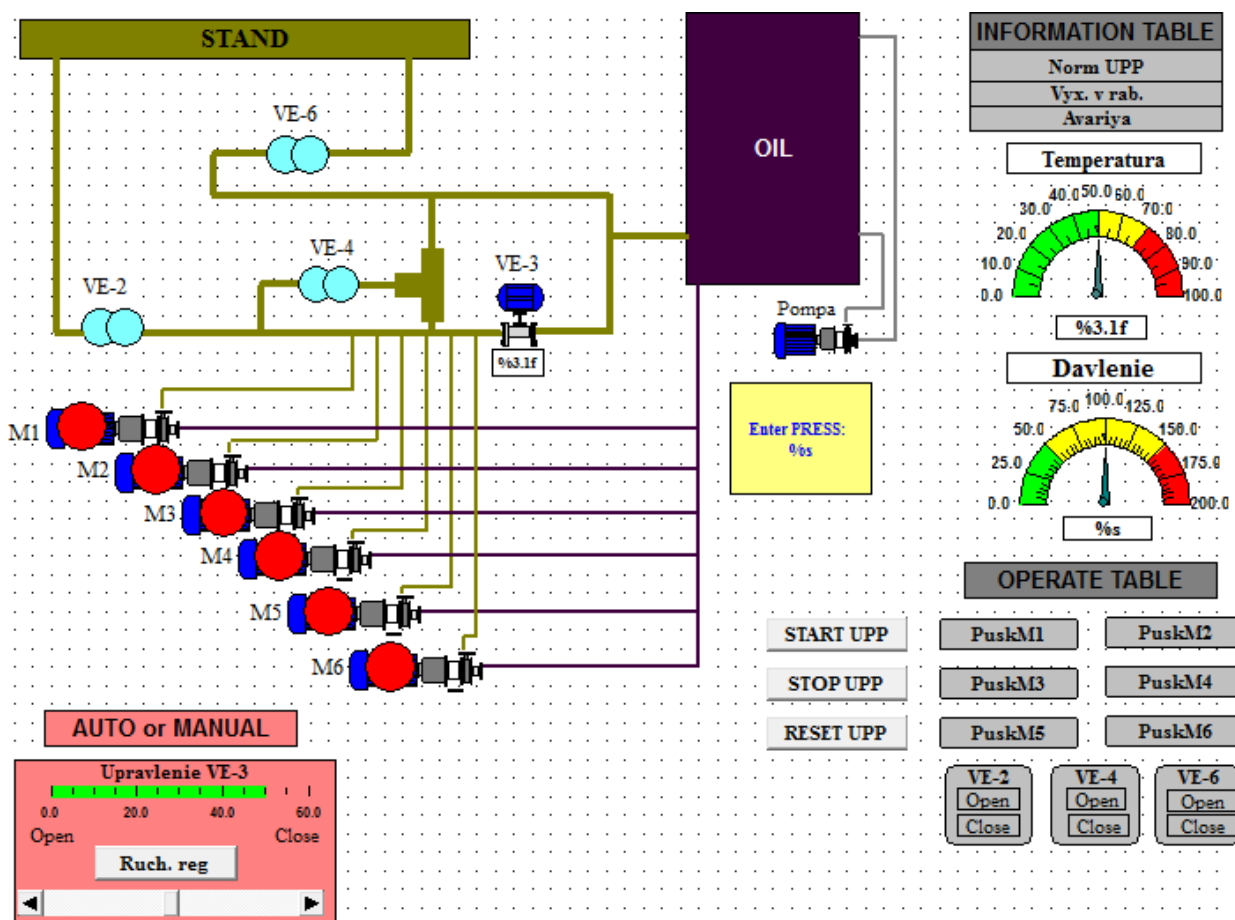


Рисунок 24. Программа обработки системы управления на примере насосного блока № 1

Данная программа содержит визуализацию, которая позволяет сделать выбор насосов для работы, возможность управления задвижками для регулирования контура подачи масла. Осуществляется плавный запуск двигателей насосов, а также проводится контроль температуры и давления в системе в режиме реального времени.

Вывод

1) В анализе насосных станций был произведен анализ наиболее популярных и опробованных на данный момент систем управления и выбрана конфигурация с использованием УПП и запорно-регулируемой задвижки на ПИ – регуляторе;

2) Был произведен анализ аппаратной части, выбрана подходящая аппаратура, которая отвечает всем требованиям системы управления;

3) В описании работы новой системы управления были рассмотрены варианты управления:

а) в ручном режиме;

б) в дистанционном режиме.

4) В ходе рассмотрения основных вопросов были созданы электрические схемы управления насосной станцией, которые отражают весь принцип управления системы в целом;

5) В программно – математической части рассмотрены алгоритмы управления насосной станцией, проведена проверка совместимости и работы с помощью штатного ПО. Представлена визуализация программы отработки.

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Библиографический список

1. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник /С.Т.Усатенко, Т.К.Каченюк, М.В.Терехова.-М.:Издательство стандартов, 1989.-325 с
2. Гуревич В. И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения. Настольная книга инженера. — М.: Солон-пресс, 2011. — 700 с.
3. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника БХВ-Петербург 2004 – 528 с.
4. А. К. Криштафович, В. В. Трифонюк. Основы промышленной электроники. — 2-е изд. — М.: "Высшая школа", 1985. — 287 с.
5. Тищенко Н.М. Автоматизированное проектирование систем автоматизированного проектирования. –М: Энергоиздат. 1986. –334 стр.
6. Аналоговая и цифровая электроника/ Под ред. О.П. Глудкина - М.: Горячая линия - Телеком, 1999 г.
7. Конспект лекций по автоматизированному проектированию систем и средств управления.
8. Конспект лекций по аппаратно-программным средствам систем автоматизации и управления.
9. Документация предприятия, ГОСТы, ОСТы, ТУ на ЭРИ и РМ.
10. Толпаров, Д. В.; Дементьев, Ю.Н. Анализ систем управления насосных станций /Д. В. Толпаров // Известия Томского политехнического университета. – 2007, № 4. – С. 113-115.
11. <http://ref.rushkolnik.ru/v50924/>
12. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/200382>

					27.03.04.2017.216.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

