Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(национальный исследовательский университет)
Факультет «Заочный инженерно-экономический»
Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН
Рецензент
_____/Кумнов С.Е/
“ 07 ” июня 201 6 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, д.т.н., профессор
_____/Л.И. Цытович/
“ 06 ” июня 201 6 г.

Модернизация насосной установки дозаторов фосфогипса.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ

ЮУрГУ-140604.2016. 224ПЗ

Консультанты:

_____

_____

“____” _____ 201 __ г.

по экономике
_____
“19” мая 2016 г.

по БЖД
_____
“17” мая 201 __ г.

Руководитель проекта:

к.т.н., доцент,
_____/А.С.Нестеров/

Автор проекта
студент группы ЭПА – 647
_____/Д.В.Заводиленко/

Нормоконтролер

к.т.н., доцент,
_____/Т.А.Функ/
“ 06 ” июня 201 6 г.

Челябинск
2016 г.

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет Энергетический
Специальность Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____
"06" июня 2016 г.

З А Д А Н И Е

к выпускной квалификационной работе студента

ЗАВОДИЛЕНКО ДЕНИС ВИТАЛЬЕВИЧ

1. Тема работы:

"Модернизация насосной установки дозаторов фосфата"

утверждена приказом по университету от "15" апреля 2016г. № 661

2. Срок сдачи студентом законченной работы 01.06.2016

3. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

1. Исходные данные.
2. Схема приготовления и дозирования фосфатов.
3. Расчет мощности двигателей насосов.
4. Выбор двигателя.
5. Выбор насосной установки.
6. Выбор преобразователя частоты.
7. Разработка функциональной схемы автоматизации.
8. Выбор элементной базы системы автоматизации.
9. Разработка принципиальной электрической схемы автоматизации.
10. Описание технологического процесса и требования к системе автоматизации.
11. Разработка программного обеспечения для системы автоматизации.
12. Безопасность жизни деятельности.
13. Экономическая часть.

4. Перечень графического материала (с точным указанием обязательны чертежей):

1. Требования к насосной установки.
2. Схема расположения узла дозирования фосфата.
3. Расчет мощности двигателя.
4. Характеристики плунжерного насоса дозатора.
5. Технические характеристики насос НД 100/250.
6. Плунжерный дозировочный насос.
7. Преобразователя частоты MICROMASTER 440.
8. Функциональная схема.
9. Siemens SIMATIC S7-1200.
10. Схема электрическая принципиальная.
11. Экономическая часть.

Зав. кафедрой _____ / Цыганович. ЛИ

Руководитель проекта _____ / Нестеров А.С.

Студент-дипломник _____ / Заводиленко Д.В

АННОТАЦИЯ

Заводиленко Д.В. Модернизация насосов дозаторов фосфата.- Челябинск: ЮУрГУ, ЗИЭФ; 2016, 81 с, 12 рисунков, 19 таблиц, библиогр. список 15 наим., 2 лист чертежей ф.А3.

В ходе дипломного проектирования был разработан автоматизированный электропривод насосов дозаторов фосфата, установленного в главном корпусе под котлом №2 Челябинской теплоэлектроцентрали №3 ОАО «Фортум».

Выбрано электрооборудование для системы управления электроприводом, включающие в себя асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, преобразователь частоты, программируемый логический контроллер, силовое и вспомогательное оборудование. Произведена разработка и описание электрической и принципиальной схемы и блок – схемы алгоритма автоматизации электропривода насосов дозаторов фосфата.

Изложены основные вопросы, касающиеся техники безопасности при проектировании, изготовлении и эксплуатации.

Произведен расчет экономических показателей с оценкой затрат на разработку и изготовление.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-140604.2016.224ПЗ		
Разраб.		Заводиленко Д.В		06.06.16	Модернизация насосов дозаторов фосфата	Лит.	Лист 4 / Листов
Провер.		Нестеров А.С.		06.06.16			
Реценз						ЮУрГУ Кафедра «ЭПА»	
Н. Контр.		Функ Т.А.		07.06.16			
Утверд.		Цытович Л.И.		06.06.16			

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..6
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....…….....7
1.1 Основы водоподготовки.....7
1.2 Основная цель водоподготовки....…….....9
2 СХЕМА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ДОЗИРОВАНИЯ ФОСФАТОВ.....13
3 РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ НАСОСОВ.....17
4 ВЫБОР ДВИГАТЕЛЯ.....19
5 ВЫБОР НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ.....22
5.1 Технические характеристики НД100/250.....22
5.2 Принцип действия и устройство.....23
5.3 Способы регулирование производительности 25
5.4 Особенности плунжерных насосов 27
5.5 Материалы, используемые при производстве плунжерных дозирующих насосов.....30
6. ВЫБОР ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ 31
6.1 Основными параметрами при выборе преобразователя частоты.....31
6.2 Описание преобразователя частоты MICROMASTER 440.....32
7 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ...40
8 ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....42
8.1 Программируемый логический контроллер.....42
8.2 Датчики уровня в баке мерники.....46
8.3 Датчик pH.....47
8.4 Клапан электромагнитный SMART SG5533.....49
8.5 Ультразвуковые расходомер SITRANS F US.....50
8.6 Панель оператора.....51
8.7 Модульный контактор фирмы F&F.....53
8.8 Блок питания.....54

9. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....56
10 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ.....57
10.1 Разработка системы автоматического поддержания равномерного дозирования раствора фосфата.....57
11. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....62
11.1 Команды и сигналы контроллера.....63
11.2 Программирование панели оператора.....64
11.3 Программа для режима работы 2 насоса.....65
11.4 Программа для режима работы 1 насоса.....67
12 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....69
13 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……93
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК……..…95

ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции развития систем автоматизации идут в направлении создания автоматических систем, которые способны выполнять заданные функции или процедуры без участия человека. Роль оператора заключается в подготовке исходных данных, выборе алгоритма (метода решения) и анализе полученных результатов. Причем эти тенденции прослеживаются не только при автоматизации сложных технологических процессов в промышленности, но и в других областях жизнедеятельности человека.

Задача данного дипломного проекта заключается в разработке системы автоматического регулирования дозирования раствора фосфатов в питательную воду котла.

Выбор системы автоматизации базируется в основном на учебных целях, поэтому и в данном проекте она будет построена на программируемом логическом контролере SIMATIC S7-1200 фирмы SIEMENS, который обладает характеристиками, достаточными для управления объектом.

Для создания человеко-машинного интерфейса (HMI) и решения задач оперативного управления будет использован пульт управления (сенсорная панель), на котором оператор сможет осуществлять запуск механизма, определять причину возникновения аварии и т.д.

Контроль над состоянием системы будем осуществлять с помощью различных датчиков. Для приведения механизмов в движение будут использованы асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, управление которыми будем осуществлять преобразователями частоты.

Внедрение системы автоматизации данными механизмами позволит оптимизировать управления им и уменьшить роль оператора в процессе управления.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Надежная и экономически эффективная работа основного оборудования и ТЭЦ в целом является приоритетной задачей современной энергетики. Надежность работы оборудования зависит от множества различных факторов, в том числе особенностей тепловой схемы ТЭЦ, используемых в тракте конструкционных материалов, режимов работы энергетического оборудования, квалификации оперативного персонала ТЭЦ, используемых водно-химических режимов (ВХР), а также методов его контроля и поддержания.

Как известно, основной задачей ВХР является минимизация процессов коррозии и недопущение высокой скорости обрывания отложений на поверхностях нагрева путем создания благоприятных окислительно – восстановительных условий в тракте кота или энергоблока за счет ввода различных корректирующих реагентов. Решения поставленной задачи поддержания водного режима в рамках установленных норм во многом зависят от используемых средств и методов, а также систем контроля и управления ВХР. При этом следует отметить, что химический контроль осуществляется методами аналитического контроля путем ручного отбора анализируемых проб. Переход от использования только аналитических методов к применению автоматических анализаторов качества теплоносителя является значительным шагом вперед.

Следует отметить, что основными задачами при организации оперативного химического контроля ВХР являются:

а) предотвращение коррозийных процессов, процессов образования накипи и отложений;

б) уменьшение концентрации коррозийно – активных веществ;

в) минимизация поступления примесей в тракт;

г) уменьшение образования и переноса по тракту продуктов коррозии.

1.1 Основы водоподготовки

Разработка системы автоматического поддержания постоянного значения pH в питательной воде котла.

Процесс поддержания постоянного значения pH осуществляется с помощью насосов дозаторов фосфата (насос 1,насос 2).

В неактивном состоянии оба насоса выключены.

Работа всей системы должная осуществляться в двух режимах: автоматический первый насос и автоматический второй насос.

После запуска работы в автоматическом режиме один выбранный насос начинает непрерывно дозировать раствор.

Как только изменяется расход питательной воды котла, насос изменяет количество дозируемого раствора за счет поддержания соответствующей скорости электродвигателя.

На рисунке 1.1 приведена схема расположения объектов дозирования фосфата:

1) Насосы дозаторы фосфата
2) Котел
3) Баки мерники
4) Расходомер
5) Датчик измерения pH
6) Гидроклапаны
7) Датчики уровня
8) Задвижка 1
9) Задвижка 2

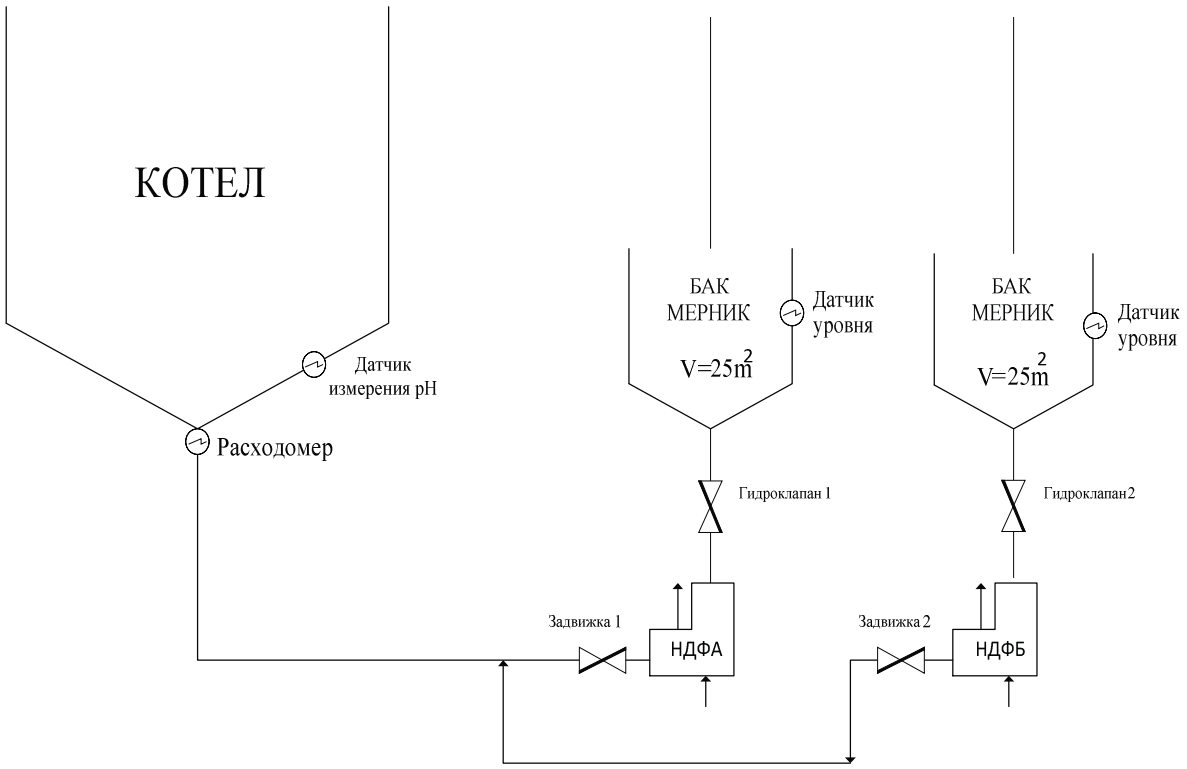


Рисунок 1.1 – Расположение объектов дозирования раствора фосфата

Для обеспечения нормальной работы котельных и тепловых сетей используемая в них вода должна обладать определенными качествами. Показателями качества воды являются:

– прозрачность – содержание взвешенных веществ, легко удаляемых при фильтровании;

– сухой остаток – содержание минеральных и органических примесей, не улетучивающихся после испарения и высушивания;

– жесткость – содержание солей кальция и магния;

– щелочность – содержание гидратов (NaOH), кальцинированной соды (Na2CO3) и содержание агрессивных газов (O2 и CO2).

Вода, используемая в парогенераторах и водогрейных котлах, в зависимости от участка технологической цепи, на котором она используется, носит различные названия.

Вода, поступающая в котельный цех от различных источников водоснабжения, называется исходной или сырой водой. Эта вода, как правило, поступает для предварительной химической подготовки перед использованием ее для питания парогенераторов и водогрейных котлов. Вода, поступающая для питания парогенераторов и предназначенная для восполнения испарившейся воды, называется питательной водой, а для восполнения потерь или расходов воды в тепловых сетях – подпиточной водой.

– Котловой водой называют воду в котле, из которой получают пар. Пар, получаемый в промышленных котлах, направляется в различные теплоиспользующие аппараты, конденсат из которых возвращается не полностью.

Кроме того, часть пара и воды при наличии не плотностей соединения элементов системы, теряется. В связи с этим необходимо систематически добавлять некоторое количество воды извне. В водогрейные котлы также приходится добавлять некоторое количество воды из-за утечек в системе теплоснабжения или использования потребителями. Лучшей для питания котлов является вода, получаемая при конденсации пара, так как в ней содержится незначительное количество загрязняющих ее веществ. Вода, получаемая из различных источников водоснабжения, всегда хуже конденсата. Поэтому сырую воду пред использованием для питания котлов или подпитки тепловых сетей предварительно обрабатывают с целью улучшения ее качества.

– Качество сырой воды, питательной, подпиточной и котловой воды характеризуют сухим остатком, общим солесодержанием, жесткостью, щелочностью, содержанием кремниевой кислоты, концентрацией водородных ионов и содержанием коррозионно-активных газов.

– Сухим остатком называется содержание растворенных и коллоидных неорганических и органических твердых примесей, выраженных в мг/кг или мкг/кг. Сухой остаток определяется выпариванием воды, профильтрованной плотным бумажным фильтром, с последующей сушкой остатка при температуре 110°С. Общее солесодержание характеризует суммарное солесодержание минеральных веществ, растворенных в данной воде, выраженное в мг/кг или мкг/кг.

– Общей жесткостью воды называют суммарное солесодержание в воде солей магния и кальция. Различают карбонатную жесткость, обусловленную растворенными в воде солями кальция(Ca(HCO3)) и магния(Mg (HCO3)), и некарбонатную, обусловленную всеми остальными солями кальция и магния (CaSO4, MgSO4,CaCl2,MgCl2 и др.) Общая жесткость разделяется на временную и постоянную.

Временная жесткость, обусловленная содержанием в воде бикарбонатов кальция(Ca(HCO3)) и магния(Mg (HCO3)), устраняется при кипении воды.

Постоянная жесткость обусловлена содержанием в воде солей магния и кальция, кроме двууглекислых. Жесткость воды выражается 10 концентрацией соответствующих ионов растворенных веществ, выраженной в эквивалентных единицах – микрограмм-эквивалент на килограмм (мкг-экв/кг) или миллиграмм-эквивалент на килограмм (мг- экв/кг). При этом 1 мкг-экв/кг = 0,0005 ммоль/кг.

– Щелочностью воды называют суммарное содержание в ней гидроксильных, карбонатных, бикарбонатных и других анионов. В зависимости от содержания анионов, характеризующих щелочность, различают:

– гидратную щелочность, обусловленную концентрацией гидроксильных анионов; карбонатную, обусловленную концентрацией карбонатных анионов;

– бикарбонатную, обусловленную концентрацией бикарбонатных анионов. Щелочность измеряется в мкг-экв/кг или мг- экв/кг.

– Кремне содержанием называют суммарную концентрацию в воде различных соединений кремния, которые могут находится как в молекулярной, так и в коллоидной формах. Кремне содержание условно пересчитывают на SiO2 и выражают в мкг/кг или мг/кг.

1.2 Основная цель водоподготовки

Весьма важное значение имеет показатель pH, характеризующий концентрацию в воде водородных ионов. В воде происходит непрерывный обратимый процесс диссоциации молекул воды на ионы H + и гидроксильные ионы OH . Одновременно диссоциирует весьма небольшое число молекул (около десятимиллионной части всех молекул). Однако в результате диссоциации в воде находится определенное равновесное число ионов водорода H + и гидроксильных ионов OH . В чистой воде концентрация водородных ионов всегда равна концентрации гидроксильных ионов.

При наличии в воде растворенных веществ указанное равенство нарушается. Концентрация водородных ионов в химически чистой воде при температуре 22 °C равна 10. Концентрацию водородных ионов в воде принято выражать десятичным логарифмом этого числа, взятым с обратным знаком, и обозначить pH. Следовательно, для абсолютно чистой воды pH=7. При pH, меньшем 7, концентрация ионов 11 водорода увеличивается, что свидетельствует о кислой реакции воды. Для воды, содержащей растворенные щелочи, pH больше 7. Коррозионно-активными газами, содержащимися в воде, являются кислород и углекислый газ. Содержание их в воде выражается в мкг/кг или мг/кг.

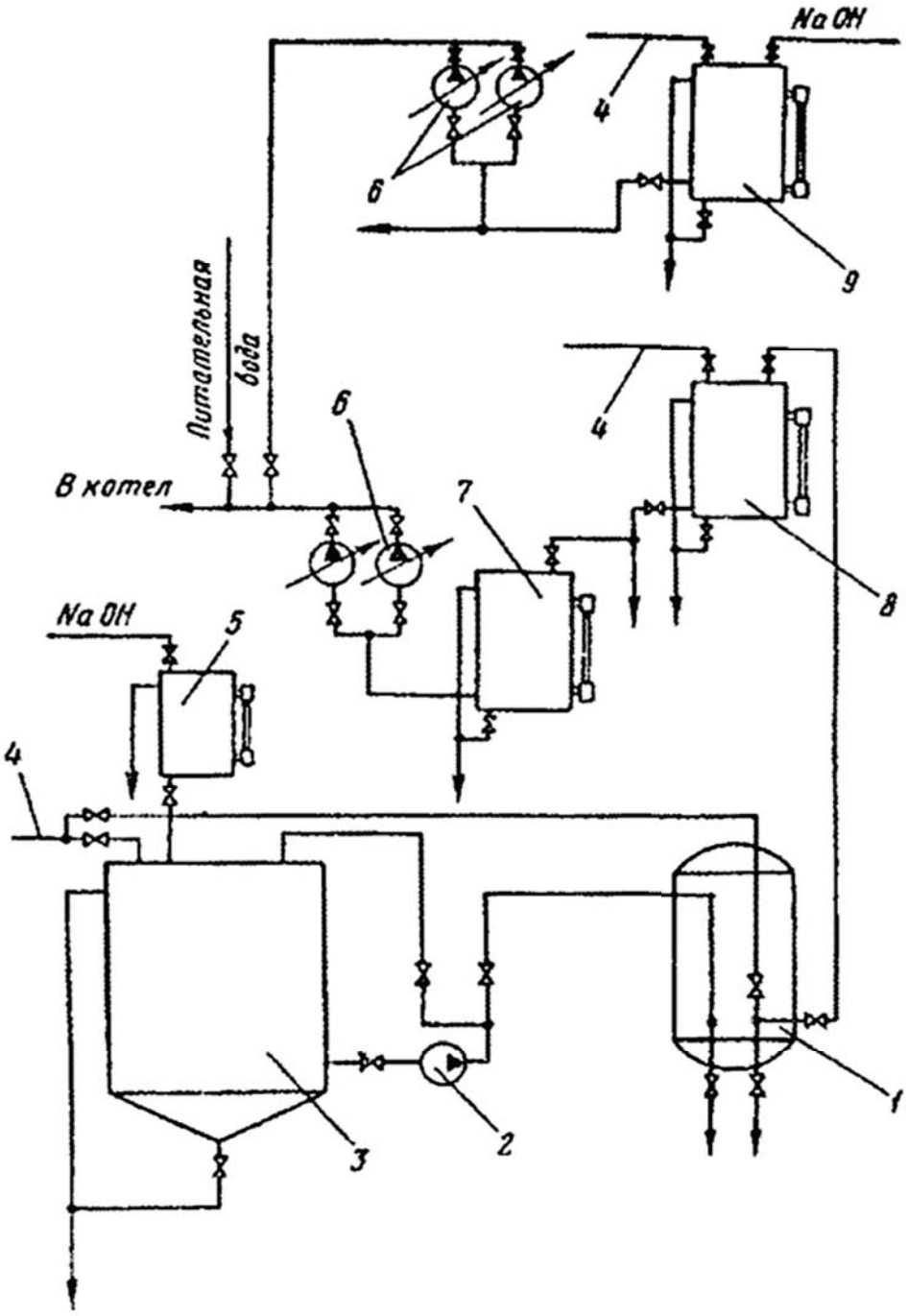
1) Основной целью подготовки воды является: борьба с накипеобразователями, элементами, способствующими коррозии, и различными загрязнениями. При нагреве и испарении воды повышенной жесткости из нее выпадают осаждающиеся на внутренних стенках труб и барабанов котлов кристаллические отложения, называемые накипью. Загрязнение поверхностей нагрева котла влечет за собой снижение коэффициента теплопередачи К Вт/м2 град, перегрев стенок и возможное их повреждение. Одновременно снижается коэффициент полезного действия котельной установки а следовательно, увеличивается расход топлива. При пониженной щелочности воды усиливается процесс коррозии, заключающийся в разъедании и изъязвлении стенок котлов и труб. От перечисленных качеств воды зависит не только коэффициент полезного действия котельной установки, но и срок службы котлов и трубопроводов. Требования, предъявляемые к воде, используемой в паровых и водогрейных котельных установках, различны, ибо во-первых происходит ее испарение, а во-вторых, только нагревание. Интенсивность накипеобразования можно снизить при умягчении воды, поступающей в котел, или при приведении накипеобразователей, внутри котлов в шламовидное состояние (т.е. в рыхлый осадок). Удаление из воды кислорода и углекислого газа и поддержание определенной величины щелочности замедляют процесс коррозии. Для борьбы с прочими загрязнениями воды прибегают к ее фильтрации.

2 СХЕМА ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ДОЗИРОВАНИЯ ФОСФАТОВ

Дозирование фосфатов можно производить по индивидуальной и индивидуально-групповой схемам .Индивидуальная схема включают бак для приготовления растворов фосфатов, перекачивающий насос, механический фильтр, расходный бак, плунжерные насосы-дозаторы. Схемы отличается подключением и количеством насосов-дозаторов, способом дозирования реагента.

В индивидуальной схеме устанавливается два насоса-дозатора на каждый котел: один рабочий, один резервный. Раствор подается по отдельному трубопроводу в барабан котла. Для равномерного распределения раствора фосфатов в барабане котла непосредственно перед барабаном производят разбавление раствора питательной водой. Допускается установка одного расходного бака для группы котлов (2 – 4 котла). В этом случае дополнительно для каждого котла устанавливается бак-мерник.

Бак для приготовления фосфатов целесообразно изготовить с коническим днищем. Раствор следует забирать из низа цилиндрической части бака. Вместимость расходной цилиндрической части бака должна обеспечить суточную потребность в растворе фосфатов одной очереди котлов электростанций. Схема должна предусматривать рециркуляцию фосфатного раствора от центробежного насоса в бак приготовления. Подачу центробежного насоса целесообразно выбрать равной суточной потребности в фосфатах котлов одной очереди электростанций.



1 – механический фильтр; 2 – центробежный насос; 3 – бак для приготовления раствора фосфатов; 4 – линия подачи воды; 5 – бак-мерник; 6 – насосы–дозаторы; 7 – бак–мерник фосфатов; 8 – расходный бак раствора фосфатов; 9 – расходный бак раствора едкого натра.

Рисунок 2.1 – Схема приготовления и индивидуального дозирования раствора фосфатов и едкого натра

Баки-мерники фосфатов должны обеспечить сменную потребность котла в рабочем растворе, должны быть закрыты, иметь переливную линию и водомерные стекла.

Вместимость бака-мерника щелочи должна превышать объем щелочи, необходимой для приготовления рабочего раствора, не более чем в два раза. Бак-мерник щелочи должен быть оборудован водомерным стеклом, переливной линией, закрыт крышкой.

Напорные трубопроводы должны соответствовать давлению котла. Внутренний диаметр должен обеспечивать скорость потока 1-2 м/с. На напорном трубопроводе должен быть установлен запорный вентиль возможно ближе к барабану.

На приготовление рабочего раствора для котлов давлением 14 МПа должна использоваться обессоленная вода, в остальных случаях допускается использование умягченной воды.

3 РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ НАСОСОВ

Выходная мощность двигателя определяется из требований технологического процесса по требуемой производительности насосной установки (л/ч).Выделяют несколько мощностей в зависимости от потерь при ее передаче, которые учитываются различными коэффициентами полезного действия.

По техническим условиям насосной установки требуется :

– постоянное поддержание момента на валу двигателя;

– максимальный расход Q=100л/ч;

– общий напор H=250.

Мощность, идущая непосредственно на передачу энергии перекачиваемой жидкости, рассчитывается по формуле:

$$N_{П} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 1000 \cdot 9,8 \cdot 27 \cdot 10^{-6} \cdot 250 = 661,5 Вт, \quad (1)$$

$N_П$ – полезная мощность, Вт.

ρ – плотность перекачиваемой среды, кг/м^3

g – ускорение свободного падения, м/с^2

Q – расход, м^3/с.

H – общий напор, м.

Мощность, развиваемая на валу насоса, больше полезной, и ее избыток идет на компенсацию потерь мощности в насосе. Взаимосвязь между полезной мощностью и мощностью на валу устанавливается коэффициентом полезного действия насоса. КПД насоса учитывает утечки через уплотнения и зазоры (объемный КПД), потери напора при движении перекачиваемой среды внутри насоса (гидравлический КПД) и потери на трение между подвижными частями насоса, такими как подшипники и сальники (механический КПД).

$$N_B = N_П / \eta_Н = 661,5 / 0,7 = 945 Вт, \quad (2)$$

где $N_В$ – мощность на валу насоса, Вт.

$N_П$ – полезная мощность, Вт.

$\eta_Н$ – коэффициент полезного действия насоса.

В свою очередь мощность, развиваемая двигателем, превышает мощность на валу, что необходимо для компенсации потерь энергии при ее передаче от двигателя к насосу. Мощность электродвигателя и мощность на валу связаны коэффициентами полезного действия передачи и двигателя.

$$N_Д = N_В / (\eta_П \cdot \eta_Д) = \frac{945}{0,7 \cdot 0,9} = 1500 Вт, \quad (3)$$

где $N_Д$ – потребляемая мощность двигателя, Вт.

$N_В$ – мощность на валу, Вт.

$\eta_П$ – коэффициент полезного действия передачи,

$\eta_Н$ – коэффициент полезного действия двигателя.

Окончательная установочная мощность двигателя рассчитывается из мощности двигателя с учетом возможной перегрузки в момент запуска.

$$N_У = \beta \cdot N_Д = 1,5 \cdot 1500 = 2250 Вт. \quad (4)$$

где $N_У$ – установочная мощность двигателя, Вт.

$N_Д$ – потребляемая мощность двигателя, Вт.

β – коэффициент запаса мощности.

Коэффициент запаса мощности может быть приближенно выбран из таблицы 1:

Таблица 3.1 – Значение коэффициента запаса β

N, кВт	Менее 1	От 1до 5	От 5 до 50
β	2 – 1,5	1,5 – 1,2	1,2 – 1,15

4 ВЫБОР ДВИГАТЕЛЯ

Исходя из мощности, рассчитанной в предыдущем пункте, выбираем двигатель по условию:

$$P_{расч} \leq P_{выбр}$$

Исходя из данного условия, выбираем трехфазный асинхронный электродвигатель АИР с короткозамкнутым ротором. Технические данные электродвигателя представлены в таблице 4.2

Асинхронные электродвигатели АИР (ранее выпускались двигатели 4А, 4АМ) с короткозамкнутым ротором, благодаря простоте конструкции, отсутствию подвижных контактов, высокой ремонтопригодности, невысокой цене по сравнению с другими электрическими двигателями применяются практически во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства. Они используются для привода вентиляционного оборудования, насосов, компрессорных установок, станков, эскалаторов и многих других машин.

Общепромышленные трехфазные асинхронные электродвигатели АИР 100S4Y изготавливаются по умолчанию:

а) на напряжение 220/380В (шесть клемм в коробке выводов);

б) климатического исполнения У, категории размещения -3;

в) режим работы - продолжительный, S1;

г) степень защиты - IP54.

Таблица 4.2 – Технические данные электродвигателя АИР 100S4Y3

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Величина
Номинальная мощность на валу	Рн	кВт	3
Номинальная частота вращения	nн	об/мин	1410
Номинальный ток статора	Iн	А	7,3

Продолжение таблица 2

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Величина
Коэффициент мощности в номинальном режиме	cos φн	-----	0,82
Кратность пускового тока	Iп/ Iн	-----	7
Кратность пускового момента	Мп/Мн	-----	2,4
Кратность максимальный (критический) момента	Ммакс/Мн	-----	2,2
Активное сопротивление фазной обмотки статора	r_1	Ом	29,1024
Приведенное активное сопротивление фазной обмотки ротора	r_2'	Ом	27,6264
Индуктивное сопротивление фазной обмотки статора	X_1	Ом	28,7798
Приведенное индуктивное сопротивление фазной обмотки ротора	X_2'	Ом	28,7798
Момент инерции двигателя	Jдв	кг·м^2	0,01
Коэффициент полезного действия	ηд	-----	0,82
Масса двигателя	$m_{двиг}$	кг	34

Рисунок 4.1– Двигатель АИР 100S4У3

5 ВЫБОР НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

5.1 Технические характеристики НД100/250

На основании полученных значений расчета мощности электродвигателя и технического условия производительности установки ,была выбрана насосная установка основные параметры которой представлены в таблице 3.

Таблице 5.1 –Технические характеристики НД 100/250

Технические характеристики	НД 100/250
Подача номинальная, л/час	100
Напор, м	250
Габаритные размеры, мм	755x345x730(А)
Напряжение питания,В	380
Мощность двигателя, кВт	3,0
Масса, кг	160

Плунжерные насосы-дозаторы с электрическим приводом позволяют дозировать воду и различные реагенты при среднем (до 20 бар) и большом (до 400 бар) противодавлении и при достаточно высокой производительности (до 16 000 л/час). Они применяются там, где соленоидные дозирующие насосы не обеспечивают нужную производительность или давление.

Насосы типа "НД" представляют собой плунжерные устройства используемые для объемного дозирования жидкостей с различными характеристиками, среди них: нейтральные, агрессивные, эмульсии, суспензии.

Физические свойства перекачиваемых жидкостей:

– кинетическая вязкость – 8,5х10–7 до 8х10–4 м2/с (от 0,0085 до 8 Ст);

– температура –258 К до 473 К (от минус 15 °С до плюс 200 °С и более);

– концентрация твердых включений – не более 10% по массе;

– плотность взвешенных частиц – не более 200кг/м^3;

– размеры взвешенных частиц - не более 1% от диаметра условного прохода патрубка.

Механизм движения включает в себя встроенный червячный редуктор, кривошипно-шатунный механизм для преобразования вращательного движения в возвратно – поступательное и механизм регулирования длины хода плунжера.

Гидроцилиндр состоит:

– корпуса

– плунжера с уплотнением

– шаровых клапанов

– присоединительных патрубков.

5.2 Принцип действия и устройство

Плунжерный дозировочный насос состоит из трех основных компонентов:

1) рабочая головка

2) коробка передач

3) электродвигатель

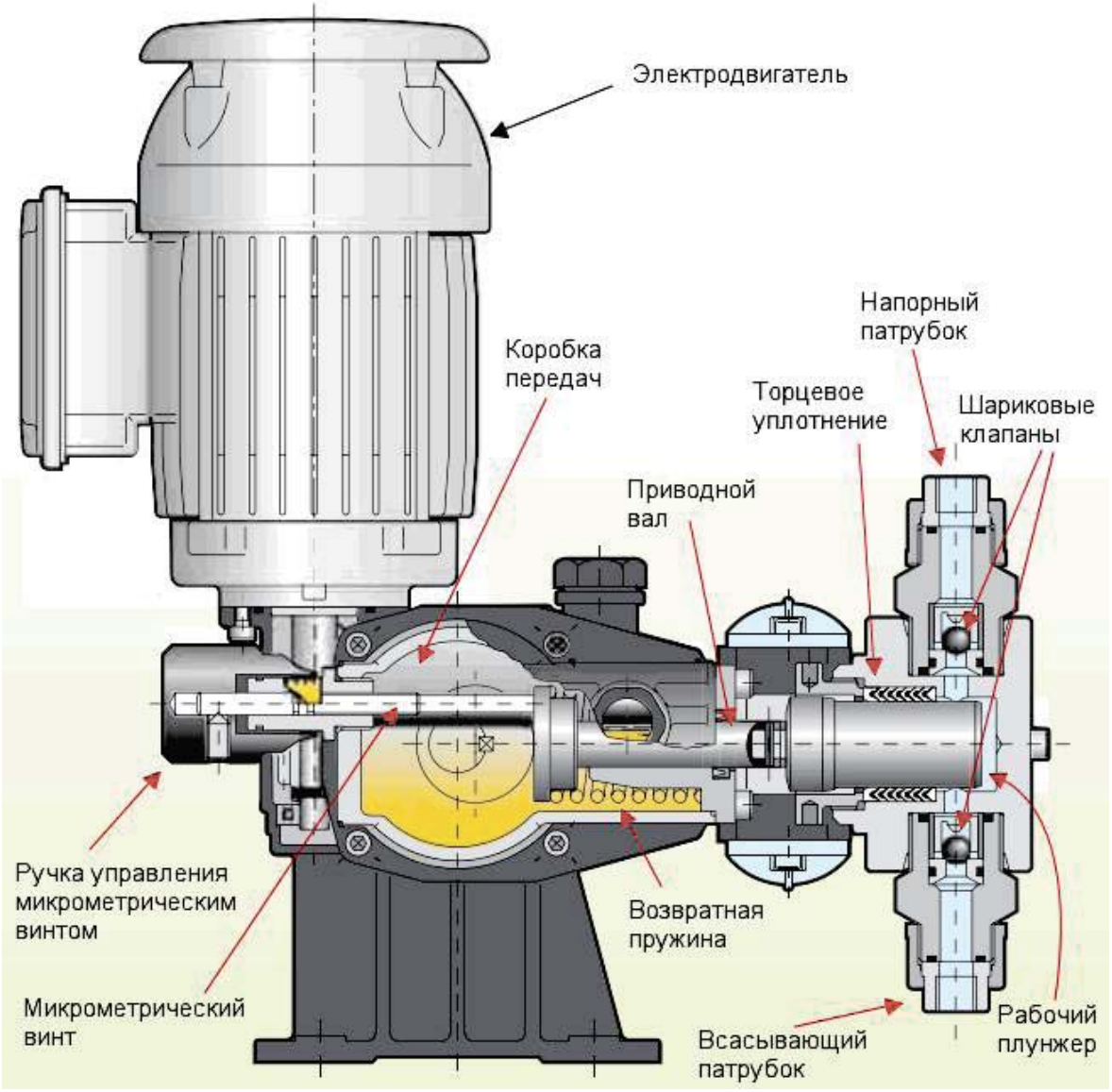


Рисунок 5.1 – Внутреннее устройство плунжерного дозировочного насоса

Электродвигатель передает крутящий момент на шестеренную коробку передач (червячная передача). Коробка передач снижает скорость вращения ведомой шестерни и повышает ее крутящий момент. Этот момент далее передается на вал, который подцеплен к ведомой шестерне коробки. Вал заставляет смещаться вправо плунжер, который находится в рабочей головке. По мере движения плунжер выталкивает жидкость из рабочей камеры вверх. При этом верхний шариковый клапан открыт, а нижний закрыт, чтобы препятствовать выходу жидкости через нижний всасывающий патрубок.

Далее возвратная пружина возвращает вал в исходное положение, плунжер смещается влево и создает вакуум в рабочей камере.

Теперь уже нижний клапан открывается и через него жидкость попадает в рабочую камеру. Верхний клапан, наоборот закрыт, чтобы не допустить обратного всоса жидкости из напорной линии. Рабочий такт завершен. Насосы разных производителей могут совершать от 60 до 200 рабочих тактов в минуту. Внутри коробки передач залито масло для смазывание шестерен. На изображении также виден микрометрический винт, вращение которого позволяет изменять длину хода плунжера и тем самым отмерять объем жидкости за один рабочий такт. Зная объем одного такта и частоту тактов, можно точно настроить объемную подачу дозировочного насоса.

5.3 Способы регулирование производительности

Точность дозирования плунжерных насосов зависит от производителя. Российские насосы НД допускают погрешность 1% или 2,5% в зависимости от исполнения. Для насосов европейского производства минимальным стандартом точности выступает погрешность +/- 1%. Для некоторых более продвинутых насосов погрешность может быть +/- 0,5%.

Хотя производительность плунжерного насоса может изменяться в диапазоне от 0 до 100%, но класс точности насоса определяется только для определенного диапазона производительности. Эта характеристика указывается в формате "10:1" и означает, что класс точности гарантируется производителем при диапазоне производительности от 10 до 100%.

1) Основной способ регулирования производительности плунжерных дозаторов - изменение длины хода пистона при помощи вращения микрометрического винта. Удобство заключается в том, что производительность изменяется прямо пропорционально длине хода пистона.

Механическая ручка вращения микрометрического винта

Электрический сервопривод вращения микрометрического винта

Пневматический привод вращения микрометричеого винта

Рисунок 5.2 – Различные варианты привода вращения микрометрического винта плунжерного дозировочного насоса

Обычно вращение винта выполняется механически при помощи ручки. При необходимости автоматизации для вращения микрометрического винта используют сервомоторы (вместо механической ручки). Такие приводы управляются аналоговым сигналом 4-20 мА или низковольтным сигналом 0-10 В. Вместо сервоприводов также могут использоваться пневмоприводы.

2) Другой способ регулирования производительности - изменение скорости вращения электродвигателя при помощи частотного преобразователя. Это позволяет изменять частоту рабочих тактов плунжера и соответственно изменять производительность.

5.4 Особенности плунжерных насосов

1) Модельный ряд плунжерных насосов весьма широк. Если требуются дозировочные насосы высокой производительности и давления, то у плунжерных насосов нет альтернативы.

2) Плунжерные насосы не требуют периодической замены гибких элементов (мембран, шлангов), но как и в других дозировочных насосах может потребоваться периодическая замена направляющих клапанов (шариковых или лепестковых). Если перекачиваемая жидкость хорошо подходит для насоса, то срок его эксплуатации может быть очень высок.

3) У плунжерных насосов повышенная (до 3 метров) высота всасывания, против 2 метров у соленоидных дозировочных насосов.

4) Производительность плунжерных дозировочных насосов не зависит от давления системы. Это очень полезное свойство для точности дозирования.

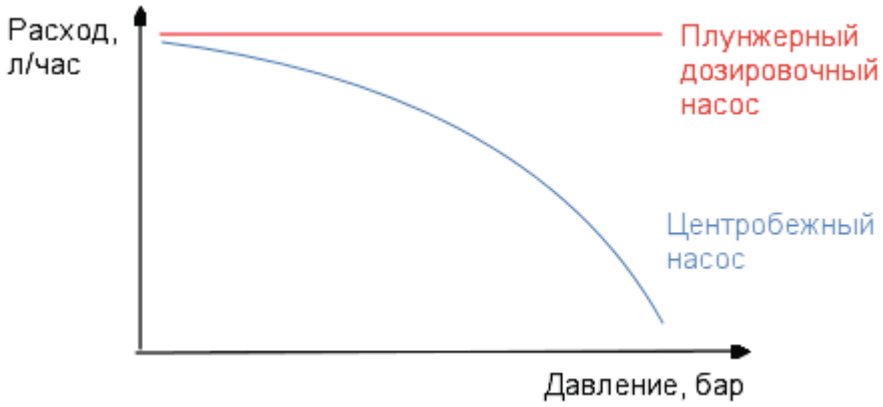


Рисунок 5.3 – При росте давления в системе производительность плунжерного насоса не падает

5) Поскольку плунжер насоса работает в двухтактном режиме (всос/нагнетание), а частота хода плунжера обычно не превышает 120 имп./мин, то любой плунжерный насос будет создавать пульсирующий поток (в отличии от соленоидных насосов, у которых есть модели до 300 имп./мин).

Значение производительности насоса изменяется по синусоиде, при этом пиковое значение расхода равно 3,14 (пи) средней производительности.

Рисунок 5.4 – Синусоида производительности плунжерного насоса-дозатора

6) Если требуется ровный ламинарный поток реагента, то совместно с плунжерным насосом необходимо использовать демпфер пульсации на напорной линии. Для выравнивания потока жидкости также можно использовать систему дозирования, состоящую из нескольких плунжерных насосов. Если вместо одного мощного насоса использовать 2 или 3 насоса меньшей мощности, то можно хорошо сгладить пульсации при условии правильной синхронизации фаз работы насосов.

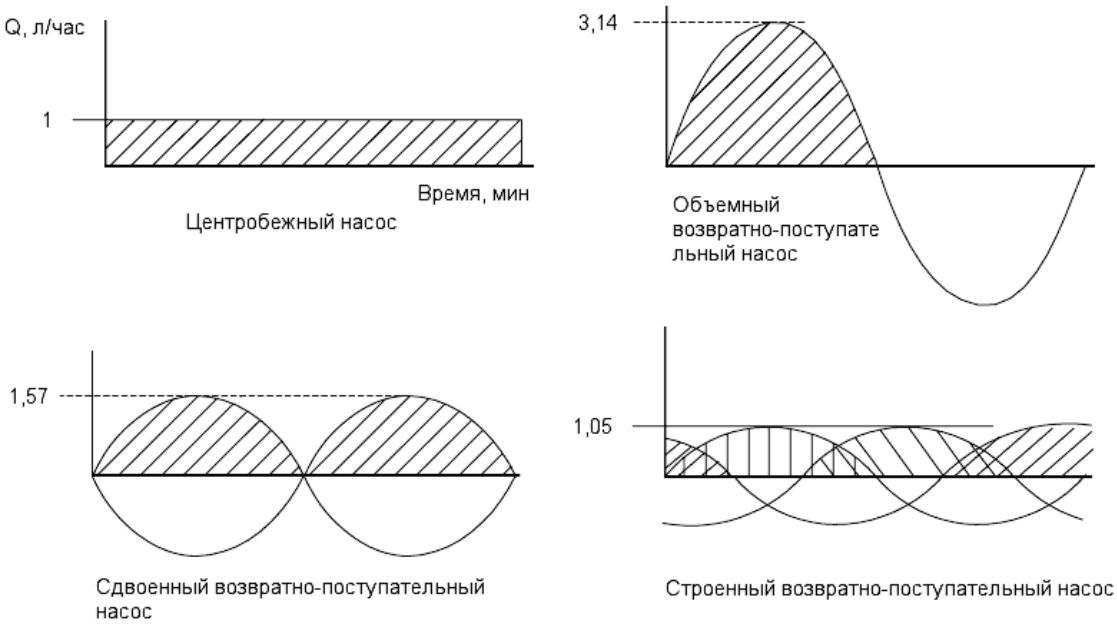


Рисунок 5.5 – Объединение нескольких плунжерных (объемно-поступательных) насосов для уменьшения пульсации потока жидкости

Ровный ламинарный поток центробежного насоса в любой момент времени равен средней производительности. В отличии от него плунжерный насос как и любой другой объемно-поступательный насос дает пульсации с пиковым значением 3,14 (пи) от среднего значения производительности. Если использовать сдвоенную систему из плунжерных насосов меньшей мощности (внизу слева), то пиковый расход будет 1,57 средней производительности системы.

Если в системе три плунжерных насоса (внизу справа), то пиковое значение подачи будет равно всего 1,05 средней производительности, то есть поток будет близок к ламинарному, а пульсации будут едва-едва заметны.

7) Как правило, не допускают дозирование жидкостей повышенной вязкости (свыше 800 сстокс). Некоторые производители делают плунжерные насосы для более вязких жидкостей (до 55 000 сстокс).

8) Не допускают присутствие твердых частиц в дозируемой жидкости более 0,1 мм (в отличие от мембранных и перистальтических насосов).

5.5 Материалы, используемые при производстве плунжерных дозирующих насосов

– Проточная часть (головка насоса) изготавливается из нержавеющей стали AISI 316 (AISI 304 для российских насосов) или PVC (поливинилхлорид). Нержавейка выдерживает большее противодавление (до 20 бар в общепромышленных насосах, до 400 бар в насосах для нефтехимической промышленности). PVC допускает меньшее давление (до 10 бар), зато имеет более высокую химическую стойкость.

Из-за требований к жесткости конструкции головки насосов не выпускаются из фторопластов, что не позволяет использовать плунжерные дозаторы с самыми агрессивными жидкостями.

– Корпуса насосов чаще всего делают из алюминия, покрытого антикислотной краской.

– Материал направляющих клапанов насоса (шариковые клапаны) зависит от материала проточной части. Обычно шарики и седла для них делают из керамики или нержавеющей стали.

– Для уплотнительных кольцевых прокладок обычно используют FKM (Viton) или EPDM.

6. ВЫБОР ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

6.1 Основными параметрами при выборе преобразователя частоты

Основными параметрами при выборе преобразователя частоты являются входное напряжение и номинальная мощность. Номинальное напряжение преобразователя определяется номинальным напряжением электродвигателя. Напряжение должно быть больше номинального напряжения электродвигателя на 5-10%, чтобы обеспечивать необходимый запас на регулирование скорости и на безопасное инвертирование при снижении напряжения питания сети.

Таблица 6.1 – Основные параметры преобразователя частоты MICROMASTER 440 6SE6440-2AC25-5CA1

Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Величина
Номинальное напряжение	U	В	380…480 ± 10%
Номинальная мощность	P	кВт	5,5
Максимальный выходной ток	I	А	18,4
Входной ток	I	А	16,0
Полная мощность	S	кВ	10,1

Рисунок 6.1 – MICROMASTER 440 6SE6440–2AC25-5CA1

6.2 Описание преобразователя частоты MICROMASTER 440

Преобразователи MICROMASTER 440 являются серийными преобразователями для регулирования трехфазных электродвигателей. Отдельные поставляемые модели имеют диапазон мощностей 120 Вт при однофазном входе и до 75кВт при трехфазном входе.

Преобразователи оснащены микропроцессорной системой управления и используют самые современные технологии с IGBT модулями – транзисторами (Insulated Gate Bipolar Transistor – биполярный транзистор с изолированным затвором). Вследствие этого преобразователи надежны и разнообразны.

Оригинальный способ широтно-импульсной модуляции с выбором частоты коммутации дает возможность бесшумной работы электродвигателя. Обширные функции защиты обеспечивают эффективную защиту преобразователя и электродвигателя.

MICROMASTER 440 может использоваться для случаев с высокими требованиями к регулированию скорости электродвигателя за счет обширного списка параметров настроек.

MICROMASTER 440 может применяться как индивидуально, так и интегрироваться в системы автоматизации процесса.

6.2.1 Основные характеристики:

– легко устанавливать, настраивать и пускать в эксплуатацию.

– малое время отклика на сигналы управления.

– соответствует международным нормам электромагнитной совместимости.

– может работать с источниками энергии сравнимой мощности.

– обширный набор параметров, которые дают возможность конфигурирования для широких областей применения.

– Простое присоединение проводов.

– Релейные выходы.

– Аналоговые выходы 0-20мА.

– 6 изолированных переключаемых pnp/npn дискретных входов.

– 2 аналоговых входа:

AIN 1 – 0 – 10В, 0 – 20мА или – 10 до +10В

AIN 2 – 0-10В, 0 – 20мА

– Два аналоговых входа могут использоваться как 7-й и 8-й дискретные входы.

– Модульная конструкция для очень гибкой конфигурации.

– Высокая частота коммутации для бесшумной работы электродвигателя.

– Подробная информация о состоянии и встроенные функции сообщений.

– Внешние опции для обмена данными с компьютером, базовая панель обслуживания (BOP), расширенная панель оператора (AOP) и модули передачи данных по шине Profinet.

6.2.2 Функциональные особенности

– Векторное регулирование без датчика скорости

– Регулирование потока (FCC) для улучшения динамических характеристик и повышения качества регулирования электродвигателя

– Мгновенное ограничение тока (FCL) для работы без отключения двигателя

– Встроенное динамическое торможение постоянным током

– Комбинированное торможение для улучшения возможностей торможения

– Времена ускорения и торможения с программируемым сглаживанием

– Использование замкнутого PID регулятора с автоподстройкой

– Встроенный прерыватель тормоза

– Выбираемая интенсивность разгона и остановки

– 4-х точечная интенсивность сглаживания

– Многоточечная U/f характеристика, задаваемая пользователем

Установленные параметры могут быть перенесены на другие устройства аналогичных процессов.

6.2.3 Особенности защиты

1) перегрузочная способность 50% от расчётного выходного тока в течение 60 сек. каждые 5 минут и 100% в течение 3 сек. каждые 5 минут

2) защита от перенапряжения и пониженного напряжения

3) защита от перегрева преобразователя

4) защита двигателя при помощи подключения терморезистора через цифровой вход PTC/KTY

5) защитное заземление

6) защита от короткого замыкания

7) тепловая защита двигателя по потерям I^2t

8) защита блокировки двигателя

9) защита от изменения параметров

10) защита от опрокидывания

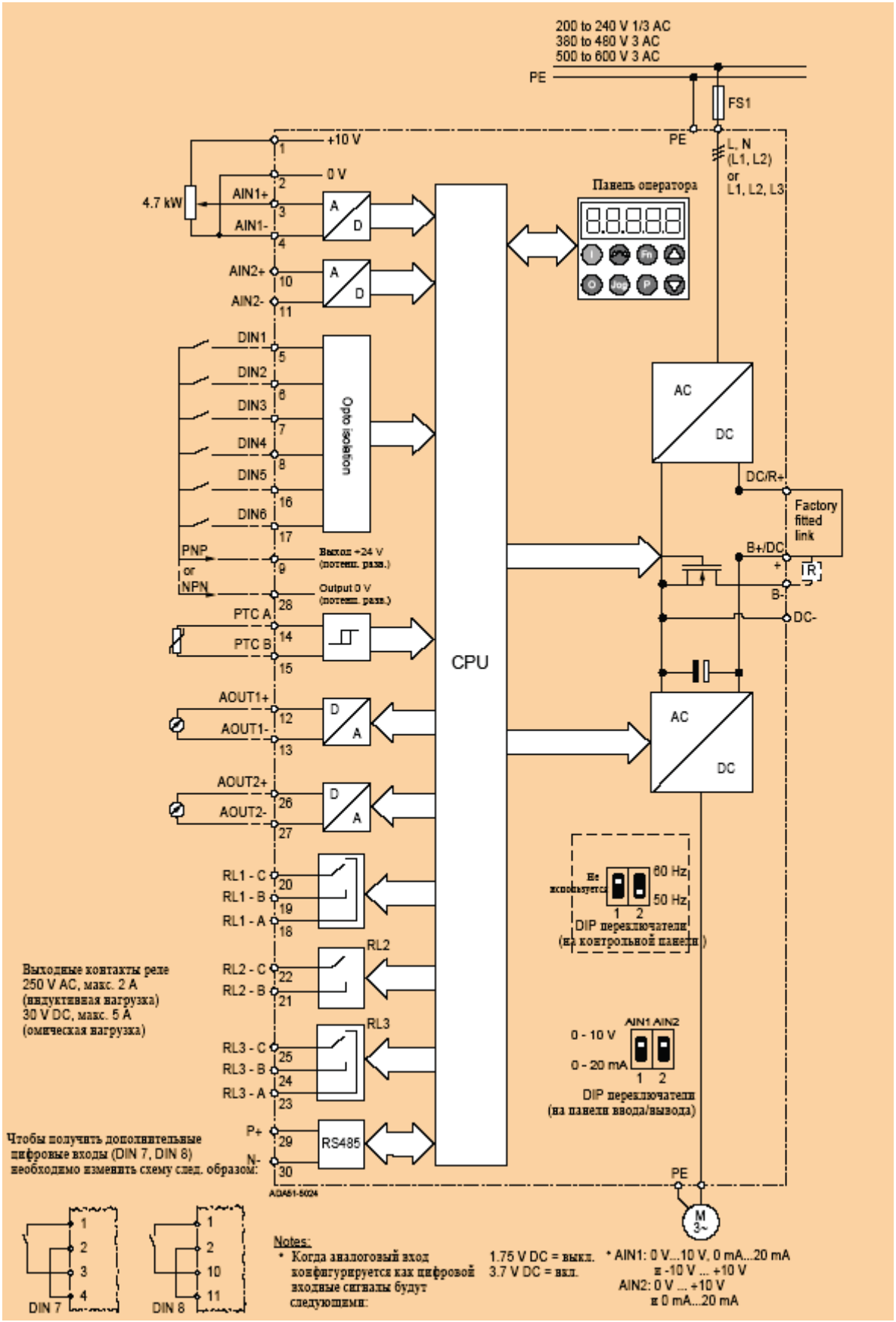


Рисунок 6.2 – Блок схема преобразователя MICROMASTER 440

6.2.4 Преобразователь частоты MICROMASTER

MICROMASTER – семейство преобразователей, которые были разработаны для непосредственного подключения к сетевому источнику питания. Эти преобразователи содержат в своем корпусе все компоненты, требуемые для их работы.

Все преобразователи содержат полностью интегрированные силовые модули, установленные на высоко эффективных теплоотводах, охлаждаемых программно управляемыми вентиляторами. Рассеяние тепла таково, что не требуется уменьшение номинальной мощности для окружающих температур до 50°C.

Все преобразователи состоят из неуправляемого входного выпрямителя, конденсатора в звене постоянного напряжения и инвертора с IGBT модулями.

Когда блок подключается к сетевому питанию, происходит предварительная зарядка DC звена через резисторы и реле предварительной зарядки, таким образом ограничивая уровень пускового тока. Напряжение DC звена затем преобразуется в систему импульсов с переменной частотой и напряжением, использующей самое последнее поколение IGBT с низкими потерями в сочетании с полностью оптимизированной PWM (Pulsed Width Modulation – Широтно Импульсная Модуляция) формой волны, и дает следующие преимущества:

– Низкие потери в преобразователе и двигателе.

– Диапазон частот двигателя: от 0 до 650 Гц.

– Диапазон напряжения двигателя: от 0 В до сетевого напряжения питания.

– Почти синусоидальные токи двигателя.

– Повышение КПД двигателя.

– Бесшумная работа двигателя при использовании высокой частоты переключения до 16 кГц.

– Преобразователь защищен как от коротких замыканий так и от замыканий на землю.

Команда OFF не изолирует преобразователь от сети. Для электрической изоляции преобразователя от сетевого источника питания должен быть предусмотрен сетевой выключатель или контактор.

Для защиты могут быть также использованы быстродействующие электронные предохранители.

Все преобразователи MICROMASTER также могут быть подключены непосредственно к подходящему источнику DC напряжения, используя предусмотренные клеммы подключения DC звена.

Преобразователи MICROMASTER предназначены для использования с трехфазным питанием 230 В АС и могут также использоваться для подключения к одной фазе 230 В АС. Все однофазные и трехфазные 230 В преобразователи MICROMASTER могут работать от источника питания с номинальным напряжением 2ф 208 В АС.

6.2.5 Тепловая защита и автоматическое снижение номинальных данных

Внутренние потери в силовом модуле увеличиваются с увеличением частоты переключения ШИМ, и приводят к увеличению температуры охлаждающих радиаторов. Работа преобразователя в среде с температурой выше рекомендуемой может привести к прерыванию работы преобразователя с кодом сбоя по превышению температуры. Чтобы избежать такого нежелательного прерывания, MICROMASTER автоматически уменьшает свою частоту переключения ШИМ (например с 16 кГц до 8 кГц), тем самым уменьшая тепловые потери в силовых элементах, предоставляя возможность работать далее – без прерывания.

Если нагрузка или окружающая температура затем уменьшается, преобразователь сначала проверит, безопасно ли увеличить частоту переключения ШИМ снова и затем увеличит ее.

6.2.6 Быстрое ограничение тока

Быстрое ограничение тока (Fast Current Limit) (FCL) является циклическим аппаратным ограничением тока, встроенным в преобразователь. Его порог устанавливается немного ниже порога программного прерывания перегрузки по току и действует максимально быстро, таким образом предотвращая ложные и нежелательные прерывания при внезапном приложении нагрузки или требуемом быстром ускорении.

7 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

На основе описания технологического процесса, автоматизируемого объекта, определенных входных/выходных сигналов и команд, с учетом выбора программируемого контроллера составлена схема функциональная, представленная на рисунке 10. Пояснения к условным обозначениям, командам и сигналам приведены в таблице 7.

В рассматриваемой системе автоматизации можно выделить следующие функциональные узлы:

– пульт управления и индикации (Панель оператора);

– блок управления (Программируемый логический компьютер);

– система управления насосом 1 (СУН1);

– система управления насосом 2 (СУН2);

– блок питания (БП);

– датчик расхода (РАСХ);

– датчик значения pH в баке (ДрН);

– датчик уровня в баке 1(ДУ1);

– датчик уровня в баке 2(ДУ2);

– готовность гидроклапана 1 (ГотГК1);

– готовность гидроклапана 2 (ГотГК2).

На функциональной схеме показана взаимосвязь отдельных элементов системы автоматизации.

Пульт управления (сенсорная панель) связан с блоком управления (ПЛК). Блок управления принимает сигналы с пульта управления, обрабатывает их, а также выдает сигналы на пульт управления.

Блок управления также принимает данные:

– с датчиков технологической информации (РАСХ, ДрН, ДУ1, ДУ2, ГотГК1, ГотГК2);

– с системы управления насосами (СУН1, СУН2) о готовности насосов к работе (ГотПЧ1,ГотПЧ2).

В зависимости от того какие сигналы поданы с пульта управления, и какие сигналы сформированы на входе, блок управления может выдавать различные выходные команды.

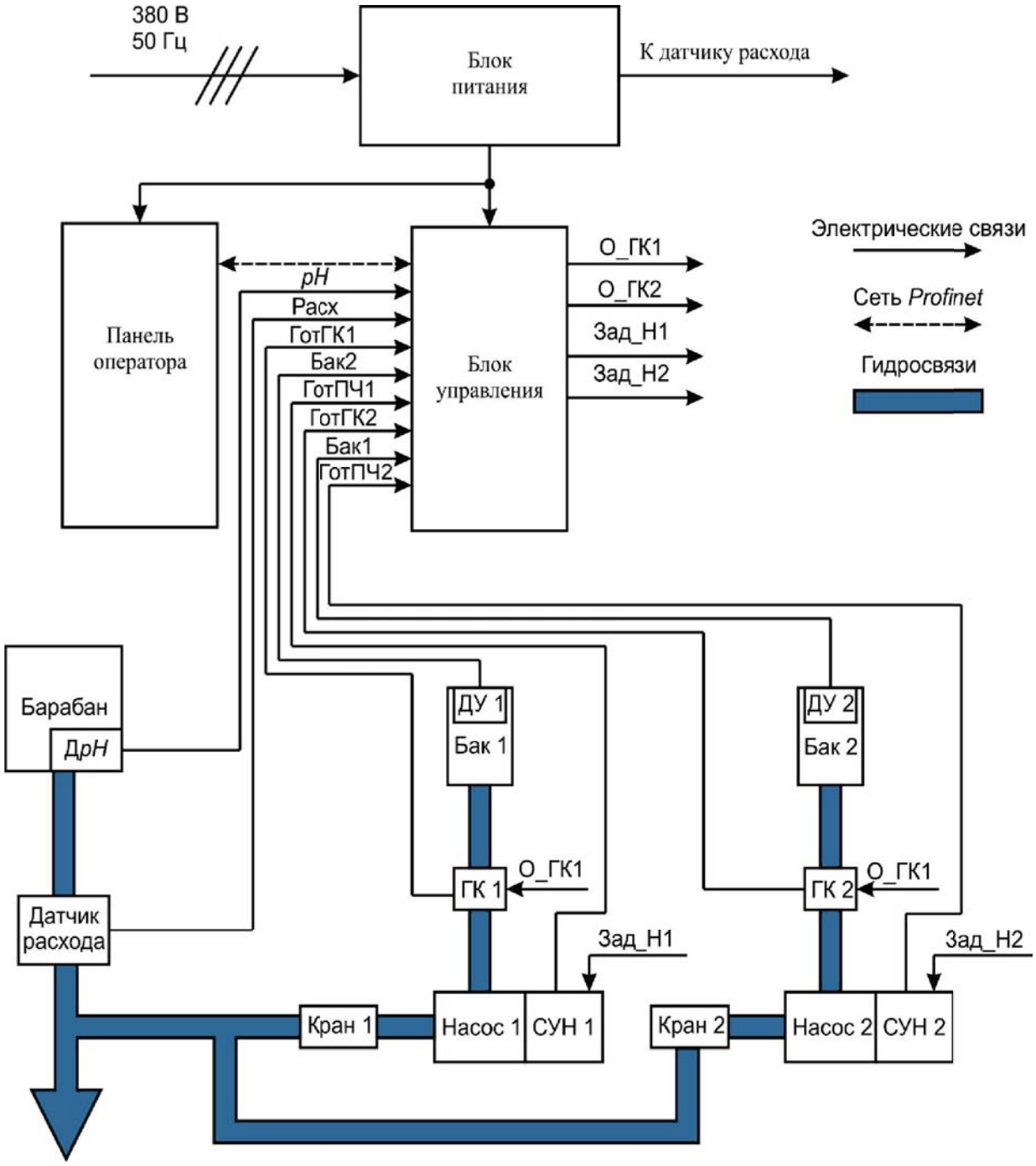


Рисунок 7.1 – Функциональная схема системы автоматизации

8 ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Привода насосов и преобразователи частоты были выбраны ранее.

8.1 Программируемый логический контроллер (блок управления)

Программируемый контроллер выбираем, исходя из количества входных и выходных сигналов.

В качестве программируемого контроллера выберем Siemens SIMATIC S7-1200, позволяющий работать как с дискретными сигналами, так и с аналоговыми, иметь порт Profinet (LAN) , широкий набор команд и программный ПИД-регулятор.

Рисунок 8.1 – Внешний вид контроллера Siemens SIMATIC S7-1200

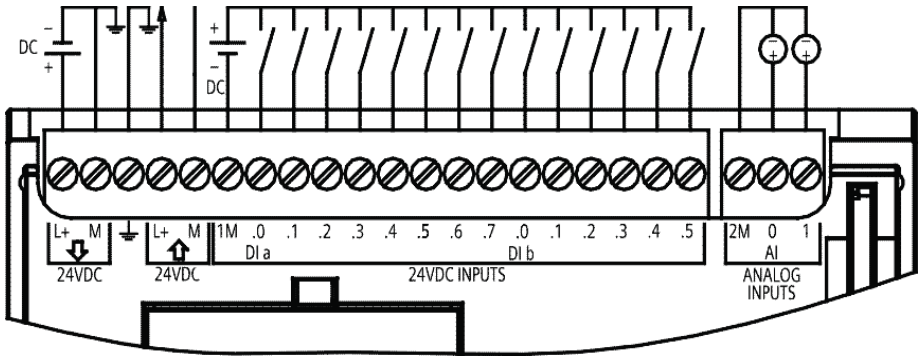


Рисунок 8.2 – Схема подключения и схема принципиальная модуля Simatic CPU 1214C DC/DC/DC

Таблица 8.1 – Технические характеристики ПЛК

Параметр	Значение
Контроллер	Simatic S7-1200 CPU1214C DC/DC/DC
Средства программирования	STEP 7 (TIA Portal) от V13 SP1
Языки программирования	LAD, FBD, SCL
Напряжение питания	24 VDC
Напряжение нагрузки	24 VDC
Потребляемый ток	500 мА
Потери мощности	12 Вт
Загрузочная память: встроенная расширение	 4 МБ С картой памяти SMC до 32 ГБ
Встроенные каналы ввода/вывода	14xDI 24VDC 10xDO 24VDC 2xAI 10VDC
Количество скоростных счетчиков	3x100 кГц + 3x30 кГц
Количество импульсных выходов	4x100 кГц
Время выполнения: Битовых операций Операций со словами Математических операций с плавающей запятой	 0,085 мкс 1,7 мкс 2,3 мкс

Продолжение таблицы 8.1

Параметр	Значение
Тип интерфейса	PROFINET
Физический уровень	Ethernet
Кол-во коммуникационных портов	1xRJ45 (гнездо)
Скорость обмена данными	10/100 Мбит/с
Встроенный ПИД-регулятор	Поддерживается до 16 контуров
Размеры	110x100x75 мм
Вес	415 г

Для вывода аналоговых сигналов выберем сигнальный модуль SB 1232 1AQ (заказной номер 6ES7 232-4HB30-0XB0). Основные характеристики представлены в таблице 8. Этот модуль вставляется в специальный разъем расположенный на фронтальной стороне контроллера, что позволяет сэкономить место.

Таблица 8.2 – Основные характеристики сигнального модуля Sb1232 1AQ

Параметр	Значение
Напряжение питания U, В	=24
Допустимый диапазон отклонений, В	=20,4 … 28,8
Потребляемый ток от внутренней шины контроллера =5 В, мА	80
Потребляемый ток из цепи питания, мА	45 (без нагрузки)
Потери мощности, Вт	1,5
Количество аналоговых выходов	4

На основании технической литературы фирмы Siemens по программируемым логическим контроллерам, сформулируем основные отличительные черты ПЛК SIMATIC S7-1200:

1) Исчерпывающий набор команд:

а) базовый набор команд для выполнения логических операций, адресации результата, сохранения данных, счета, отсчета выдержек времени, загрузки, пересылки, сравнения, сдвига, вращения, формирования дополнений, вызова подпрограмм (с локальными переменными);

б) встроенные команды управления обменом данными (например, протокол USS, Modbus RTU, S7 функции связи «T-Send/ T-Receive» или свободно программируемый порт);

в) удобные функции широтно-импульсной модуляции, формирования последовательностей импульсов, арифметические функции, математики с плавающей запятой, ПИД регулирования, переходов, циклов и преобразований кодов;

г) математические функции: sin, cos, tan, ln, exp и т.д.

2) Счет:

а) удобные функции счета и специальными командами управления их работой открывают новые горизонты в разработке различных приложений пользователя.

3) Обработка прерываний:

а) фиксация нарастающих или спадающих фронтов входных сигналов для формирования быстрого отклика на соответствующие события;

б) прерывания в функции времени;

в) прерывания от счетчиков при достижении заданного состояния или изменении направления счета;

г) коммуникационные прерывания, позволяющие ускорить и упростить обмен данными с периферийными приборами: принтерами, сканнерами и т.д.

4) Парольная защита.

5) Функции тестирования и диагностики:

а) удобный набор функций тестирования и диагностики. Например, функции интерактивной или автономной диагностики.

6) Принудительная установка входов и выходов в процессе отладки программы:

а) входы и выходы могут переводиться в заданные состояния независимо от цикла выполнения программы, что упрощает выполнение работ по тестированию и отладке работы программы.

7) Управление перемещением в соответствии с требованиями стандарта PLCopen для решения простых задач управления перемещением и позиционирования.

8.2 Датчики уровня в баке мерники

INNOLevel ECHO ультразвуковой уровнемер для жидкостей с аналоговым токовым выходом или Modbus (RS 485) и 2 релейными выходами. Диапазон измерения INNOLevel ECHO 0,6…15 метров. Напряжение питания уровнемера INNOLevel ECHO 24VDC.Уровнемер снабжен встроенной панелью управления с жидкокристаллическим индикатором и кнопками, с помощью которых осуществляется настройка прибора под конкретные условия эксплуатации:

Технические характеристики INNOLevel ECHO:

– Диапазон измерения уровня – 0…15 метров

– Значение «мертвой зоны» - 0,25…0,6 метра

– Точность измерений – 0,3% от основного диапазона

– Допустимое давление процесса – 1 бар

– Токовый сигнал – 4…20 мА

– Температура окружающей среды -20°…+80°C

Рисунок 8.3 – Датчики уровня в баке мерники

8.3 Датчик pH

Промышленный двухканальный pH – метр pH-4122 предназначается для измерения активности ионов водорода, окислительно – восстановительного потенциала и температуры водных сред в автоматическом режиме. Используется в нефтехимической, пищевой, химической, целлюлозно-бумажной и в различных других отраслях промышленности.

Таблица 8.3 – Характеристики датчика pH

Характеристики	Значения
Количество измерительных каналов	2
Диапазон измерений, ед. pH	0 - 14
Пределы ЭДС на входе трансмиттера, мВ	от - 750 до + 750
Диапазон измерения температуры анализируемой среды, °С	от 0 до 100
Параметры выходных сигналов:	
по два аналоговых программируемых, мА, выбираются заказчиком	(0 - 5), (0 - 20), (4 - 20)
цифровой	RS485, протокол обмена ModBus RTU
два дискретных	переключающий «сухой контакт», 240 В, 3 А
Область задания уставок по pH и температуре	во всём диапазоне измерений
Линия связи между ПП и ИП	трёхпроводная, сечение проводов не менее 0,35 мм^2
Длина линии связи, м, не более	300
Тип индикатора	жидкокристаллический графический

pH-метр pH-4122 является двухканальным средством измерения, состоящим из двух первичных преобразователей и двухканального измерительного прибора. У данного прибора есть сигнализация, которая срабатывает при выходе измеряемых характеристик за границы установленных значений. PH-метр обеспечивает цифровую индикацию значений pH, электродвижущей силы и температуры, преобразовывая их в пропорциональные значения унифицированных выходных сигналов постоянного тока, производит обмен данными по цифровому интерфейсу RS 485, еще может архивировать и графически отображать результаты измеренных данных.

8.4 Клапан электромагнитный SMART SG5533

Клапан нормально-закрытый (без напряжения – закрыт);
Пилотного действия, клапан с ручным дублером;
Корпус – латунь, мембрана – EPDM (NBR);
Для воды, воздуха, растворов ;
Температурный диапазон применения: −20…+130 °C;
Мембраны NBR позволяют использовать клапан для воды, воздуха, нефтепродуктов, масла, дизельного топлива; −10…+90 °C
С катушкой AC 220B; AC 24B; DC 12B; DC 24B; Класс защиты: IP65

Таблица 8.4 – Характеристики клапана электромагнитного SMART SG5533

Артикул	N	N, бар	Резьба, дюймы	Kv, $м^3$/ч при 1 бар	Диапазон ΔP, бар	Серия катушки	Размеры, ДхШхВ, мм	Масса, кг
SG55337	2	6	G 1¼	25,52	0,5...16	EX	131x96x146	3,2

8.5 Ультразвуковые расходомер SITRANS F US Clamp − on FUE1010

Рисунок 8.4 − УЗ−расходомеры SITRANS F US Clamp − on FUE1010

Ультразвуковые накладные расходомеры нашли свое основное применение в системах учета расхода жидкостей и газов в напорных трубопроводах больших диаметров.

Основными преимуществами накладных расходомеров являются:

− «горячая» установка первичных преобразователей расхода, не требующая остановки процесса и врезки в трубопровод,

− отсутствие подвижных частей и контакта со средой,

− отсутствие энергетических потерь, связанных с перепадом давления, и влияния на профиль потока.

В основе принципа измерения расхода лежит времяпролетный метод измерения скорости потока, а также доплеровский метод, основанный на измерении отраженного ультразвукового сигнала от частиц, взвешенных в потоке, в том случае, когда прохождение сигнала через поток затруднено. Использование накладных ультразвуковых расходомеров является наиболее эффективным решением с точки зрения материальных и временных затрат. Основными областями применения являются нефтегазовая промышленность, системы учета расхода горячей и холодной воды, а также системы водоподготовки и сточных вод. Диаметр измерительного участка трубопровода может достигать 10 метров.

8.6 Панель оператора

В качестве панели оператора выберем панель оператора фирмы Siemens KP300. Панели операторов серии SIMATIC Basic Line предназначены для решения задач оперативного управления и мониторинга на уровне отдельно взятых машин и установок во всех секторах промышленного производства, а также в системах автоматизации зданий. Они могут использоваться с программируемыми контроллерами SIMATIC S7, а также с некоторыми контроллерами других производителей.

Основные технические характеристики панели оператора KP300 представлены в таблице 10. Внешний вид панели оператора представлен на рисунке15.

Таблица 8.5 – Основные технические характеристики панели оператора KP300

Параметр	Значение
Модель	KP300
Напряжение питания	от 19,2 до 28,8 В. постоянного тока
Потребляемый ток	100 мА.
Размеры, Ш х В х Г	165 х 97 х 35 мм

Продолжение таблицы 8.5

Параметр	Значение
Тип экрана	LCD mono FSTN
Область отображения, активная	87 мм x 31 мм (3,6")
Разрешение	240 x 80 пикселов
Цвета	Доступно 4 (подсветка: красная, белая, зеленая, желтая)
Регулирование контрастности	Есть
Фоновая подсветка, время снижения яркости наполовину, типовое	Флуоресцентная лампа с холодным катодом, 50 000 часов
Тип клавиатуры	Мембранная
Память для приложений	512 Кб
Функциональные клавиши	10
Коммуникационные соединения	Ethernet, 10/100 Мбит/с
Часы реального времени	Есть, небуферизованные
Предохранитель	Внутренний, электронный

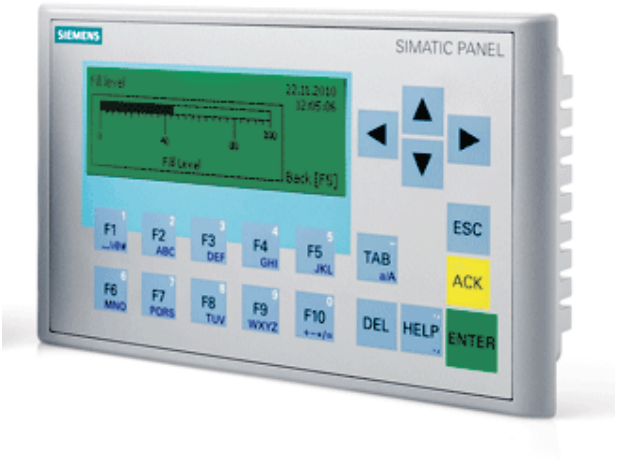


Рисунок 8.5 – Внешний вид панели оператора KP300

Панели этой серии имеют многочисленные стандартные функции, например, систему сообщений, управление на основе рецептов, функции управления кривыми и переключение языков. Поэтому пользователь может даже в случае простого приложения получить выгоду от преимуществ визуализации за счет улучшения качества процесса.

8.7 Модульный контактор фирмы *F&F ST*25-30

Для управления насосом выберем модульный контактор фирмы *F&F ST*25-30. Внешний вид контактора представлен на рисунке 17. Электромагнитные контакторы в модульных корпусах для непосредственного монтажа на Din-рейке 35 мм.

Принцип действия:

Подача управляющего напряжения на катушку контактора, приводит к переключению контактов. Положение контактов сигнализируется свечением красного светодиода. После отключения напряжения питания, контакты возвращаются в первоначальное положение.

− Изготовитель: F&F (Польша);

− Максимальный коммутируемый ток (AC1), А: 25;

− Диапазон рабочих температур, ^{0}C: от -25 до +50;

− Габаритные размеры, мм: 35x90x65;

Способ монтажа: на DIN-рейку;

− Тип подключения: винтовые зажимы 4 мм^2;

− Тип контактов: 3 замыкающих.

Рисунок 8.6 – Внешний вид контактора

8.8 Блок питания

Для питания МПК и цепей управления и сигнализации 24В используется блок питания марки PS 307, 5A, Siemens (ES7307–1EA00–0AA0). Характеристики представлены в таблице 8.6

Рисунок 8.7 – Внешний вид блока питания PS 307, 5A, Siemens

Таблица 8.6 – Технические данные PS 307, 5A, Siemens

Параметры	Значения
Входные данные	
Входное напряжение, В	120/230 перем. тока
Ном. входной ток, А	При 120 В: 2 При 230 В: 1
Пусковой ток, А	45
Потребление мощности, Вт	138
Входное напряжение, В	120/230 перем. тока
Выходное напряжение, В	24 пост. тока
Время нарастания, с	Макс. 2,5
Выходной ток, А	5
Защита от короткого замыкания	Электронная, без фиксации

9. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

В соответствии с функциональной схемой системы автоматизации (рисунок 7.1) и выбранной элементной базой составлена принципиальная схема, которая представлена на чертеже Э − 140604.2016.224.Э3

1) Автоматический выключатель *QF1* выполняет функции защиты системы от коротких замыканий.

2) Автоматический выключатель *QF2* выполняет функции защиты системы преобразователя частоты и насоса № 2 от коротких замыканий.

3) Автоматический выключатель *QF3* выполняет функции защиты системы преобразователя частоты и насоса № 1 от коротких замыканий.

4) Блок питания *G1* с напряжением на выходе 24В питает основные низковольтные элементы: технологические датчики, входные и выходные цепи модулей ввода/вывода контроллера *A1*. На схеме клеммы блока питания указаны в соответствии с паспортными данными.

5) Управление всей системой автоматизации производится с помощью программируемого контроллера *A1*, в соответствии с входными сигналами и по заданной программе.

6) Панель оператора *A2* связана с программируемым логическим контроллером *A1* по сети Profinet, а питание от источника 24 В.

7) Датчики расходомер А6 подключен к аналоговым входам контроллера, который в свою очередь по сети Profinet передает информацию о расходе питательной воды котла на панель оператора *A2*.

8) Датчик измерения *pH* метр *A3* подключен к дискретным входам контроллера который в свою очередь по сети Profinet передает информацию о состоянии нормы или не нормы pH на панели оператора. Питание получает от сети трехфазного напряжения 220В

9) Электромагнитные клапаны *A4*,*A5* подключены к дискретным входам контроллера который в свою очередь по сети Profinet передает информацию о открытом или закрытом состоянии клапанов на панель оператора.

10) Уровнемеры баков мерников *SL1*,*SL2* подключены к дискретным входам контроллера который в свою очередь по сети Profinet передает информацию о минимальном уровне раствора в баке на панель оператора.

11) Двигатель переменного тока *M1* управляется преобразователем частоты *UZ1*.Он получает питание от сети трехфазного напряжения 380В,через автоматический выключатель *QF3*, защищающий преобразователь частоты от короткого замыкания. Управляющие дискретные входы преобразователя подключены к контроллеру *A1*.

12) Двигатель переменного тока *M2* управляется преобразователем частоты *UZ2*.Он получает питание от сети трехфазного напряжения 380В, через автоматический выключатель *QF2*, защищающий преобразователь частоты от короткого замыкания. Управляющие дискретные входы преобразователя подключены к контроллеру *A1*.

13) Система получает питание после включения пускателя *KM1*, то есть нажатия на кнопку *SB1*. Аварийное отключение осуществляется нажатием на кнопку *SB2* в цепи пускателя. Тем самым обеспечивая защиту от самопроизвольного включения при исчезновении и последующем появлении питания.

14) Для запуска системы в работу, оператору необходимо подать питание на систему, нажать кнопку “Пуск” *SB1*, и затем в соответствии с выбором автоматического режима насосной установки наблюдать за процессом работы.

10 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

10.1 Разработка системы автоматического поддержания равномерного дозирования раствора фосфата.

Рабочий раствор фосфатов готовится на химическом хозяйстве ХВО и перекачивается в бак-мерник установки фосфатирования с помощью центробежного насоса. Автомат регулирования дозировочного насоса (АРДН) получает электрический сигнал от датчика расхода питательной воды на котел и в зависимости от полученного сигнала устанавливает требуемую частоту вращения электродвигателя. Датчик расхода питательной воды выдает сигнал в пределах производительности котла 0–630 т/ч. АРДН, получая сигнал от датчика, обеспечивает непрерывную работу насоса дозатора в диапазоне нагрузок котла 40–100 % от максимальной 630 т/ч. Процесс поддержания постоянного дозирования осуществляется с помощью контроля насосов дозаторов фосфата в зависимости от расхода питательной воды. В неактивном состоянии все насосы выключены.

Работа всей системы будет осуществляться в автоматическом режиме в возможностью замены насосной установки на резервную.

После запуска работы в автоматическом режиме насос дозирует раствор в соответствии с начальным расходом питательной воды. Как только расход воды изменяется скорость насоса изменяется согласно линейной зависимости расхода и дозирования.

Оператор с помощью панели оператора осуществляет контроль за состоянием готовности всех узлов и поддержание заданного значения pH . Так же на панели производится индикация расхода питательной воды, значение pH, нормы уровня раствора в баке мернике, готовности клапана.

В режиме ПИД-регулятора управление осуществляется с помощью ПИД-регулятора, реализованного программно в контроллере.

Оператор имеет возможность менять уставки пропорционального, интегрального и дифференциального каналов. Сигнал задается с панели операторы и по сети Profinet передается в контроллер. Во время работы на панели производится индикация текущих значений расхода.

Система автоматизации должна обеспечить работу системы без участия человека (оператора). Функции оператора должны сводиться к подаче напряжения на все элементы системы. Далее оператор оценивает ситуацию и если есть возможность начать работу, то запускает систему в работу.

Если же ситуация не позволяет начать работу в автоматическом режиме, он должен в ручном режиме привести оборудование к тому состоянию, из которого система может быть выведена в автоматический режим работы.

Работа возможна только при наличии сигнала готовности преобразователя частоты. Производится блокировка одновременной работы в автоматическом режиме и в режиме ПИД-регулятора.

Для визуального контроля над ходом процесса должна быть предусмотрена сигнализация наличия питания, сигнализация при наступлении аварийной ситуации (световая или звуковая), сигнализация готовности схемы работы в автоматическом режиме.

В автоматическом режиме работы необходимо предусмотреть кнопки «Пуск» и «Стоп».

10.2 Команды и сигналы процессора

Из описания технологического процесса и последовательности работы механизмов следует, что система автоматизации формирует различные выходные команды на основе входных команд.

В таблицы 10.1 и 10.2 сведены все сигналы и команды, используемые в системе автоматизации.

Таблица 10.1 – Входные команды и сигналы контроллера

	Наименование сигнала или команды	Обозначение	Источник сигнала
1	Готовность ПЧ 1	ГотПЧ1	С ПЧ1
2	Готовность ПЧ 2	ГотПЧ2	С ПЧ2
3	Датчик pH	pH	С датчика pH
4	Уровень в баке 1	Бак1	С датчика в баке 1
5	Уровень в баке 2	Бак2	С датчика в баке 2
6	Расходомер	Расх.	С расходомера
7	Готовность гидроклапана 1	ГотГК1	С ГК 1
8	Готовность гидроклапана 2	ГотГК2	С ГК2
9	$Пуск_{пид}$	$Пуск_{пид}$	С панели оператора
10	$Задание_{пид}$	$Задание_{пид}$	

Таблица 10.2 – Выходные сигналы и команды, используемые в системе

	Наименование сигнала или команды	Обозначение	Приемник сигнала
1	Готовность ПЧ_1	ГотПЧ_1	Панель оператора
2	Готовность ПЧ_2	ГотПЧ_2	
3	Датчик pH	pH	
4	Уровень в баке_1	Бак_1	
5	Уровень в баке_2	Бак_2	
6	Уровень расхода	Ур.расх.	
7	Готовность гидроклапана_1	ГотГК_1	
8	Готовность гидроклапана_2	ГотГК_2	
9	Готовность схемы	ГотСх.	
10	Работа 1-го насоса	Нас_1	
11	Работа 2-го насоса	Нас_2	
12	Сигнал задания насоса_1	ЗадН_1	ПЧ1
13	Сигнал задания насоса_2	ЗадН_2	ПЧ2
14	Открытие гидроклапана 1	О_ГК1	ГК1
15	Открытие гидроклапана 2	О_ГК2	ГК2

11. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Перед составлением программы необходимо определить адреса входных и выходных переменных в соответствии с их подключением к программируемому устройству, а также задать адреса промежуточных переменных и используемых таймеров и счетчиков.

Создание программы реализуется при помощи программного обеспечения TIA Portal v13.

В среде STEP7 удобно пользоваться символической адресацией, когда любому адресу может быть присвоено удобное для пользователя символическое имя.

На основе словесного описания системы автоматизации можно выделить 2 режима работы.

а) режим, в котором работает первый насос;

б) режим, в котором работает второй насос.

Для удобства реализуем каждую программу в отдельном функциональном блоке, которые будут находиться в главной функции «Main»

11.1 Команды и сигналы контроллера

Команды и сигналы, с помощью которых будет осуществляться процесс управления, приведены в таблицах 11.1 и 11.2. Для того чтобы сделать процесс дальнейшей проверки и настройки удобней легче, в таблицах также указаны команды и сигналы в адресах контроллера.

Таблица 11.1 – Входные команды и сигналы контроллера

Тип сигнала	Откуда приходит	Команда/сигнал	Адрес в контроллере
Входящие	С ПЧ1	ГотПЧ1	*I0.0*
	С ПЧ2	ГотПЧ2	*I0.1*
	С датчика pH	pH	*I0.2*
	С датчика в баке 1	Бак1	*I0.3*
	С датчика в баке 2	Бак2	*I0.4*
	С ГК 1	ГотГК1	*I0.5*
	С ГК2	ГотГК2	*I0.6*
	С расходомера	Расх.	*AI0*
	С панели оператора	$Пуск_{пид}$	*MD0*
		$Задание_{пид}$	*MD4*

Таблица 11.2 – Выходные команды контроллера

Тип сигнала	Куда уходит	Команда	Адрес в контроллере
Выходные	Панель оператора	ГотПЧ_1	*MD8*
		ГотПЧ_2	*MD12*
		pH	*MD16*
		Бак_1	*MD20*
		Бак_2	*MD24*
		Ур.расх.	*MD28*
		ГотГК_1	*MD32*
		ГотГК_2	*MD36*
		ГотСх.	*MD40*
		Нас_1	*MD44*
		Нас_2	*MD48*
	ПЧ1	ЗадН_1	*AQ0*
	ПЧ2	ЗадН_2	*AQ1*
	ГК1	О_ГК1	*Q0.0*
	ГК2	О_ГК2	*Q0.1*

11.2 Программирование панели оператора

Необходимо запрограммировать экраны панели оператора для управления системой автоматизации. Построение организации экранов выполнено по иерархической структуре. Ниже на рисунке 8.1 показана схема работы меню панели.

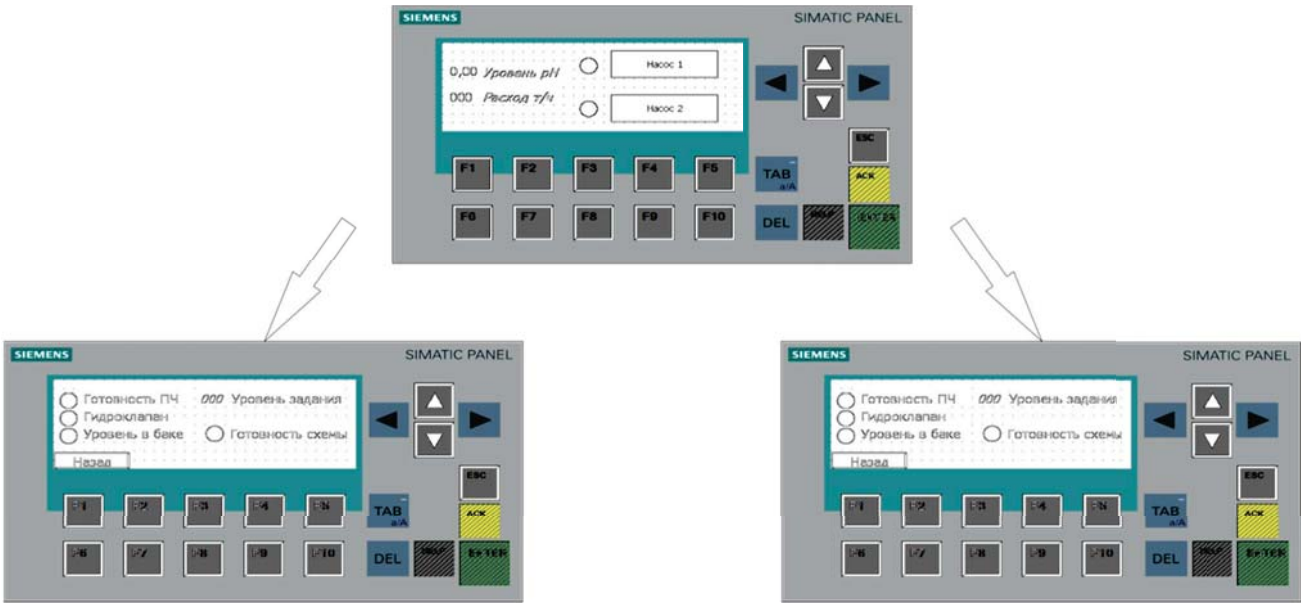


Рисунок 11.1 – Иерархия меню панели управления

11.3 Программа для режима работы 2 насоса

Программа для работы в этом режиме представлена на рисунках 11.2...11.6.

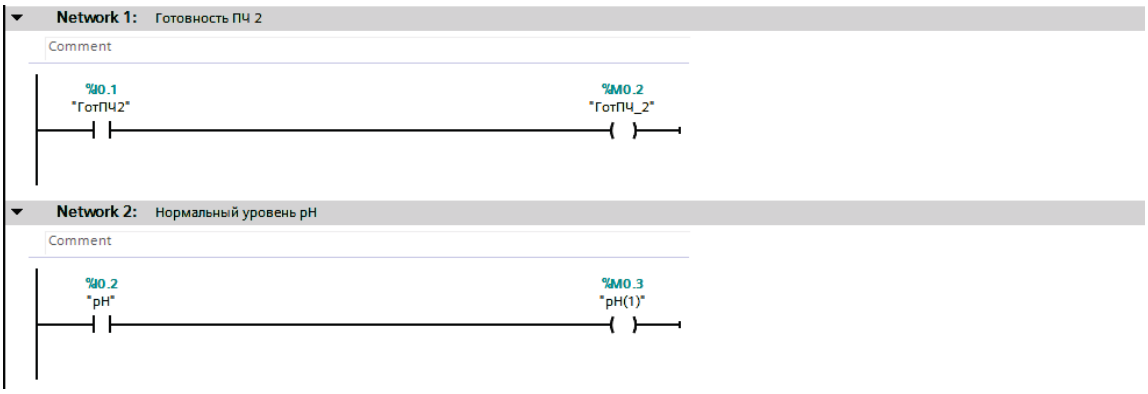


Рисунок 11.2 – *Network* 1: Готовность ПЧ2;

Network 2: Нормальный уровень pH

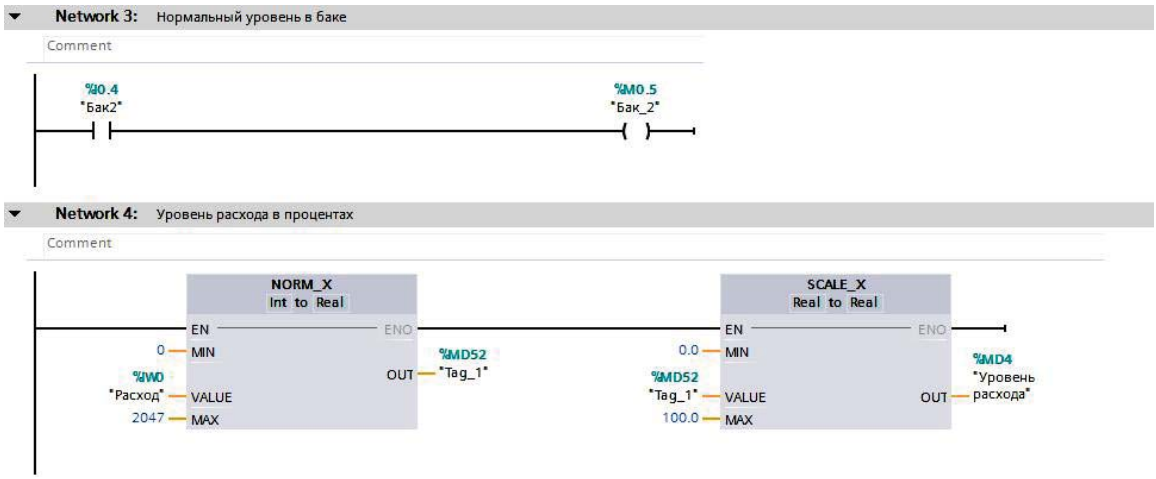


Рисунок 11.3 – *Network* 3: Нормальный уровень в баке 2;

Network 4: Уровень расходы в процентах

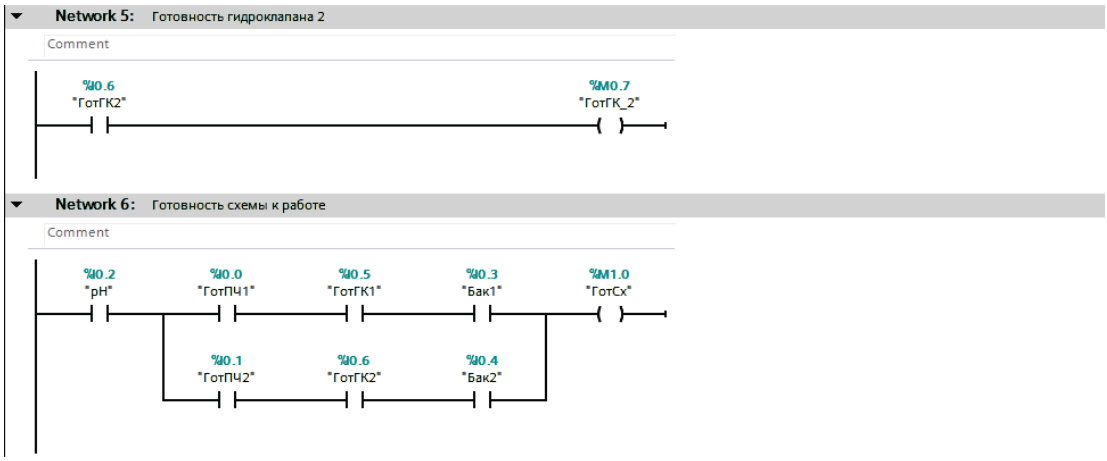


Рисунок 11.4 – *Network* 5: Готовность гидроклапана 2;

Network 6: Готовность схемы к работе

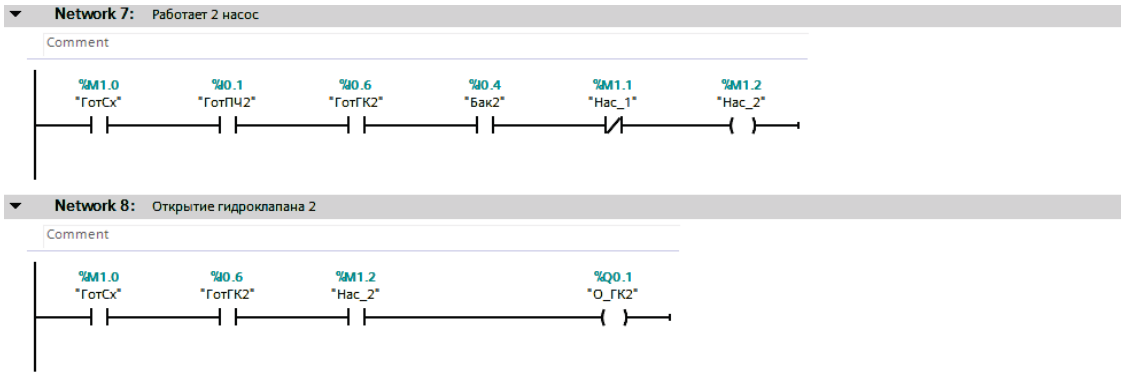


Рисунок 11.5 – *Network* 7: Работает 2 насос;

Network 8: Открытие гидроклапана 2

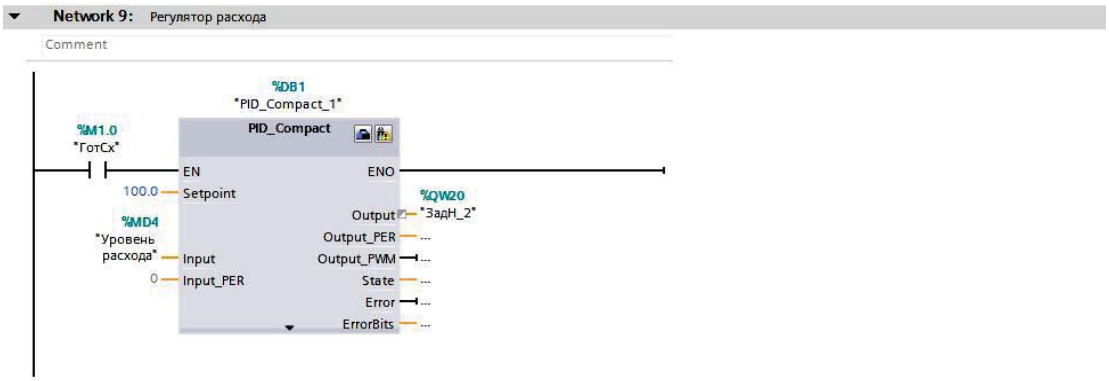


Рисунок 11.6 – *Network* 9: Регулятор расхода

11.4 Программа для режима работы 1 насоса

Программа для работы в этом режиме представлена на рисунках 11.7...11.11.

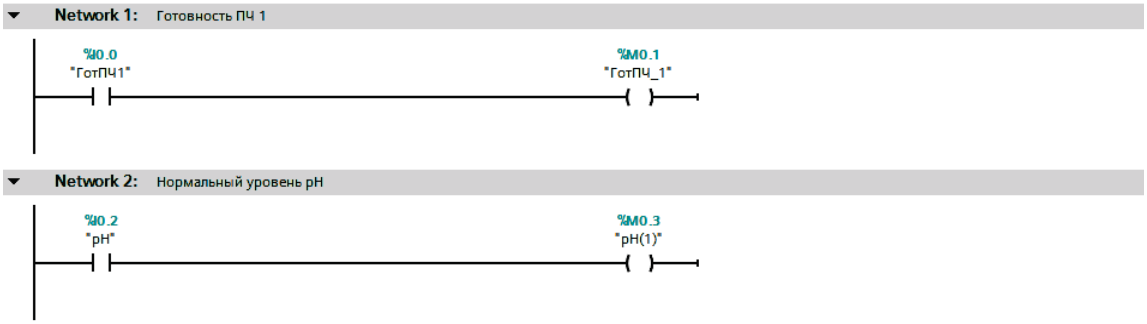


Рисунок 11.7 – *Network* 1: Готовность ПЧ1;

Network 2: Нормальный уровень pH

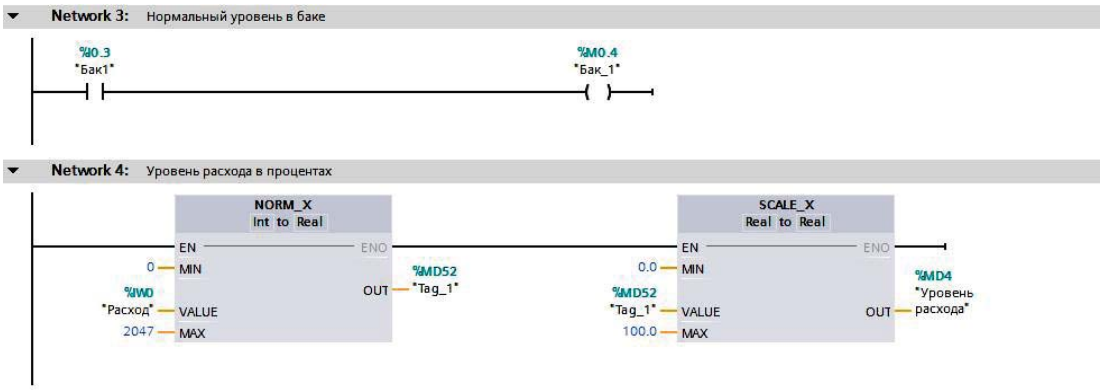


Рисунок 11.8 – *Network* 3: Нормальный уровень в баке 1;

Network 4: Уровень расходы в процентах

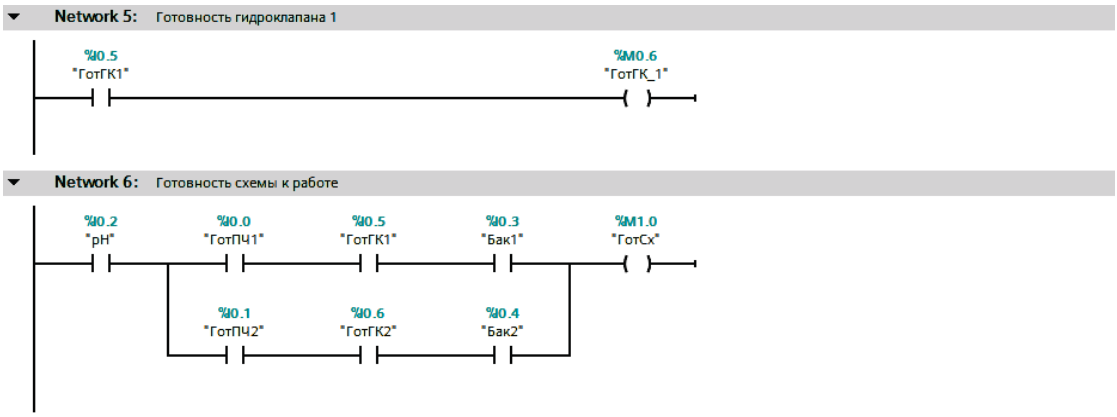


Рисунок 11.9 – *Network* 5: Готовность гидроклапана 1;

Network 6: Готовность схемы к работе

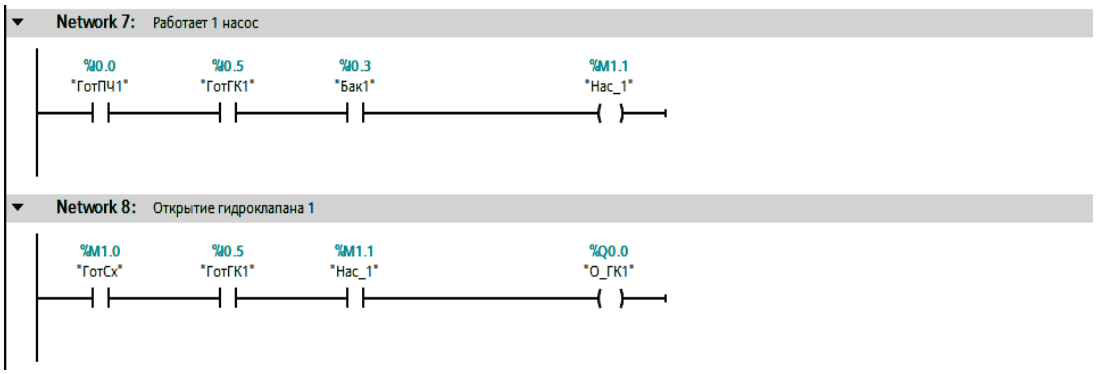


Рисунок 11.10 – *Network* 7: Работает 1 насос;

Network 8: Открытие гидроклапана 1

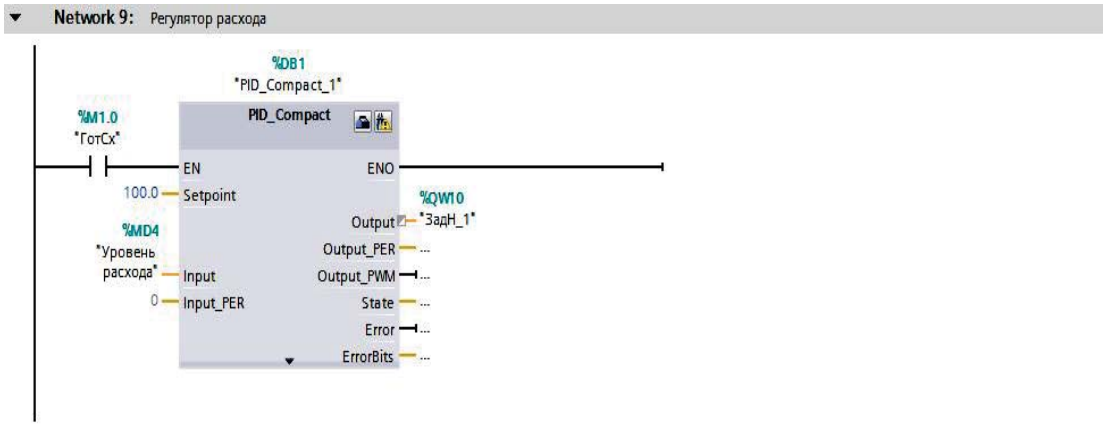


Рисунок 11.11 – *Network* 9: Регулятор расхода

12 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

12.1 Описание анализируемого объекта

Челябинская ТЭЦ–3 является станцией, которая не только производит электроэнергию, но и является источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения (в виде пара и горячей воды, в том числе и для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и промышленных объектов). Расположена на Северо-востоке Челябинска. Первый энергоблок ЧТЭЦ-3 мощностью 180 МВт введен в эксплуатацию 1 апреля 1996 года. В декабре 2006 года запущен второй аналогичный энергоблок, в июне 2011 года - третий, парогазовый блок электрической мощностью 216,3 МВт. 100% топливного баланса станции составляет природный газ. Оборудование: 3 энергетических блока, на пиковой водогрейной котельной - 2 паровых котла и 3 пиковых водогрейных котла. Установленная мощность: электрическая – 580 МВт, тепловая – 1307 МВт. Установка фосфатирования котловой воды (рис. 1) на ЧТЭЦ-3 включает в себя:

1) бак-мерник рабочего раствора фосфатов объемом 25 м3;

2) два плунжерных насоса-дозатора на котел типа: НД-100/250 (максимальная производительность 100 л/ч) блока № 2 .Рабочий раствор фосфатов готовится на химическом хозяйстве ХВО и перекачивается в бак-мерник установки фосфатирования с помощью центробежного насоса. Автомат регулирования дозировочного насоса (АРДН) получает электрический сигнал от датчика расхода питательной воды на котел и в зависимости от полученного сигнала устанавливает требуемую частоту вращения электродвигателя.

Датчик расхода питательной воды выдает сигнал в пределах производительности котла 0–630 т/ч. АРДН, получая сигнал от датчика,

обеспечивает непрерывную работу насоса дозатора в диапазоне нагрузок котла 40–100 % от максимальной 630 т/ч.

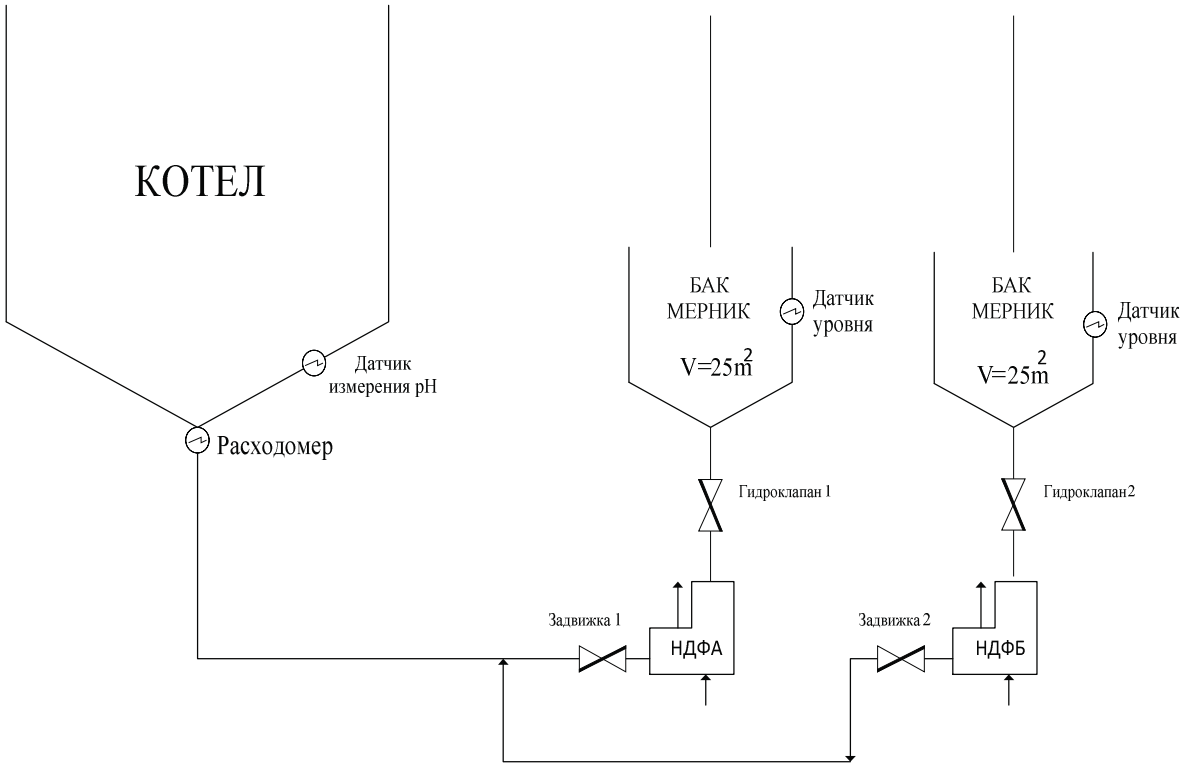


Рисунок 12.1 – Схема установки фосфатирования котловой воды

Насосы и агрегаты типа "НД" представляют собой плунжерные устройства используемые для объемного дозирования жидкостей с различными характеристиками, среди них: нейтральные, агрессивные, эмульсии, суспензии.

Механизм движения включает в себя: встроенный червячный редуктор, кривошипно-шатунный механизм для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное и механизм регулирования длины хода плунжера. Гидроцилиндр состоит из корпуса, плунжера с уплотнением, шаровых клапанов и присоединительных патрубков.

Таблица 12.1 – Технические характеристики НД 100/250

Подача номинальная ,л/час	100
Напор,м	250
Напряжение питания,В	380
Мощность двигателя,кВт	3,0

Рисунок 12.2 – двигателя АИР 100S4У3

Таблица12.2 – Технических характеристик двигателя АИР 100S4У3

Тип двигателя	АИР 100S4У3
Высота оси вращения ротора, мм	100
Кол-во полюсов	8
Номинальная мощность, кВт	3.0
Скорость вращения ротора, об./мин.	1420
К.П.Д. при 100% нагрузке, %	81.4
cos	0.82
Ток	7.20
Климатическое исполнение	У3
Режим работы	непрерывный, S1
Напряжение, В	220/380В, 50Гц
Температура окруж. среды, С°	-20 ... +40
Степень защиты	IP54
Класс изоляции	F
Уровень шума не более, дБ	55
Материал корпуса	чугун
Масса, кг	34.0

12.1.2 По СНиП II-М.2-72 все производства по взрыво и пожароопасности делятся на пять категорий: А, Б (взрывоопасные), В, Г (пожароопасные), Е (взрывоопасные).В главном корпусе используется производства двух категорий: Г и Е .

К пожароопасной категории Г отнесены производства связанные с применением негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии; твердых, жидких или газообразных веществ, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

К взрывоопасной категории Е отнесены производства, связанные с применением горючих газов без жидкой фазы и взрывоопасной пыли в таком количестве, при котором могут образовываться взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5% объема помещения, в котором по условиям технологического процесса возможен только взрыв (без последующего горения) при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или одно с другим.

12.1.3 Система предотвращения пожара в главном корпусе отвечает требованиям ГОСТ 12.1.004-91 и разработана по каждому объекту из расчета, что нормативная вероятность возникновения пожара принимается равной 0,000001 в год в расчете на отдельный пожароопасный узел (элемент) данного объекта; система пожарной защиты разработана по каждому конкретному объекту из расчета, что нормативная вероятность воздействия опасных факторов пожара на людей принимается равной не более 0,00001 в год в расчете на отдельного человека.

12.2 Требования промышленной безопасности к объекту при проектировании

12.2.1 Одним из условий принятия решения о начале строительства, расширению, реконструкции производственного объекта является наличие положительного заключения экспертизы промышленной безопасности проектной документации при наличии у производства лицензии на проведение этих работ.

12.2.2 Отклонения от проектной документации в процессе строительства, расширения, реконструкции производственного объекта является не допускаются. Изменения в проектную документацию подлежат повторной экспертизе промышленной безопасности. В процессе производства работ осуществлять авторский надзор организацией, разработавшей проектную документацию.

12.2.3 Приемка в эксплуатацию опасного промышленного объекта производится в установленном порядке согласно ПБ, ПУБЭ и ПУЭ.

12.3 Опасные и вредные факторы, возникающие при эксплуатации насосов дозаторов фосфата.

12.3.1 В соответствии с Федеральным законом о промышленной безопасности все объекты связанные с использованием сосудов под давлением и насосных станций перекачки химических реагентов , относятся к опасным производственным объектам. Согласно ГОСТ 12.0.003-80 по действию на организм опасные и вредные производственные факторы подразделяются на следующие группы: физические, химические, биологические, психофизиологические.

12.3.2 Все мероприятия по охране труда проводятся с целью защиты участников трудового процесса от воздействия опасных и вредных факторов.

12.3.3 Вредные и опасные факторы могут являться причинами травматизма и профессиональных заболеваний, приводящих к временной потере работоспособности, а при неблагоприятном стечении обстоятельств – к более тяжелым последствиям.

12.3.4 Опасные производственные факторы – факторы, воздействие которых на организм человека приводит к травме, в том числе со смертельным исходом. К опасным факторам, возникающим при работе на нулевой отметки главного корпуса в близи барабана котла, относятся:

а) движущиеся и вращающиеся части механизмов ;

б) высокая температура;

в) факторы пожара;

г) повышенный уровень напряжения электрических цепей.

12.3.5 Вредные производственные факторы – факторы, приводящие к заболеванию. К вредным факторам относят:

а) повышенный уровень шума;

б) повышенный уровень вибрации;

12.4 Общие требования по созданию безопасных условий труда.

12.4.1 Повышенный уровень вибрации может вызвать у работающих людей профессиональные заболевания. Из-за возникновения вибрации развивается усталость. Критерии и показатели неблагоприятного воздействия вибрации, контроль соблюдения установленных норм и требований должны выполнятся согласно ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность общие требования».

12.4.2 Движущиеся части оборудования, вызывают увечья персонала (при несоблюдении правил техники безопасности, отсутствие защитных устройств и ограждений). Поэтому для предотвращения попадания людей в опасные зоны действующих насосов дозаторов фосфата применяются различного рода ограждения.

12.4.3 Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют схему с глухо заземленной нейтралью. В таких сетях напряжением до 1000 В одной из важнейших защитных мер является зануление, которое выполняется преднамеренным электрическим соединением с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей (ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ), что превращает любое замыкание на корпус в однофазное короткое замыкание, при котором происходит быстрое автоматическое отключение поврежденной установки от питающей сети и снижение напряжения зануленных металлических нетоковедущих частей, оказавшихся под напряжением, относительно земли.

12.5 Требования техники безопасности к электродвигателю насосов дозаторов фосфата.

12.5.1 Электрические машины должны соответствовать требованием настоящих стандартов по ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.004-76.

12.5.2 Сопротивление изоляции обмоток, электрическая прочность межвитковой изоляции корпуса машины по ГОСТ183-74 и ГОСТ 2582.81.

12.5.3 Каждая машина должна иметь элемент заземления.

12.5.4 Конструкция подшипниковых узлов должна исключать возможность стекания масла на валу на обмотки машин, на настил рабочей площадки, на токоведущие части и оборудование.

12.5.5 На крышках люков электрических машин должны быть нанесены знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76.

12.5.6 Для защиты данного электродвигателя, согласно ПУЭ-85, используется ряд защит, таких как:

а) защита “от стоянки” электродвигателя под током;

б) защита от перегрузки электродвигателя, что позволяет значительно продлить срок эксплуатации двигателя и уменьшить затраты на его ремонт.

12.6 Требования техники безопасности к преобразовательным агрегатам

12.6.1 Силовые статические преобразователи должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75.

12.6.2 Двери шкафов преобразователей должны быть снабжены блокировками, препятствующими открыванию дверей при включенном состоянии преобразователей и включении их при открытых дверях шкафов.

12.6.3 На дверь шкафа преобразователя должен быть нанесен знак безопасности “Осторожно электрическое напряжение” по ГОСТ 12.4.0.26-76 и дополнительная табличка с поясняющей надписью “Под напряжением. Опасно для жизни” (для преобразователей до 1000В) или “Высокое напряжение. Опасно для жизни” (для преобразователей напряжением выше 1000В).

12.6.4 Конструкция преобразователей должны обеспечивать возможность безопасной проверки указателей напряжения наличия или отсутствия напряжения на них.

12.6.5 При ремонте, наладке и эксплуатации частотного преобразователя необходимо соблюдать правила техники безопасности, установленные для персонала обслуживающего электроустановки напряжением до 1000В и свыше 1000В в соответствии с действующими “Правилами эксплуатации электроустановок потребителей” .

12.6.6 Демонтаж и монтаж силовых блоков, кассет и ячеек систем управления, защиты и сигнализации, цепей вторичной коммутации, а также их установка при замене, ремонте – допускается только при отключенном частотном преобразователи.

12.6.7 Сборку и изменение испытательных схем, подключение измерительных приборов, ремонт и замену элементов, а также техническое обслуживание и ремонтно-профилактические работы проводится только при полном снятии напряжения.

12.6.8 Пожаробезопасность преобразователей обеспечивается применением пожаробезопасных материалов, наличием защит предотвращающих перегрев элементов изделия. Для ликвидации пожаров используются специальные приспособления, хранящиеся на пожарных щитах и с использованием углекислотных или щелочных огнетушителей.

12.7 Требования техники безопасности к электрическим помещениям

12.7.1 Несмотря на то, что на современном уровне развития техники имеются все возможности для предотвращения несчастных случаев от поражения электрическим током, все же следует помнить, что эксплуатация электроустановок связана с двумя основными опасностями: поражением электрическим током и ожогами электрической дугой.

Безопасные условия труда на электроустановках во многом зависят от условий работы. Высокая температура воздуха наличие в нем влаги, пыли, едких парок, газов могут разрушительно действовать на электрическую изоляцию и способствовать поражению работающих электрическим током

12.7.4 Недостаток освещения утомляет зрение и вызывает утомление организма. Неправильное освещение может быть также причиной травматизма. Освещение под котлом энергоблока осуществляется искусственным светом через подвесные фонари закрепленные над всеми проходами и установками.

Для искусственного освещения цеха применяют газоразрядные лампы (типа ДРЛ-400). Для освещения пультов управления, лабораторий, мастерских используются люминесцентные лампы (типа ЛБ 80). Для освещения вспомогательных производственных участков – лампы накаливания мощностью 60-150 Вт. При системе комбинированного освещения освещенность рабочей поверхности, создаваемой светильниками общего освещения, должна составлять не менее 10 % нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяют для местного освещения.

При этом освещенность от общего освещения в системе комбинированного освещения должна быть не менее 150 и не более 500лк. В электромашинных помещениях должно быть предусмотрено рабочее и аварийное освещение. Все рабочие места, открытые пространства должны быть обеспечены освещением в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение, а также отраслевых норм и правил.

1ц.7.5 Двери в ограждении насосов дозаторов фосфата должны иметь самозапирающиеся замки, открываемые без ключа с внутренней стороны помещения.

13 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

13.1 Введение в экономическую часть

Обоснование использования частотного привода в механизме насосной установки дозаторов фосфата, расчет себестоимости, экономическая эффективность.

В природе существует два типа электрических машин: машины постоянного тока и машины переменного тока.

В свою очередь, машины переменного тока делятся на синхронные и асинхронные. Каждый тип электрических машин имеет ряд недостатков и достоинств. Так, например, машины постоянного тока просты в организации управления, но наличие коллектора ограничивает область их применения, способствует удорожанию машин и трудности в эксплуатации. В свою очередь, машины переменного тока дешевле и проще в эксплуатации. Особенно асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, но значительно усложняется система управления. Они малогабаритны и поддерживают высокую точность привода, обеспечивая большие диапазоны регулирования.

Таким образом, одной из важнейших задач теории и практики электропривода можно отнести задачу расширения области применения частотно-регулируемого электропривода. Такой способ регулирования совмещает в себе положительные качества, такие как высокая надежность, большой срок службы, высокое качество регулирования. Кроме того, имеется принципиальная возможность выполнения на широкий диапазон мощностей, частот вращения и напряжений.

Разрабатываемый в дипломном проекте частотно–регулируемый электропривод удовлетворяет всем техническим требованиям, которые к нему предъявляются.

Кроме того, по сравнению со старыми релейно-контакторными схемами управления, данный частотно-регулируемый электропривод имеет ряд преимуществ:

а) экономия электроэнергии (в релейно-контакторной схеме управление происходит изменением сопротивления ротора, что вызывает больше потерь электроэнергии чем при частотном управлении, кроме того в современных частотно-регулируемых приводах есть функция энергосбережения (снижение напряжения при уменьшении нагрузки));

б) плавный пуск /останов (увеличивает срок службы оборудования, а так же, в свою очередь, уменьшаются затраты на обслуживание оборудования

(обслуживание контактов и др.));

в) возможность простого изменения параметров настройки привода (времени пуска/ останова, автоматическая настройка параметров двигателя при установке основных параметров, автоматическая настройка контура тока и др.);

д) возможность программирования;

е) возможность управления через последовательный интерфейс;

ж) малые габариты.

Для оптимизации планирования и управления сложными разветвленными комплексами работ, требующих участия большого числа исполнителей и затрат ограниченных ресурсов широко и успешно применяют сетевые методы планирования. Комплекс работ сетевого графика включает перечень работ, необходимых для разработки частотно-регулируемого привода.

13.2 Экономические показатели проекта

Для определения экономических показателей и определения экономической эффективности воспользуемся методом сетевого планирования. Для начала составим индивидуальный перечень работ.

Перечень работ представлен в таблице 13.1.

Таблица 13.1 – Перечень, параметры и характеристики работ

№	Наименование работы	Продолжительность, дн.			Исполнители	
		Мин.	Макс.	Ожид.	Рук.	Инж.
1	Получение и анализ задания на разработку.	1	3	2	1	1
2	Подбор литературы по насосам дозаторам	2	4	3	-	1
3	Анализ литературы (выявление аналогов и эффективных технических решений).	1	2	1	-	1
4	Выявление аналогов, изготовленных в натуре (в металле).	2	5	3	-	2
5	Анализ аналогов и выбор прототипа.	2	3	2	-	2
6	Проведение маркетинговых исследований.	1	2	2	-	1
7	Расчет показателей экономической эффективности проекта.	2	4	3	1	1
8	Разработка технических предложений по модернизации прототипа и разработке нового прибора.	3	5	4	-	2
9	Изучение условий и режимов эксплуатации разрабатываемого (модернизируемого) прибора.	2	4	3	-	2
10	Разработка мероприятий по БЖД.	4	8	6	1	1
11	Доработка модели прототипа в соответствии с предложениями по его модернизации.	6	10	8	-	2
12	Расчет и выбор силового оборудования.	3	4	4	-	2

Продолжение таблицы 13.1

№	Наименование работы	Продолжительность, дн.			Исполнители	
		Мин.	Макс.	Ожид.	Рук.	Инж.
13	Выбор параметров системы управления.	2	4	3	-	2
14	Разработка функциональной схемы.	2	6	4	-	2
15	Разработка принципиальной схемы.	2	4	3	-	2
16	Разработка монтажной схемы.	2	5	3	-	2
17	Утверждение технологической документации на изготовление.	1	3	2	1	1
18	Составление заявки, закупка и получение комплектующих.	7	14	10	1	1
19	Монтаж и регулировка электродвигателя.	3	5	4	-	2
20	Монтаж силового оборудования.	2	3	2	-	2
21	Монтаж элементов системы управления.	3	5	4	-	2
22	Наладка преобразователей.	1	3	2	-	1
23	Наладка элементов системы управления.	3	7	5	-	2
24	Экспериментальные исследования и испытания.	5	7	6	-	2
25	Сдача объекта в эксплуатацию.	2	3	2	1	1

13.3 Расчёт ожидаемой продолжительности выполнения работ

Ожидаемая продолжительность работы t_{ij} в сетевом графике рассчитывается по принятой двухоценочной методике, исходя из

минимальной t_{ij} мин. и максимальной t_{ij} макс. оценок продолжительности, задаваемых ответственным исполнителем каждой работы.

При этом предполагается, что минимальная оценка соответствует наиболее благоприятным условиям работы, а максимальная – наиболее неблагоприятным. Ожидаемая продолжительность каждой работы определяется по формуле:

$$t_{ijожс} = 0,6 \cdot t_{ijмин} + 0,4 \cdot t_{ijмакс} \quad (13.1)$$

Результаты внесем в таблицу 13.1 для дальнейших расчетов

13.4 Расчёт трудоёмкости работ

Для расчёта приведённой инженерной численности необходимо вначале рассчитать коэффициент перерасчёта K_K численности работающих k-ой категории в инженерах численность, равный отношению средней заработной платы работающих k-ой категории 2-х к средней заработной плате инженеров $З_{инж}$. Должностные оклады технологического персонала приведены в таблице 13.2

Коэффициент перерасчёта для инженеров $k_{инж}$ = 1, для научных сотрудников он будет 1,5. Найдя приведённую численность работы $Ч_{ij}$, определяем приведённую к инженеро–дням трудоёмкость работы T_{ij} умножением приведённой численности на ожидаемую продолжительность t_{ij}. Результаты внесем в таблицу 13.1

Таблица 13.2 – Должностные оклады технологического персонала

Категория персонала	Месячный должностной оклад, руб/мес
Научные сотрудники	43000
Инженеры	30000

13.5 Расчёт сметной стоимости работ

Сметную стоимость работы можно упрощённо подсчитать, зная её приведённую трудоёмкость в инженеро-днях и среднюю стоимость одного инженеро-дня, $C_{ДН}$.

Определим приведенную численность работников по формуле:

$$r_1 = \sum n_i \cdot k_i, ; \quad (13.2)$$

где n_i - количество работников соответствующей категории, чел.;

k_i - коэффициент перечета численности работников соответствующей категории.

$$r_1 = 1 \cdot 1,5 + 1 \cdot 1,0 = 2,5 \text{ прив.(усл.)инж.} \quad (13.3)$$

Определяем приведенную трудоемкость по формуле:

$$T_1 = r_1 \cdot t_{ож} \quad ; \quad (13.4)$$

$$T_1 = 2,5 \cdot 2 = 5 \text{ инж. дней.} \quad (13.5)$$

И так для каждой работы. Результаты внесем в таблицу 15.

Определим среднедневную заработную плату инженера. Она состоит из основной заработной платы, которая составляет $З_{осн} = 30000$руб и дополнительной, которая определяется выражением:

$$З_{доп} = (0{,}1.....0{,}12)\ З_{осн} = 3600 \text{ руб.} \quad (13.6)$$

Таблица 13.3 – Статьи затрат на проведение работ

Наименование	Руб.
Единый социальный налог 0,3 ($З_{осн}$+$З_{доп}$)	10080
Стоимость материалов и покупных изделий, $С_м$. (0,15…0,75) $З_{осн}$	15000
Накладные расходы, $Н_р$. (0,45…0,85) $З_{осн}$	22500
Командировочные расходы, $К_р$. (0,15…0,2) $З_{осн}$	6000
Стоимость оборудования и приборов, $С_о$. (0,4…0,6) $З_{осн}$	18000
Итого:	71580

Среднедневная заработная плата одного инженера рассчитывается, делением среднемесячной заработной платы одного инженера (основной и дополнительной) на среднее число рабочих дней в месяце, установленное в законодательном порядке (22).

$$СД_{зп} = 30000+3600/\ 22 = 1527 \text{ руб/день.} \quad (13.7)$$

Определим среднедневные прочие затраты по формуле:

$$СД_{пз} = \frac{\sum проч.затр.}{22}; \quad (13.8)$$

$$СД_{пз} = \frac{71580}{22} = 3253{,}6 \text{ руб/день.} \quad (13.9)$$

Стоимость одного инженеро-дня найдём по формуле:

$$СД_{ид} = СД_{зп} + СД_{пз.}\ ; \quad (13.10)$$

$$СД_{ид} = 1527 + 3253,6 = 4780,6 \text{ руб/день.} \quad (13.11)$$

Результаты расчетов для каждой работы сводим в таблицу 14.4

Таблица 13.4 – Трудоёмкость и сметная стоимость работ

№	Ожидаемая продолжительность, дн.	Категория персонала, чел.		Приведённая численность, инж.	Приведенная трудоемкость, инж-дн.	Сметная стоимость работы, руб.
		Рук.	Инж.			
1	2	1	1	2,5	5	23903
2	3	-	1	1	3	14341,8
3	1	-	1	1	1	4780,6
4	3	-	2	2	6	28683,6
5	2	-	2	2	4	19122.4
6	2	-	1	1	2	9560
7	3	1	1	2,5	7,5	35854,5
8	4	-	2	2	8	38244,8
9	3	-	2	2	6	28683,6
10	6	-	1	1	6	28683,6

Продолжение таблицы 13.4 – Трудоёмкость и сметная стоимость работ

№	Ожидаемая продолжительность, дн.	Категория персонала, чел.		Приведённая численность, инж.	Приведенная трудоемкость, инж-дн.	Сметная стоимость работы, руб.
		Рук.	Инженер			
11	8	-	2	2	16	76489,6
12	4	-	2	2	8	38244,8
13	3	-	2	2	6	28683,6
14	4	-	2	2	8	38244,8
15	3	-	2	2	6	28683,6
16	3	-	2	2	6	28683,6
17	2	1	1	2,5	5	23903
18	10	1	1	2,5	25	119515
19	4	-	2	2	8	38244,8
20	2	-	2	2	4	19122,4
21	4	-	2	2	8	38244,8
22	2	-	1	1	2	9561,2
23	5	-	2	2	10	47806
24	6	-	2	2	12	57367,2
25	2	1	1	2,5	5	23903
Итого:						848556,5

13.6 Расчет окупаемости проекта

Определим суммарные затраты на проект как сумму затрат на проектирование (суммарная сметная стоимость проектирования), затрат на внедрение проекта и затраты на производство готовой продукции.

Таблица 13.5– Стоимость силового оборудования

Наименование оборудования силовой части	Кол – во, шт.	Цена, руб.
Насосная установка НД 100/250 ,3 кВт	2	71330
Преобразователь частоты MICROMASTER 440	2	53076
Контроллер Simatic S7-1200 фирмы Siemens	2	28 952
Уровнемера INNOLevel ECHO 24VDC	2	42350
pH-метр pH-4122	1	43000
Клапан электромагнитный SMART SG5533	1	1938
Электромонтажное оборудование	4	2500
Расходомер SITRANS F US Clamp−on FUE1010	1	83658
Модульный контактор *F&F ST*25-30	1	2185
Панель оператора SIMATIC Basic Line KP300	1	18326
Итого:		543023

Рассчитаем затраты на внедрение проекта:

$$З_{вн} = З_{м} + З_{з/п}; \quad (13.12)$$

где $З_{з/п}$ можно принять 30% от $З_{м}$.

$$З_{вн} = 543023+162906 = 705929 \text{ руб.} \quad (13.13)$$

Рассчитаем затраты на разработку, внедрение и реализацию проекта:

$$З_{сум} = З_{пр} + З_{вн} + З_{пп}; \quad (13.14)$$

Затраты на производство готовой продукции примем как 50 % от дохода за месяц:

$$З_{сум} = 848556,5 + 705929 + 12500000 = 14054485,5 \text{ руб.} \quad (13.15)$$

Для расчета срока окупаемости нам понадобится величина дохода от внедрения. По данным производства, в среднем, за месяц сумма произведенной электроэнергии составляет 13020833 кВт по средней цене 1,92 руб/кВт.

$$D = P * Q, \quad (13.16)$$

где P –сумма произведенной электроэнергии за месяц;

Q – цена за кВт.

$$D = 130200833 \text{x} 1,92 = 25000000 \text{ руб/1 месяц}; \quad (13.17)$$

$$D_{12} = 25000000 \text{ x} 12 = 300000000 \text{ руб/1 год}. \quad (13.18)$$

Так как проектируемый механизм не является единственным, то мы не можем взять всю сумму дохода. Поэтому берем 2% от годового дохода цеха.

Определим срок окупаемости проекта. Для этого из дохода (2%) вычтем суммарные затраты на проект, т.е. определим экономический эффект первого года:

$$Э = D - З_{сум};$$ (13.19)

$$Э_1 = 6000000 – 14054485,5 = – 8054485,5 \text{ тыс. руб.};$$ (13.20)

Из расчета видно, что проект в первом году не окупился.

$$Э_1 = 6000000 – 8054485,5 = – 2054485,5 \text{ тыс. руб.};$$ (13.21)

По результатам второго года проект не окупился

$$Э_1 = 6000000– 2054485,5 = 3945514,5 \text{ тыс. руб.};$$ (13.22)

Экономическая эффективность за 3 года составит 3945514,5 тыс. руб.

В третьем году проект окупился, однако на окупаемость пошёл не весь третий год. Срок окупаемости составил 2 года 4 месяца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе была разработана система автоматического регулирования насосов дозаторов фосфата на котле №2 энергоблока № 2. Было составлено описание технологического процесса, приведена функциональная схема объекта автоматизации (рисунок 7.1). Дано описание конструкции и кинематики механизмов. Также была описана последовательность работы механизмов объекта и связь между ними.

На основе описания технологического процесса, последовательности работы механизма и требований к данной системе был разработан алгоритм работы системы автоматизации в виде логических уравнений.

С учетом технологии работы автоматизируемого механизма, условий эксплуатации был произведен выбор элементной базы системы автоматизации. В результате были выбраны программируемый контроллер фирмы Siemens SIMATIC S7−1200 с центральным процессором CPU 1214C DC/DC/DC, который включает в себя: плату расширения для вывода аналогового сигнала Sb1232 1AQ. Также был выбран блок питания PS 307 фирмы Siemens, в качестве информационно технологической аппаратуры и датчиков были выбраны: преобразователь частоты MICROMASTER 440 6SE6440–2AC25−5CA1; датчик pH-4122; уровнемер INNOLevel ECHO; клапаны электромагнитные SMART SG5533; ультразвуковой расходомер SITRANS F US Clamp − on FUE1010; панель оператора KP300 фирмы Siemens. Был произведен выбор приводов насосов и преобразователей к ним.

Также была составлена функциональная и принципиальная электрическая схема всей системы автоматизации.

На основе алгоритма работы системы автоматизации было разработано программное обеспечение системы автоматизации. Всем переменным были присвоены адреса программируемого контроллера и символические имена. В среде *STEP7* программа была введена на языке лестничных диаграмм.

Предполагаемый экономический эффект за 3 года составит 3945514,5 тыс. рублей, при общей сумме капитальных затрат 14054485,5 рубля. Просчитан срок окупаемости оборудования, который составил 2 года 4 месяца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Борисов, А.М. Автоматизация технологических процессов (технические средства, проектирование, лабораторный практикум): Учебное пособие./ Н.Е. Лях – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. – Ч.1. – 404 с.

2 ГОСТ 12.0.003-80 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 4 с.

3 ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.

4 ГОСТ Р МЭК 61140-2000. Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электро-оборудованием и электроустановками в их взаимосвязи. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 31 с.

5 ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 8 с.

6 ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 9 с.

7 Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений/ [М.П. Белов, О.И. Зементов, А.Е. Козярук и др.]; под ред. В.А. Новикова, Л.М. Чернигова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368 с.

8 Митин Г.П. Условные обозначения в отечественных и зарубежных электрических схемах. – М.: Изумруд, 2003. – 224 с.: ил.

9 Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 февраля 2014 г. – М.:КНОРУС, 2014. – 488с.

10 Программируемые контроллеры S7-1200. Руководство пользователя. Siemens 2010 г.

11 СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 6 с.

12 СТО ЮУрГУ 04-2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению /составители: Т.И. Парубочная, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеева, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008.-56 с.

13 Стукалова О.В. Экономика предприятия: методическое пособие для проведения практических занятий / О.В. Стукалова. – Челябинск: Изд-во «Полиграф-Мастер», 2003. – 47 с.

14 Экономика предприятия: учебник для вузов / под ред. В.Я. Горфинкеля, проф. В.А. Швандара. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 670 с.

15 http:/dfpd.siemens.ru/. Официальный сайт Департаментов Промышленная Автоматизация и Технологии Приводов

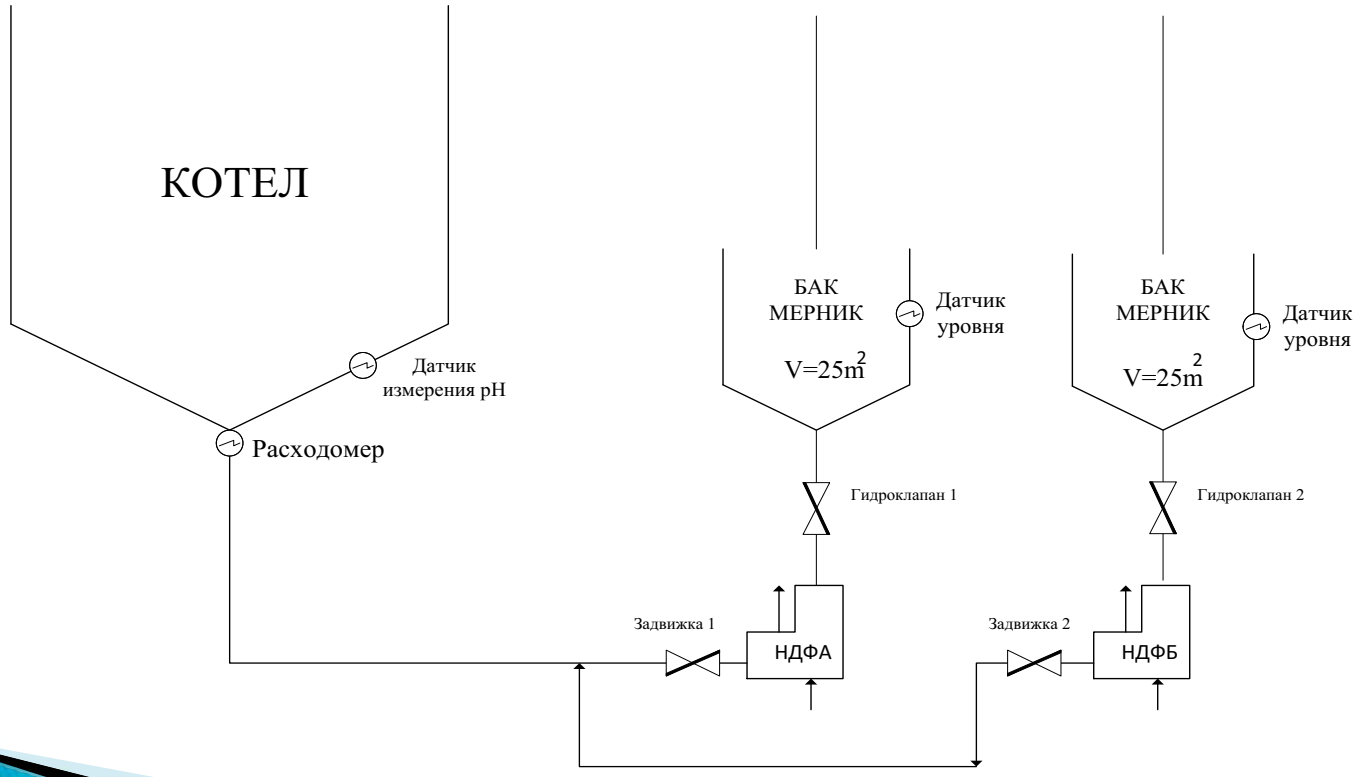
Дипломный проект на тему: Модернизация насосной установки дозаторов фосфата.

Руководитель проекта:
к. т. н., доцент
А. С. Нестеров
Автор проекта:
студент группы ЗФ-647
Д. В. Заводиленко

По техническим условиям насосной установки требуется :

- – максимальный расход Q=100л/ч
- – общий напор H=250

Схема расположения узла дозирования фосфата.



Расчет мощности двигателя:

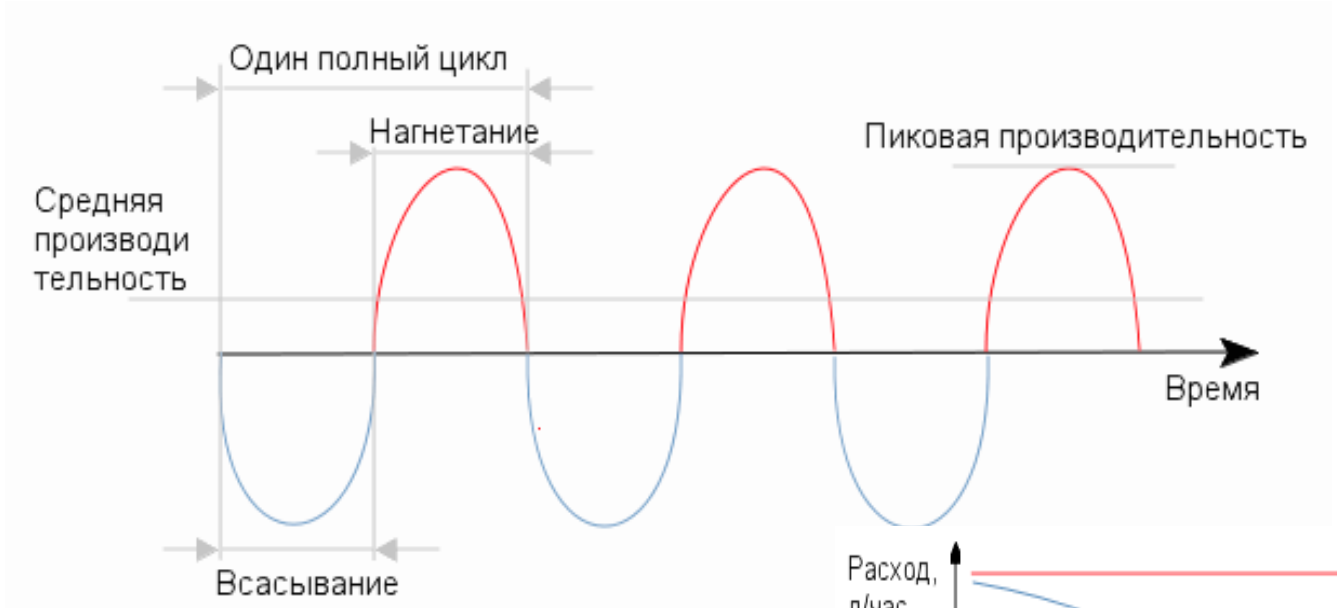
$$N_П = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 1000 \cdot 9,8 \cdot 27 \cdot 10^{-6} \cdot 25 = 661,5 Вт$$

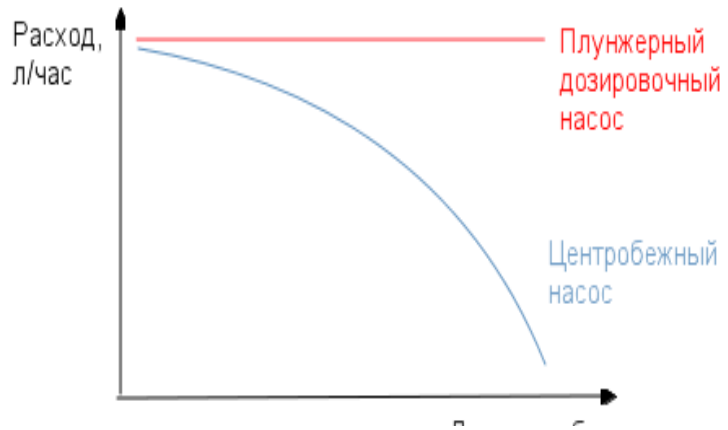
$$N_В = N_П / \eta_Н = 661,5 / 0,7 = 945 Вт$$

$$N_Д = N_В / (\eta_П \cdot \eta_Д) = \frac{945}{0,7 \cdot 0,9} = 1500 Вт$$

$$N_У = \beta \cdot N_Д = 1,5 \cdot 1500 = 2250 Вт$$

Характеристика плунжерного насоса дозатора

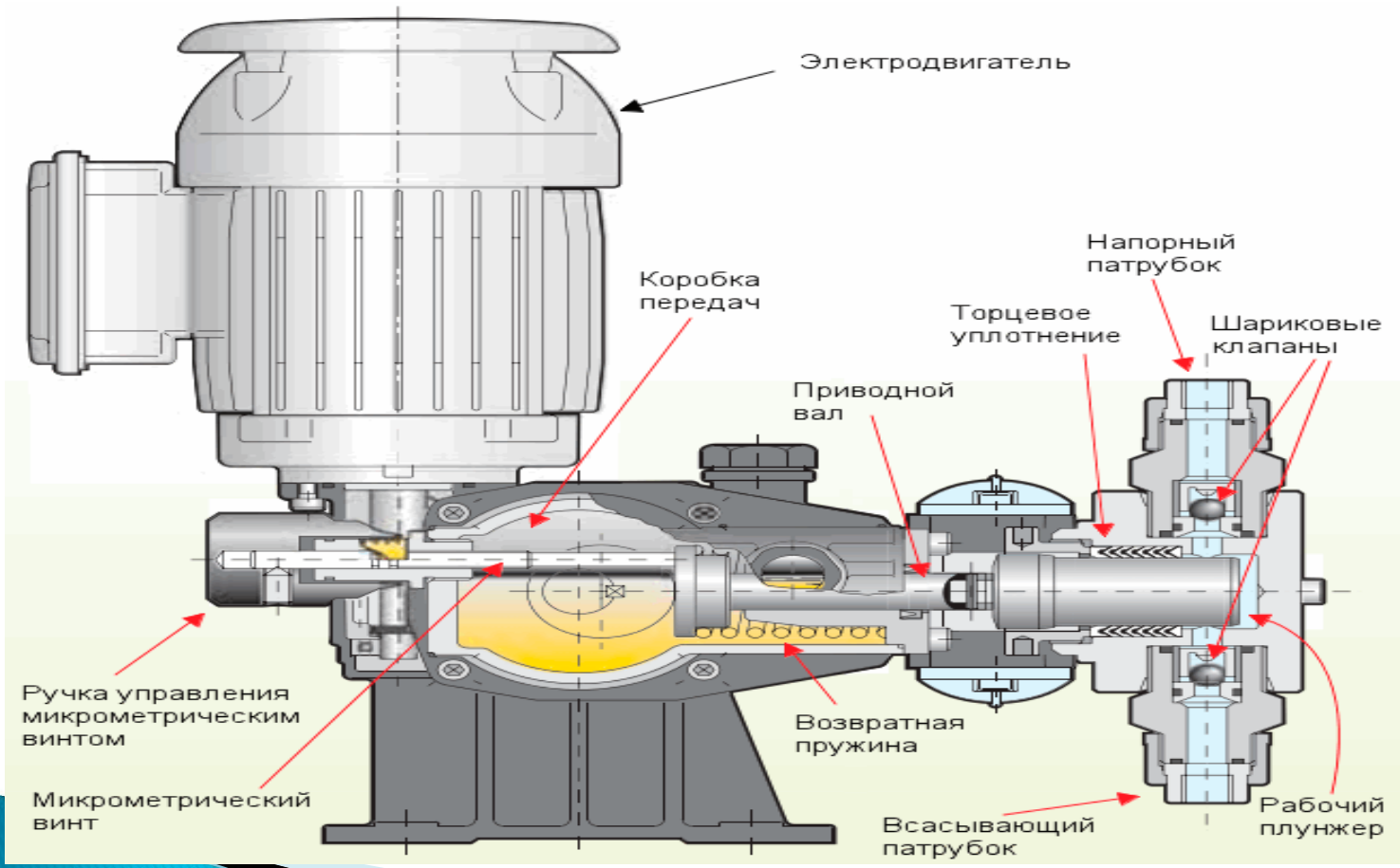




Таблице 3 –Технические характеристики НД 100/250

Технические характеристики	НД 100/250
Подача номинальная, л/час	100
Напор, м	250
Габаритные размеры, мм	755x345x730(А)
Напряжение питания,В	380
Мощность двигателя, кВт	3,0
Масса, кг	160

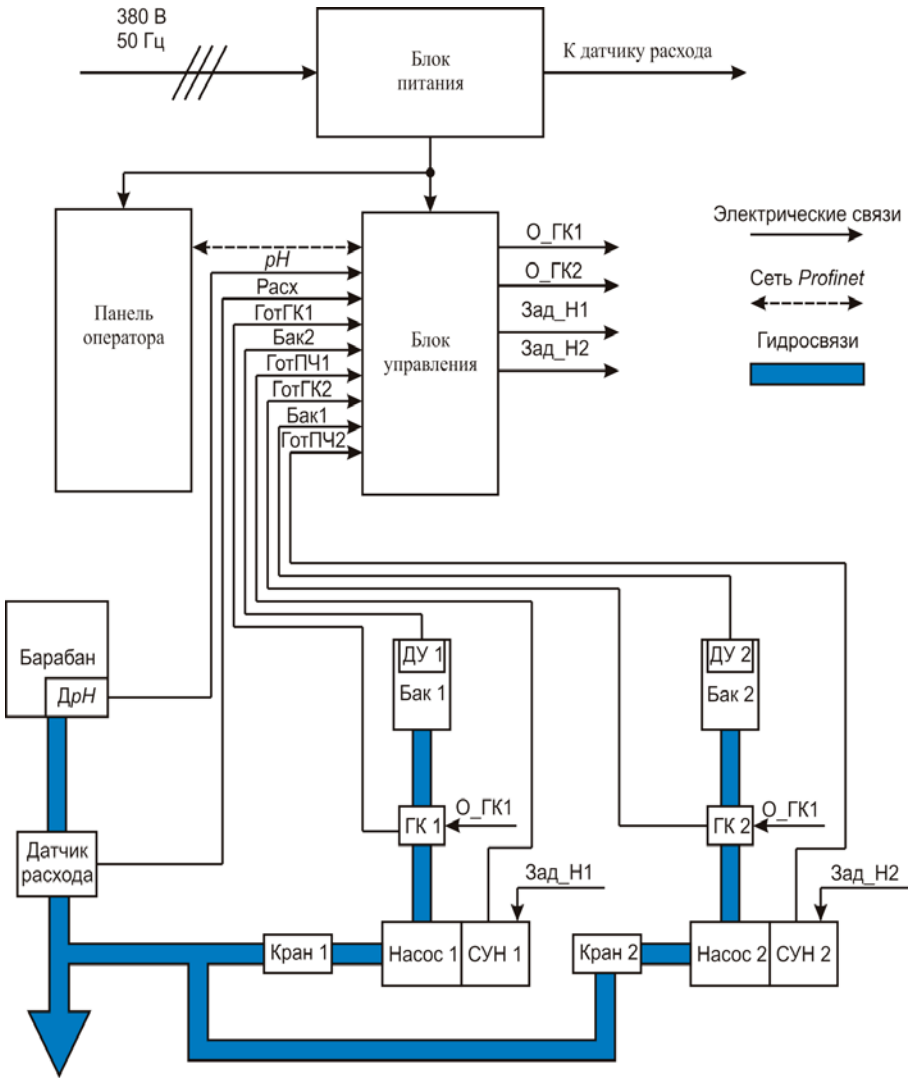
Плунжерный дозировочный насос :



Преобразователя частоты MICROMASTER 440

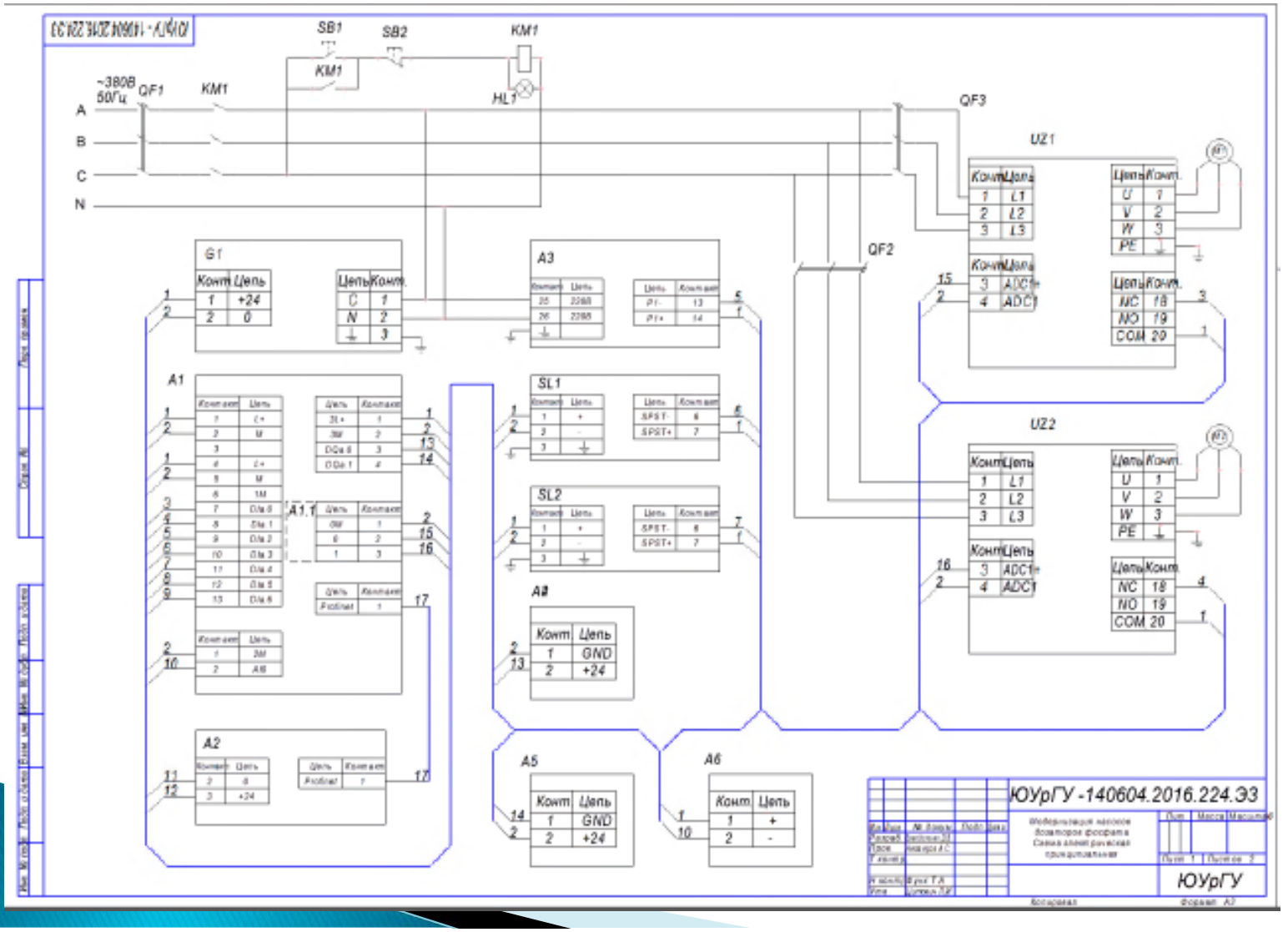
Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Величина
Номинальное напряжение	U	В	380…480 ± 10%
Номинальная мощность	P	кВт	5,5
Максимальный выходной ток	I	A	18,4
Входной ток	I	A	16,0
Полная мощность	S	кВ	10,1

Функциональная схема



Siemens SIMATIC S7-1200

Схема электрическая принципиальная



Экономическая часть

Наименование показателя	Единицы измерения	Величина
Суммарная стоимость оборудования	Руб.	543023
Затраты на внедрение	Руб.	705929
Сметная стоимость работы	Руб.	848556,5
Общая сумма капитальных затрат	Руб.	14054485,5
Срок окупаемости	Год.	2,4