

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

По направлению обучения 5521800 – «Автоматизация и управление»

Тема: «Разработка схем водоснабжения и водоотведения текстильного предприятия».

Студент Бабаян Виталий Гарикович

Факультет Автоматизация и управление Группа 22р-09

Консультанты:

1. 1 глава Технологическая часть  
Т.М.Байзаков  
*(Содержание ДП, Ф.И.О. консультант, дата и подпись)*

2. 2 глава Общие сведения о схеме автоматизации  
Т.М.Байзаков  
*(Содержание ДП, Ф.И.О. консультант, дата и подпись)*

3. 3 глава Разработка схемы автоматизации  
Т.М.Байзаков  
*(Содержание ДП, Ф.И.О. консультант, дата и подпись)*

4. 4 глава Мероприятия по обеспечению жизнедеятельности  
Ю.С.Сосновский  
*(Содержание ДП, Ф.И.О. консультант, дата и подпись)*

5. 5 глава Расчет технико-экономических показателей  
Р.А. Исаев  
*(Содержание ДП, Ф.И.О. консультант, дата и подпись)*

Руководитель Байзаков Т.М. 10.06.2013г. Исаев  
*Ф.И.О. дата подпись*

Зав. кафедры Байзаков Т.М. 10.06.2013г. Исаев  
*Ф.И.О. дата подпись*

Ташкент – 2013 год

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

### ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ

#### ЧАСТЬ.....6

1. Водопотребление предприятий. Виды водопотребления.....	8
2. Источники водоснабжения.....	11
3. Основные элементы системы водоснабжения.....	12
4. Прямоточная система водоснабжения.....	12
5. Система с повторным использованием воды.....	14
6. Водоснабжение пром. предприятий от гор. водопровода.....	18
7. Система противопожарного водоснабжения.....	19

### ГЛАВА 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СХЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ И ПРИНЦИПАХ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ.

1. Общие сведения.....	20
2. Общие принципы выполнения ФСА.....	22
3. Способы выполнения ФСА.....	23
4. Требования к оформлению ФСА.....	27
5. Разработка структуры ФСА.....	29
6. Резервирование в системах водоснабжения.....	31
7. Схемы циркуляционных насосных станций.....	32
8. Оборудование насосных станций.....	33
9. Автоматизация подачи воды.....	34

### ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

1. Структурная схема АСУ ТП водоснабжения.....	39
Подбор необходимых датчиков, исполн. механизмов.....	40
2. Схема информационных потоков АСУ техн. Объектом.....	41
3. Функциональная схема технологического объекта.....	43
4. Разработка алгоритмов функционирования.....	44
5. Разработка логической схемы устройства и выбор серии интегральных микросхем.....	48
6. Выбор источника питания.....	56
7. Выбор устройства согласования.....	58

### ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ.....59

### ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....67

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....73

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....74

## Введение

Рациональное использование водных и топливно-энергетических ресурсов, а также охрана окружающей среды определили направление развития систем водоснабжения. При проектировании новых и реконструкции существующих систем водоснабжения все чаще предусматривается создание систем водопользования на базе замкнутых циклов. Основными энергетическими звеньями систем водоснабжения, обеспечивающими перемещение различных жидких сред по водопроводам, являются насосные станции.

Задачей настоящего дипломного проекта является разработка схем автоматизации систем водоснабжения и водоотведения насосной станции текстильного производства. Значительная экономия топливно-энергетических ресурсов достигается при централизации водоснабжения промышленных и общественных зданий на предприятии. Рациональная концентрация и централизация водоснабжения и водоотведения, с этим развитием связано строительство протяженных и широко разветвленных сетей с многочисленными тепловыми пунктами разнородных потребителей жилого и промышленного секторов.

Водоснабжение текстильного предприятия является одной из основных подсистем энергетики страны. Назначение системы водоснабжения состоит в обеспечении потребителя необходимым количеством воды, для производственных нужд.

В связи с этим, как отмечал И.А.Каримов "... В современных условиях перехода к рыночным отношениям, для развития техники и технологии, текстильной промышленности приобретают первостепенное значение вопросы, связанные со снижением потребления воды, повышение ее качества и снижения вреда для природы" [ 1 ].

Одним из основных направлений решения проблемы водоснабжения и водоотведения является автоматизация насосной установки.

Автоматизация производственных процессов рассматривается как кардинальное средство повышения производительности труда во всех отраслях народного хозяйства. При этом наибольший экономический эффект может быть достигнут путем комплексной автоматизации сложных производственных процессов. Поэтому одним из основных направлений улучшения водоснабжения предприятий является применения современных методов управления, при этом главенствующая роль играет использование достижения информационных технологий.

Анализ процесса водоснабжения и водоотведения показал, что на технологические процессы влияют множество различных факторов в процессе управления, которые требуют учесть при выработке управленческих решений.

Современный уровень развития промышленности требует комплексного подхода при разработке САУ техническими объектами. Математический аппарат, используемый в традиционных методах автоматического

управления, не всегда в полной мере может удовлетворить нуждам современного производства. Поэтому в последнее время находят широкое распространение регуляторы, реализованные на основе теории нечетких множеств - нечеткие регуляторы. Главное преимущество автоматизированных схем в том, что они используют экспертные знания (особенности регулируемого процесса) и поэтому нет необходимости создавать математическую модель объекта управления, достаточно лишь знать принципы и особенности схем управления.

Задача разработки и создания современной системы управления водоснабжения и водоотведения является весьма актуальной. Так как водоснабжение это довольно сложный и тонкий процесс, то для его автоматизации оптимальным решением будет разработка схем автоматизации.

## 1. Технологическая часть

### 1. Анализ технологического процесса

При описании технологической установки используются некоторые термины, являющиеся специфическими для данного типа установок:

**Насос** - гидравлическая машина, создающая напорное перемещение жидкости при сообщении ей энергии.

**Насосный агрегат(НА)** - совокупность насоса, электропривода и передаточного механизма (муфта, редуктор, шкив).

**Насосная установка(НУ)** - комплекс оборудования обеспечивающий требуемый режим работы насосов одного или нескольких насосных агрегатов. НУ состоит из одного или нескольких насосных агрегатов, трубопроводов, запорной и регулирующей арматуры, контрольно-измерительной аппаратуры, а также аппаратуры управления и защиты.

**Насосная станция (НС)** - сооружение, включающее в себя одну или несколько насосных установок, а также вспомогательные системы и оборудование.

Насосные установки подразделяются на водопроводные, канализационные, мелиоративные, теплофикационные и др.

Теплофикационные насосные станции (тепловые пункты) предназначены для подачи потребителям горячей воды требуемых параметров.

Насосные установки ежегодно расходуют около 30% электроэнергии, вырабатываемой энергосистемами республики. В настоящее время большая часть насосных установок работают неэкономично. Потери электроэнергии составляют 10.15%, а иногда достигают 20.25% потребляемой электроэнергии.

Применение экономичных способов регулирования, основанных на изменении частоты вращения рабочих колес насоса, позволяет значительно сократить потери электроэнергии в насосных установках. В современных насосных установках изменение частоты вращения насосов осуществляется с помощью автоматизированного электропривода (АЭП).

Поступление воды в систему текстильного предприятия и характер распределения ее суточных расходов, неравномерны и зависят от количества воды требуемой для каждого отдельного процесса.

В открытых системах водоснабжения предприятий между центральным пунктом и пунктами зданий прокладывается четырехтрубная сеть: два трубопровода - подающий и отводящий - для подачи воды в системы водоснабжения зданий и два трубопровода - подающий и циркуляционный - для подачи воды в системы горячего водоснабжения.

## **Водопотребление предприятий виды водопотребления**

Вода расходуется различными потребителями на самые разнообразные нужды. Тем не менее все виды водопотребления можно свести к трем основным категориям.

### **А. Хозяйственно-питьевое водопотребление.**

В этой категории вода расходуется:

- 1) на утоление жажды рабочих и служащих предприятия, приготовления пищи и мытья посуды в столовых и буфетах;
- 2) для помывки рабочих и служащих предприятия в душевых и умывальниках;
- 3) на стирку в заводских прачечных, уборку помещений, цехов и т.п.;
- 4) на полив зеленых насаждений, тротуаров и т.п.

### **Б. Производственно-техническое водопотребление.**

Потребители этой воды сведены в группы. При этом вода расходуется:

- 1) в качестве теплоносителя для охлаждения продуктов производства и технологических аппаратов, с целью обеспечения необходимого температурного уровня либо процессов, либо оборудования.

Например, защита оборудования от прогара, для конденсации паров хладагента в холодильных установках, водяного пара в паротурбинных установках, охлаждения компрессоров и т.п. В этом случае вода обычно не загрязняется, только нагревается.

Эта группа водопотребителей самая значительная, на ряде производств она расходует 70-90% всего количества производственной воды;

- 2) для выработки пара в паровых котлах, системах испарительного охлаждения и других утилизационных установках.

На эту группу потребителей расходуется от 2 до 20% всей производственной воды;

- 3) на промывку различных материалов, машин, деталей, мокрую очистку газов, вентвыбросов и т.п. Вода при этом сильно загрязняется;

- 4) на гидротранспорт, гравитационное обогащение материалов, гидрозолоудаление. Загрязнение тоже сильное, главным образом механическими примесями [ 2 ].;

- 5) на приготовление растворов, электролитов и т.п. Это характерно для химической и рудообогатительной (при флотации руд) промышленности, электрохимического производства и т.п.;

- 6) для комплексного использования. В этом случае вода служит средой охлаждающей, поглощающей, транспортирующей и т.п.

Например, очистка дымовых газов, мокрое тушение кокса, грануляция шлаков и т.д.

На потребители групп 3) – 6) может расходоваться от 5 до 15% всего количества производственной воды.

В. Пожарное водопотребление.

Вода расходуется на тушение пожаров и внутренних возгораний.

Требования к качеству воды

Цель использования воды определяет требования к ее качеству.

Для хозяйственно питьевого водоснабжения вода должна соответствовать санитарным нормам, определяемым документом, который заменил ГОСТ 2874-09 "Вода питьевая". В соответствии с этими документами питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Иначе говоря, вода должна быть прозрачной, не должна иметь цвета, запахов, дурных привкусов, не должна содержать болезнетворных бактерий. В ней лимитируется содержание микроэлементов (ионов металлов), водородный показатель рН.

Не лимитируется температура воды и количество растворенных газов. Содержание солей может достигать до 7 мг-экв/л. Предписывается частота лабораторно-производственного контроля и методы испытаний.

К воде производственных целей требования к качеству различны – в зависимости от группы потребителей.

Основной принцип: вода не должна влиять на качество продукта; не должна образовывать солевых отложений и биологических обрастаний; вызывать коррозию арматуры и трубопроводов; должна обеспечивать необходимое санитарно-гигиеническое состояние рабочих мест [ 2 ]..

Для потребителей 1-й группы предельная температура используемой воды не должна превышать 30°C. Оптимальное значение – 15°C.

Эта же вода не должна содержать механических примесей больше 50-100 ; сульфатов – 40; сероводорода – 0,5; масла – 1–2; кислорода – 4–6; сухого остатка – 1000 мг/кг. Карбонатная жесткость воды, подаваемой потребителям этой группы, не должна превышать 2–3 мг-экв/л [2].

Для потребителей 2-й группы вода должна быть химически очищенной. Общее содержание солей не должно превышать 100-2000 мг/кг в зависимости от давления вырабатываемого пара.

Группы 3-я и 5-я требуют отсутствия в воде солей и окислов железа. Вместе с тем практически все группы потребителей производственно-технической воды не предъявляют особых требований к цвету, запаху, привкусу и наличию бактерий.

Для тушения пожаров пригодна вода практически любого качества, но она не должна содержать механических примесей, засоряющих элементы системы, и химических веществ, ухудшающих эффект использования воды.

### ***Источники водоснабжения***

Потребности предприятий в воде всех категорий потребителей удовлетворяются из природных источников. Эти источники должны отвечать следующим требованиям:

а) обеспечивать бесперебойное получение требуемого количества воды с учетом перспективы развития предприятия;

б) подавать воду требуемого качества или позволять достигнуть его за счет простой и дешевой обработки исходной воды;

в) обеспечить возможность подачи воды с наименьшими затратами;

г) обладать такой мощностью, чтобы расчетный отбор не нарушал экологическую систему.

Для водоснабжения промышленных предприятий используются поверхностные (реки, озера, моря) и подземные (родники, грунтовые воды) источники. Качество воды в реках и озерах сильно зависят от атмосферных осадков и таяния снегов. В паводок растет мутность, загрязненность, но соледержание снижается. Подземные воды прозрачны, имеют низкие температуру и бактериальную загрязненность, но сильно минерализованы.

Подземные воды на промышленных предприятиях предпочтительно использовать для хозяйственно-питьевых нужд. Часто для этих целей используется вода городского водопровода. Использовать водопроводную воду для технических нужд не рекомендуется. Это отрицательно сказывается на водоснабжении жилых районов города.

Водоснабжение из поверхностных источников пока самое распространенное и наиболее простое. Как правило, даже для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения требуется только осветление и обеззараживание.

Осветление – это освобождение от взвешенных частиц. Достигается фильтрацией воды.

Обеззараживание – это хлорирование или озонирование воды, при котором гибнут содержащиеся в ней бактерии.

## **2. Основные элементы системы водоснабжения**

Система водоснабжения – это комплекс сооружений для обеспечения потребителей водой в требуемых количествах и требуемого качества.

В состав системы водоснабжения входят следующие сооружения:

а) водоприемные сооружения (водозабор);

б) водоподъемные сооружения (насосные станции);

в) сооружения для очистки, обработки и охлаждения воды;

г) водоводы и водопроводные сети;

д) башни и резервуары. Это регулирующие и запасные емкости для сохранения и аккумуляции воды.

На состав и схему системы водоснабжения большое влияние оказывают местные природные условия, источник водоснабжения и характер потребления воды. Поэтому в некоторых случаях могут отсутствовать те или иные сооружения. Например, в самотечных системах отсутствуют насосные станции, в системах водоснабжения от артезианских скважин нет очистных сооружений, при равномерном графике потребления не устанавливают

водонапорные башни или резервуары и т.п. На предприятиях может быть несколько систем водоснабжения одновременно. Например, отдельно системы производственно-технического, хозяйственно-питьевого назначения.

Систему противопожарного водоснабжения обычно объединяют с какой-либо другой. Чаще всего с хозяйственно-питьевой в силу ее разветвленности. Но может быть создана и отдельная противопожарная система [ 2 ].

Рассмотрим схемы взаимосвязи основных сооружений в четырех основных вариантах систем водоснабжения.

### ***Прямоточная система водоснабжения***

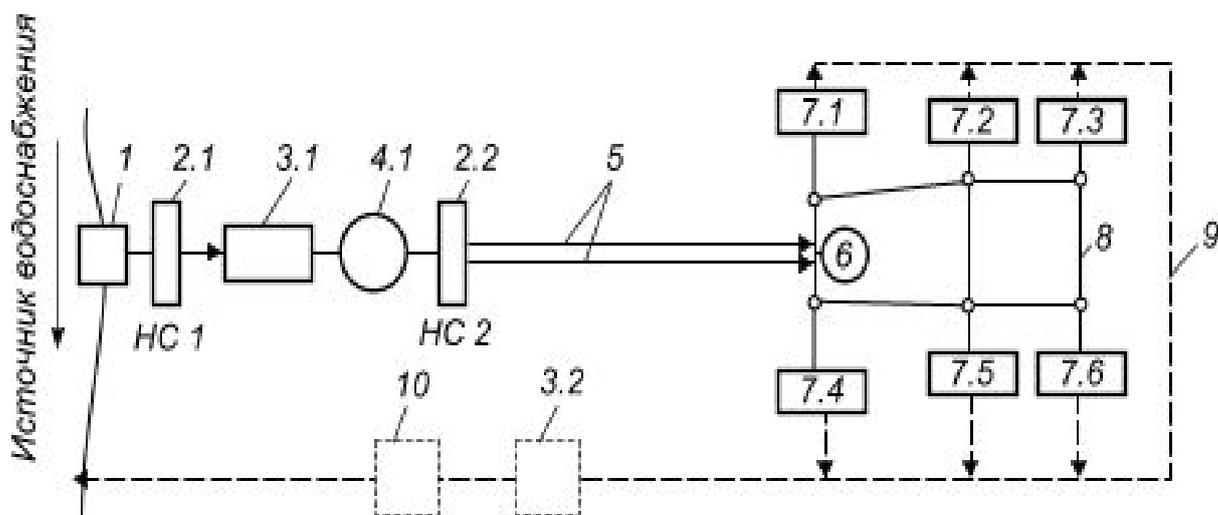
Прямоточная система применяется для хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения. В некоторых случаях применяется и для производственно-технического водоснабжения.

На рис.1 приведена схема взаимосвязи основных элементов в прямоточной системе водоснабжения. Именно по такой схеме осуществляется водоснабжение городов, поселков и других населенных пунктов.

При работе этой системы вода забирается из источника с помощью водозаборного устройства 1 и подается насосами насосной станции 1-го подъема (НС 1) на очистные сооружения 1. Здесь обычно вода идет самотеком. Очищенная до необходимого качества она собирается в резервуаре очищенной воды 2. Отсюда насосами насосной станции 2-го подъема (НС 2) вода по водоводам 5 подается на территорию предприятия. Из водоводов вода попадает в водопроводную сеть 8 и подается потребителям.

Рис.1. Схема прямоточной системы водоснабжения:

1 – водозабор; 2.1 – насосная станция 1-го подъема; 3.1 – очистные



сооружения природной воды; 3.2 – очистные устройства для загрязненных стоков; 4.1 – резервуар чистой воды; 5 – водоводы; 6 – водонапорная башня (резервуар); 7.1-7.6 – потребители воды (цеха, здания); 8 – водопроводная

сеть; 9 – сеть трубопроводов для сбора отработавшей воды; 10 – водоохлаждающее устройство.

Присоединенная к сети регулирующая емкость 6 позволяет сглаживать влияние пиков водопотребления на работу насосов НС 2. Она может быть установлена в любой точке водопроводной сети. Вся отработавшая вода сбрасывается в источник ниже (по течению) места забора воды. При необходимости эта вода очищается и охлаждается перед сбросом. В этом случае в системе предусматриваются устройства 3.2 и 10.

Недостатки прямоточной системы водоснабжения:

а) производительность всех элементов приходится выбирать из условия покрытия максимума суточного расхода. Это увеличивает размеры сооружений и мощности всех элементов системы, что удорожает ее. Возрастает и удельный расход энергии из-за работы насосных агрегатов большую часть времени в нерасчетном режиме;

б) необходим источник с достаточным дебитом воды. Часто он удален от предприятия и приходится сооружать длинные водоводы. Это тоже ведет к удорожанию и снижению надежности системы;

в) в прямоточной системе вся отработавшая вода сбрасывается в природные водоемы. Эти водоемы должны обладать способностью поглощать эти сбросы без нарушения экологического равновесия.

Прямоточная система обеспечивает подачу наиболее качественной воды. Она единственно возможна там, где исключается повторное использование воды. Это в хозяйственно-питьевом и противопожарном водоснабжении. В техническом водоснабжении часто можно обходиться без очистных сооружений, что удешевляет систему и увеличивает ее надежность.

### ***Система с повторным использованием воды***

Такая система применяется в том случае, если есть потребитель с большим расходом, сбросная вода которого по количеству и по качеству может удовлетворять всех остальных потребителей. Схема такой системы приведена на рис.2. воды. Обозначения элементов на этой схеме такие же как и на рис.1.

По существу это тоже прямоточная система, но, в данном случае, здесь из источника забирается только то количество воды, которое необходимо потребителю 7.1. Остальные используют его сбросную воду.

Достоинства:

а) система позволяет сократить забор природной воды и, следовательно, сброс стоком;

б) удешевляются практически все элементы системы, так как снижаются их производительности.

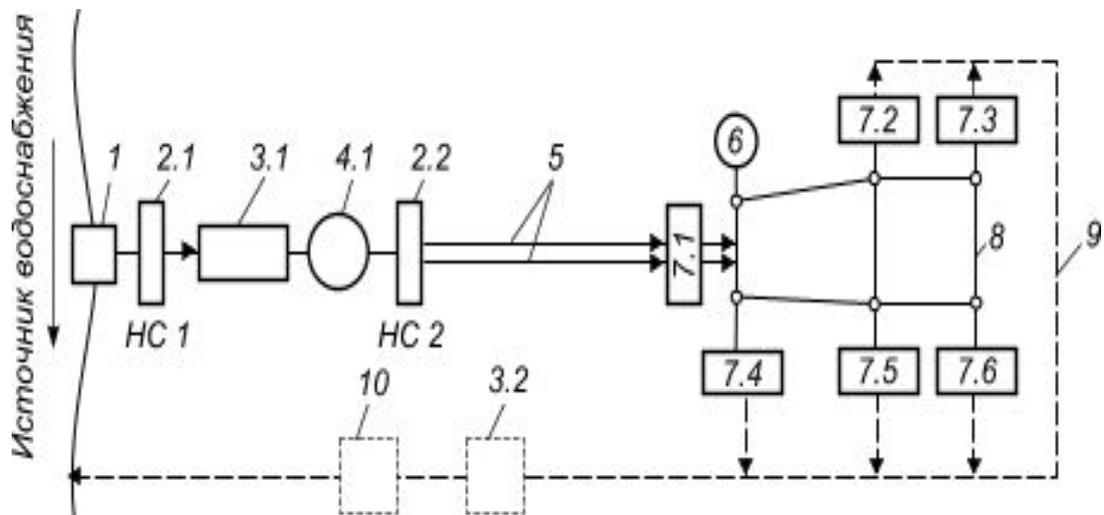


Рис.2. Схема системы водоснабжения с повторным использованием

### Оборотная система водоснабжения

Оборотная схема обладает еще большими возможностями в удешевлении системы технического водоснабжения. Это достигается сокращением потребления свежей воды и сброса загрязненных стоков.

За создание оборотных систем говорит то обстоятельство, что 75-85% технической воды в технологических аппаратах только нагревается. И, следовательно, после охлаждения она может вновь использоваться.

Один из вариантов схем оборотных систем водоснабжения приведен на рис.3.

В этой системе можно использовать и ту техническую воду, которая загрязняется легко удаляемыми примесями. Для этого систему необходимо оснастить очистными устройствами для загрязненных стоков 3.2. Прошедшая очистку вода насосами оборотной воды 2.3 подается в водоохлаждающее устройство 10, после чего она попадает в сборный резервуар 4.3. Отсюда вода насосами станции 2-го подъема снова подается через водопроводную сеть потребителям.

При работе системы часть воды теряется с уносом –  $Q_{ун}$ , испарением –  $Q_{исп}$ , утечкой –  $Q_{ут}$ , продувкой –  $Q_{пр}$  и за счет сброса в канализацию части воды, которая не может быть использована повторно –  $Q_{сбр}$ .

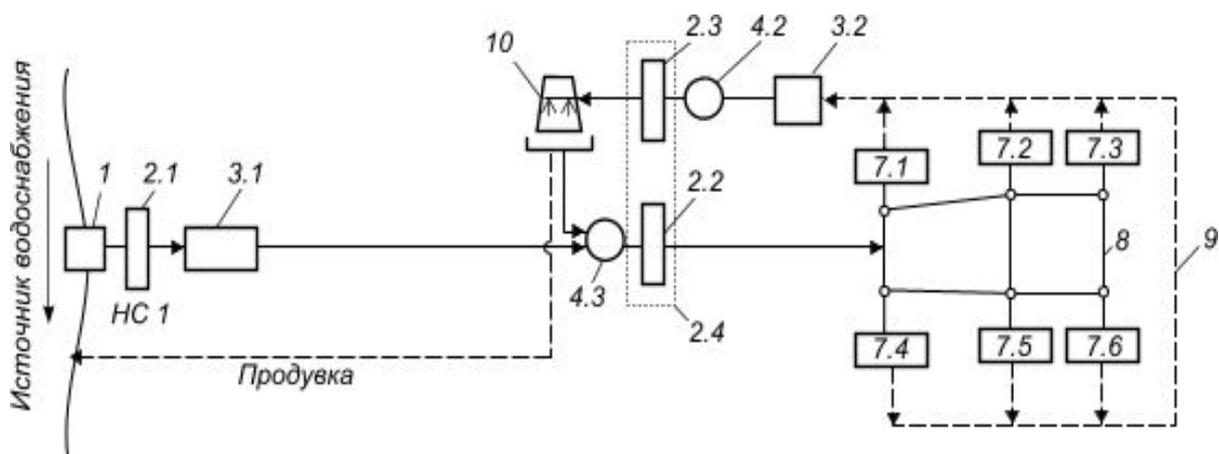


Рис.3. Схема оборотного производственно-технического водоснабжения: 1 – водозабор; 2.1 – насосная станция 1-го подъема; 2.2 – насосная станция 2-го подъема; 2.3 – насосная станция оборотной воды; 2.4 - циркуляционная станция; 3.1 – очистные устройства природной воды; 3.2 – очистные устройства загрязненных стоков; 4.2 – резервуар очищенной теплой воды; 4.3 – сборный резервуар очищенной и охлажденной воды; 7 – потребители воды; 8 - водопроводная сеть; 9 – сеть для сбора отработанной воды; 10– водоохлаждающее устройство.

Для компенсации этих потерь из природного источника забирается соответствующее количество свежей воды –  $Q_{ист}$ . Это количество оценивается с помощью материального баланса системы:

$$Q_{ист} = Q_{ун} + Q_{исп} + Q_{ут} + Q_{пр} + Q_{сбр} \quad (1)$$

Величина продувки  $Q_{пр}$  находится из солевого баланса оборотной воды (см. подраздел ).

Количество добавляемой воды составляет примерно 5-10% от общего количества потребляемой воды на производстве. То есть в 10-20 раз сокращается забор воды из источника по сравнению с проточной системой.

Преимущества оборотной системы:

- а) снижаются затраты на сооружение водозаборных устройств, насосной станции 1-го подъема, водоводов, очистных сооружений природной воды;
- б) снижаются сбросы загрязненной воды в водоемы.

Дополнительные затраты на водоохлаждающие устройства, очистные сооружения стоков, насосной станции оборотной воды быстро окупаются даже без учета экологических преимуществ.

Все оборотные системы подразделяют на локальные, централизованные и смешанные.

В локальных системах вода после восстановления потребительских качеств используется в обороте одного (или последовательно в нескольких) технологических процессах.

В централизованных оборотных системах отработанная вода собирается со всех производств, проходит обработку (очистку, охлаждение) единым потоком и опять возвращается на производство.

При смешанном водоснабжении воды одной оборотной системы используются в другой оборотной системе. Например, из охлаждающей системы вода поступает в экстрагенную, из экстрагенной системы – в транспортирующую и т.д.

Если оборотная система работает без какого-либо сброса воды в источник, то она является замкнутой. Замкнутые системы – наиболее экологически чистые.

Техническое совершенство системы оборотного водоснабжения может быть оценено коэффициентом использования оборотной воды  $k_{об}$ :

$$k_{об} = \frac{Q_{об}}{Q_{об} + Q_{св}} \quad (2)$$

В ряде отраслей (химическая, черная металлургия, нефтеперерабатывающая) этот коэффициент достигает значений 0,85-0,9.

Рациональность использования воды, забираемой из источника, оценивается коэффициентом использования свежей воды  $k_{св}$ :

$$k_{св} = \frac{Q_{св} - Q_{сб}}{Q_{св}} \quad (3)$$

Здесь  $Q_{об}$  – расход оборотной воды в системе;  $Q_{св}$  – количество свежей воды, забираемой из источника;  $Q_{сб}$  – количество сточных вод, сбрасываемых в водоем.

Для замкнутых систем  $k_{св} = 1$ , для оборотных систем  $k_{об}$  и  $k_{св}$  всегда меньше единицы.

### ***Водоснабжение промышленных предприятий от городского водопровода***

Хозяйственно-питьевой водопровод промышленного предприятия, размещенного в черте города, получает воду от общего городского или районного водопровода.

Подача воды из городской сети в хозяйственно-питьевой водопровод предприятия осуществляется по двум или нескольким вводам из различных магистральных линий городской водопроводной сети. В зависимости от напора воды в городской сети используют различные схемы подключения внутризаводской сети к городскому водопроводу.

Если требуемый свободный напор сети предприятия превышает напор городской сети, то ставят повысительные насосные станции, а иногда и регулирующие емкости. Эти емкости позволяют забирать равномерно воду из городского водопровода в течение суток, а подавать в сеть предприятия по заданному графику. Варианты таких схем подключений приведены на рис.5.

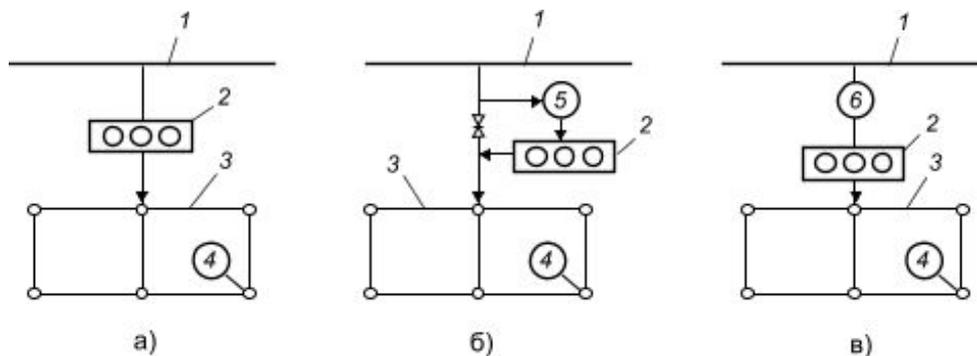


Рис.5. Схемы подключения хозяйственно-питьевого водопровода предприятия к городскому водопроводу: а) – через насосы – повысители напора; б) – через насосы и запасную емкость; в) – через насосы и регулируемую емкость; 1 – городская магистраль водопроводной сети; 2 – насосная станция с повысительными насосами; 3 – водопроводная сеть предприятия; 4 – водонапорная башня; 5 – запасная емкость; 6 – регулирующая емкость.

Хозяйственно-питьевой водопровод предприятия может быть объединен с производственным, если требования к воде одинаковы. Но на мелких предприятиях такое объединение может оказаться экономически целесообразным, даже если качество питьевой воды не требуется. Строить самостоятельный производственный водопровод дороже.

### ***Система противопожарного водоснабжения***

Эти системы предназначены для обеспечения пожарной безопасности людей, технологического оборудования, материальных ценностей, зданий и сооружений.

По способу создания напора противопожарные водопроводы подразделяют на следующие типы:

- постоянно высокого давления;
- высокого давления, повышаемого только во время пожара;
- низкого давления.

Противопожарный водопровод постоянно высокого давления строят редко. Так как он требует больших материальных затрат (высокая водонапорная башня, отдельная пневматическая установка).

Пожарный водопровод высокого давления с повышением давления во время пожара строят на предприятиях с повышенной пожароопасностью. Это бумажные комбинаты, нефтеперерабатывающие комплексы и т.п. Этот водопровод объединяют с хозяйственно-питьевым водопроводом предприятия. При пожаре в промышленном водопроводе давление остается без изменения и не нарушаются производственные процессы.

Объединение пожарного и хозяйственно-питьевого водопроводов целесообразно, так как хозяйственно-питьевой водопровод более разветвлен и охватывает большую часть территории предприятия. В таких системах на улице размещают гидранты, в зданиях – пожарные стояки с пожарными кранами. Выбор той или иной схемы зависит от характера производства, занимаемой территории и других местных условий.

## **II-ГЛАВА. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СХЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ И ПРИНЦИПАХ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ**

### **2.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Функциональная схема автоматизации (ФСА) отражает функции СА и их взаимосвязь с автоматизируемым объектом. ФСА - это основной документ при проектировании СА. Они определяют функциональную структуру и объем автоматизации технологического объекта.

Последовательность разработки ФСА:

- 1) на основании требований технологии определяют объем и уровень автоматизации объекта и составляют перечень параметров, подлежащих автоматическому контролю, регулированию, сигнализации;
- 2) выбирают или разрабатывают структуры соответствующих СА;
- 3) выбирают ТСА для реализации каждой системы;
- 4) выбирают способ выполнения ФСА (упрощенный, развернутый) и выполняют ее чертеж с учетом требований к оформлению.

При разработке ФСА решают задачи:

- 1) получение первичной информации о состоянии процесса и оборудования (текущие значения ТП);
- 2) представление первичной информации (вторичные приборы);
- 3) формирование управляющих воздействий (регуляторы);
- 4) непосредственное воздействие на процесс .

Указанные задачи решаются на основании анализа условий работы технологического оборудования, выявленных законов и критериев управления объектом, а также требований предъявляемых к точности контроля и качеству регулирования параметров технологических процессов.

ФСА - это чертеж, на котором схематически, условными обозначениями, показаны:

- технологическое оборудование и коммуникации;
- первичные приборы (датчики, исполнительные устройства);

- места расположения аппаратуры автоматизации (по месту, щиты, пульты);
- ТСА и все связи между ними;
- предельные значения контролируемых и регулируемых параметров;
- расшифровка нестандартных обозначений сред в трубопроводах.

Вспомогательные устройства (источники питания, редукторы и фильтры для воздуха, проходные и соединительные коробки) на ФСА не показывают.

ФСА для одного агрегата выполняют, как правило, на одном чертеже. Для сложных агрегатов или процессов с большим объемом ТСА схемы можно выполнять отдельно по их принадлежности [8](контроль, регулирование, сигнализация).

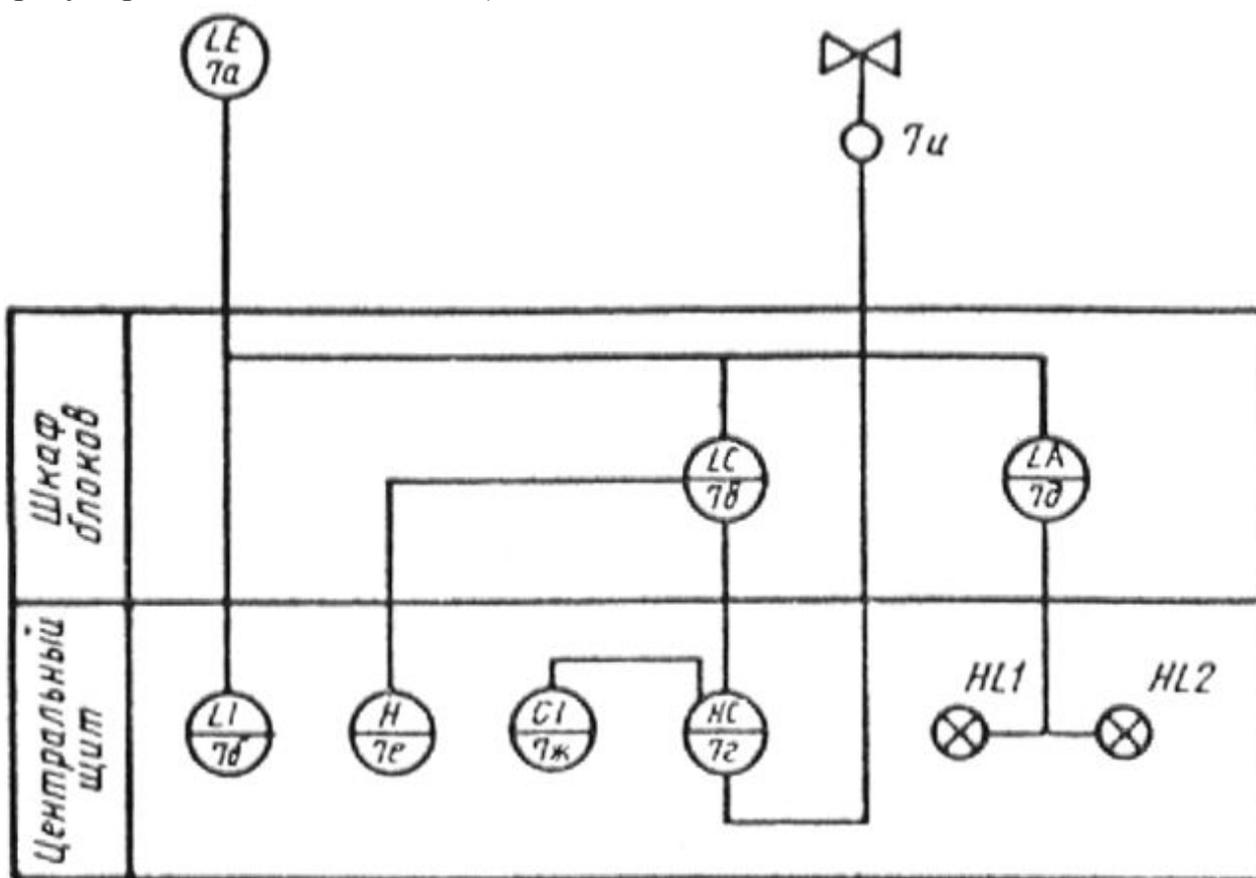


Рис 2.1. Пример ФСА

## 2.2 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ФСА

Несмотря на большое разнообразие ТП, условий их функционирования и требований к автоматизации можно сформулировать следующие общие принципы:

1) уровень автоматизации ТП должен определяться не только существующим уровнем научно-технических разработок или целесообразностью внедрения определенного комплекта ТСА, но и перспективами модернизации и развития ТП. При этом без существенных переделок должна обеспечиваться возможность наращивания функций управления;

2) при разработке схем следует учитывать все требования, предъявляемые при выборе аппаратуры;

3) системы автоматизации ТП должны строиться, как правило, на базе серийно выпускаемой аппаратуры, рекомендованной для использования в новых разработках. Желательно использовать однотипные ТСА, предпочтительно с унифицированными сигналами. Они отличаются простотой сочетания, взаимозаменяемостью и удобством компоновки на щитах[15]. Использование однотипной аппаратуры дает значительные преимущества при монтаже, наладке, эксплуатации. Следует использовать ТСА, относящиеся к ГСП;

4) если схемы не могут быть построены только на серийной аппаратуре, следует своевременно выдать задание на разработку новых ТСА;

5) выбор ТСА, использующих вспомогательную энергию (электрическую, пневматическую, гидравлическую) определяется условиями пожаров и взрывобезопасности, агрессивностью окружающей и контролируемой среды, требованиями к быстродействию, дальности передачи сигнала[8];

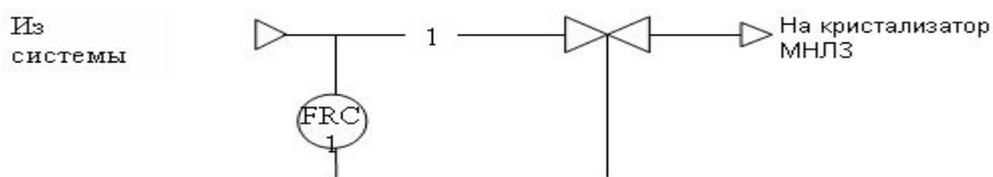
6) количество аппаратуры, устанавливаемой на оперативных щитах и пультах должно быть разумно ограничено. Избыток аппаратуры усложняет ее эксплуатацию, отвлекает внимание оперативного персонала от

наблюдения за наиболее важными параметрами, увеличивает стоимость и сроки выполнения всех видов работ. ТСА вспомогательного назначения целесообразно размещать на отдельных щитах, расположенных в пунктах управления или производственных помещениях.

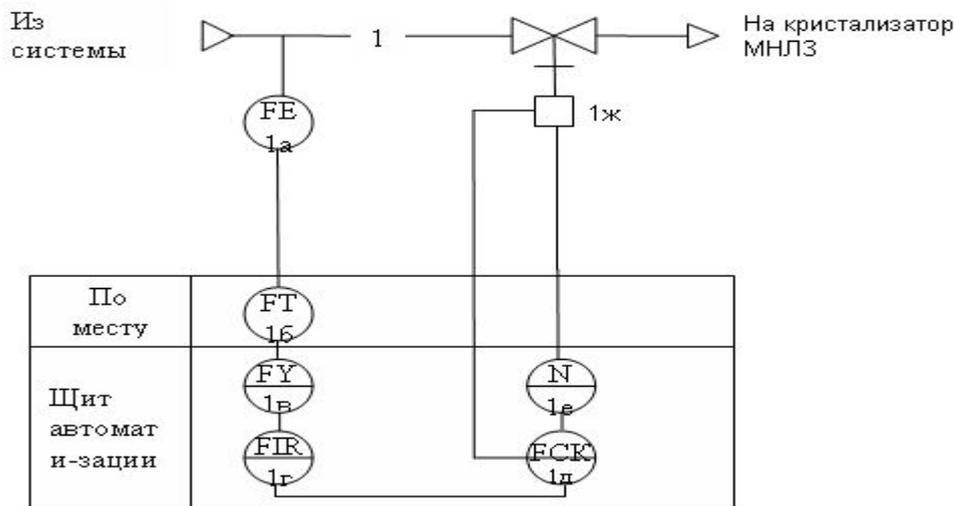
## 2.3 СПОСОБЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ФСА

При выполнении схем упрощенным способом сокращается объем документов. Однако такая схема не дает полного представления обо всех элементах системы и их расположении в пункте управления (рис 2.2 а).

Этот недостаток устраняется при выполнении ФСА развернутым способом



а



б

Рисунок 2.2 – Выполнение ФСА упрощенным (а) и развернутым (б) способом.

## 2.4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ФСА

Схема автоматизации выполняется в виде чертежа, на котором схематически условными изображениями показывают: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации с указанием связей между технологическим оборудованием и средствами автоматизации, а также связей между отдельными функциональными блоками и элементами автоматики[8].

Схемы автоматизации могут разрабатываться с большей или меньшей степенью детализации. Однако объем информации, представленный на схеме, должен обеспечить полное представление о принятых основных решениях по автоматизации данного технологического процесса и возможность составления на стадии проекта заявочных ведомостей приборов и средств автоматизации, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, основных монтажных материалов и изделий, а на стадии рабочего проекта — всего комплекса проектных материалов, предусмотренных в составе проекта.

Схему автоматизации выполняют, как правило, на одном листе, на котором изображают средства автоматизации и аппаратуру всех систем контроля, регулирования, управления и сигнализации, относящуюся к данной технологической установке. Вспомогательные устройства, такие как редукторы и фильтры для воздуха, источники питания, реле, автоматы, выключатели и предохранители в цепях питания, соединительные коробки и другие устройства и монтажные элементы, на схемах автоматизации не показывают.

Сложные технологические схемы рекомендуется расчленять на отдельные технологические узлы и выполнять схемы автоматизации этих узлов в виде отдельных чертежей на нескольких листах или на одном [прил. А].

Для технологических процессов с большим объемом автоматизации схемы могут быть выполнены отдельно по видам технологического

контроля и управления. Например, отдельно выполняются схемы автоматического управления, контроля и сигнализации и т. п.

Схемы автоматизации могут быть выполнены двумя способами: с условным изображением щитов и пультов управления в виде прямоугольников (как правило, в нижней части чертежа), в которых показываются устанавливаемые на них средства автоматизации; с изображением средств автоматизации на технологических схемах вблизи отборных и приемных устройств, без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульты, пункты контроля и управления.

При выполнении схем по первому способу на них показываются все приборы и средства автоматизации, входящие в состав функционального блока или группы, и место их установки. Преимуществом этого способа является большая наглядность, в значительной степени облегчающая чтение схемы и работу с проектными материалами.

При построении схем по второму способу, хотя он и дает только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта, достигается сокращение объема документации. Чтение схем автоматизации, выполненных таким образом, затруднено, не отображают организацию пунктов контроля и управления объектом.

Как уже указывалось, приборы и средства автоматизации при выполнении схем автоматизации как первым, так и вторым способом могут быть изображены развернуто, упрощенно или комбинированно.

При развернутом изображении на схемах показывают: отборные устройства, датчики, преобразователи, вторичные приборы, исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы, аппаратуру управления и сигнализации, комплектные устройства (машины централизованного контроля, телемеханические устройства) и т. д [5].

При упрощенном изображении на схемах показывают: отборные устройства, измерительные и регулирующие приборы, исполнительные механизмы и регулирующие органы. Для изображения промежуточных

устройств (вторичных приборов, преобразователей, аппаратуры управления и сигнализации и т. п.) используются общие обозначения в соответствии с действующими стандартами на условные обозначения в схемах автоматизации.

Комбинированное изображение предполагает показ средств автоматизации в основном развернуто, однако некоторые узлы изображают упрощенно.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации или механически связанные с ними, изображают на чертеже в непосредственной близости от них.

К таким средствам автоматизации относятся: отборные устройства давления, уровня, состава вещества, датчики, воспринимающие воздействие измеряемых и регулирующих величин (измерительные сужающие устройства, ротаметры, счетчики, термометры расширения и т. п.), исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы.

Для датчиков и приборов, указывающих положение регулирующих органов, исполнительных механизмов и т. п. необходимо показывать существующую механическую связь.

Прямоугольники щитов и пультов следует располагать в такой последовательности, чтобы при размещении в них обозначений приборов и средств автоматизации обеспечивалась наибольшая простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи.

В прямоугольниках можно указывать номера чертежей общих видов щитов и пультов. В каждом прямоугольнике с левой стороны указывают его наименование.

Приборы и средства автоматизации, которые расположены вне щитов и не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и трубопроводами, условно показывают в прямоугольнике «Приборы местные».

При вычерчивании схемы автоматизации следует избегать дублирования одинаковых ее частей, относящихся как к технологическому оборудованию, так и к средствам автоматизации.

На чертежах схем автоматизации должны быть приведены пояснения, на основании каких документов они разработаны. Допускается также на свободном поле схемы давать краткую техническую характеристику автоматизируемого объекта, поясняющие таблицы, диаграммы и т. п.

Для облегчения понимания сущности автоматизируемого объекта, возможности выбора диапазонов измерения и шкал приборов, уставок регуляторов на схемах автоматизации указывают предельные рабочие (максимальные или минимальные) значения измеряемых или регулируемых технологических параметров при установившихся режимах работы.

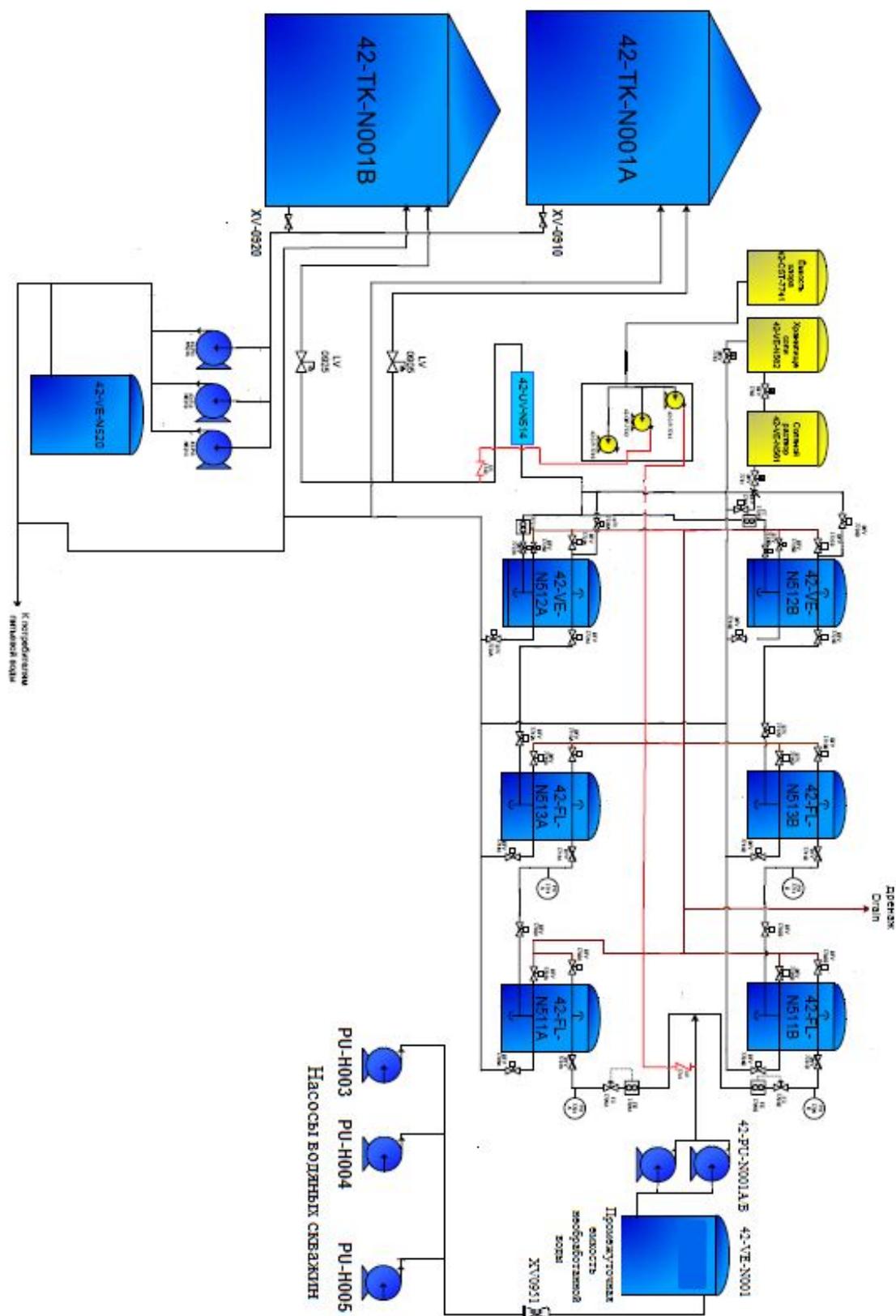
Эти значения в единицах шкалы выбираемого прибора или в международной системе единиц без буквенных обозначений указываются на линиях связи от отборных устройств датчиков до приборов. Для приборов, встраиваемых непосредственно в технологическое оборудование или трубопроводы (термометры расширения, расходомеры постоянного перепада и т. п.) и располагаемых вне прямоугольников, предельные значения величин указывают под позиционными обозначениями приборов или вблизи обозначений.

Над основной надписью, по ее ширине сверху вниз, на первом листе чертежа располагают таблицу не предусмотренных стандартами условных обозначений, принятых в данной схеме автоматизации.

## **2.5 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ФСА**

Существующая система автономного водоснабжения включает большое количество КИП, необходимых как для местной индикации, так и непосредственно для создания автоматизированной системы. В данном пункте представим перечень КИП, необходимых для функционирования автоматизированной системы управления автономным водоснабжением, а

также логику работы исполнительных устройств. На рисунке представлено общее устройство системы управления водоснабжением[3].



## **2.6. Назначение насосных станций. Основные требования к оборудованию насосных станций.**

В системе производственного водоснабжения используются следующие насосные станции: насосные станции 1-го подъема; станции 2-го подъема; станции оборотного водоснабжения (циркуляционные); повысительные; перекачивающие; шламовые и дренажные

Насосные станции 1-го подъема (НС1) забирают воду из источника и подают ее на очистные сооружения, или, если очистка не требуется, непосредственно в резервуар или распределительную сеть – в зависимости от принятой схемы водоснабжения.

Они располагаются обычно вне территории предприятия на берегу водоема. НС1 должны располагаться на местах, которые не затапливаются в паводок, но и должны обеспечивать надежный забор воды при наименьшем ее уровне. Поэтому чаще всего строятся станции заглубленного типа, когда основание станции находится ниже уровня воды.

НС1 выполняют цилиндрической формы. Особое внимание обращают на компактность размещения оборудования и уменьшения диаметра здания. Поэтому широко используются насосы вертикального типа, у которых двигатель и арматура располагаются на втором этаже. Число насосов – минимально возможное.

На предприятиях, предъявляющих различные требования к качеству воды, на НС1 могут быть установлены насосы, подающие воду как на очистные сооружения, так и потребителям неочищенной воды. Таким образом объединяются насосные станции НС1 НС2.

Часто также, объединяются НС1 и водоприемные камеры в одно сооружение.

Насосные станции 2-го подъема служат для подачи воды потребителям, обычно из резервуаров чистой воды. Они, как правило, объединяются со станциями оборотного водоснабжения. Такие объединенные станции носят название циркуляционных. Они обслуживают одну или несколько систем

оборотного водоснабжения, поэтому могут иметь несколько групп соответствующих насосов.

Циркуляционные станции располагаются в зданиях прямоугольной формы с шириной пролета 6, 12, 18 м. Насосы этих станций забирают воду из резервуаров теплой и охлажденной отработавшей воды. Эти резервуары, как правило, заглублены ниже уровня земли. Поэтому и пол машинного зала насосной станции тоже заглублен, чтобы обеспечить необходимую высоту всасывания насосов[ 2 ].

При температуре воды выше 30°C насосы устанавливают так, чтобы они были под заливом при нижнем уровне воды в резервуаре. При температуре воды больше 60°C надо еще обеспечить достаточный подпор на входе в насосы.

Сами насосы располагаются в зале так, чтобы исключить лишние повороты трубопроводов. Прокладку трубопроводов выполняют в каналах или непосредственно по полу. Последнее предпочтительнее, так как дешевле. Над трубопроводами сооружают переходные мостики.

В заглубленных насосных станциях предусматривают защиту от затопления при авариях. Это либо слив в канализацию, либо установка дренажного насоса.

Повысительные насосные станции (станции подкачки) предназначены для повышения напора воды для отдельных объектов, цехов или агрегатов.

Перекачивающие станции служат для подъема использованной воды от отдельных низкорасположенных потребителей в общую систему отводящих трубопроводов.

Шламовые насосные станции предназначены для перекачки в отстойники или шламонакопители различных отходов производства (шламов, хвостов горных пород, шлаков и др.).

Дренажные насосные станции и установки служат для откачки грунтовых или случайных вод из различных заглубленных мест.

К каждой системе водоснабжения, а следовательно и ее насосной станции предъявляются определенные требования в отношении надежности. По уровню требований надежности системы водоснабжения и насосные станции делятся на три категории:

к 1-й категории надежности относятся системы водоснабжения и насосные станции предприятий металлургической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности и электростанций. На этих предприятиях не разрешаются перерывы в подаче воды. Снижение подачи допускается не более чем на 30% от расчетной подачи и не более чем на 3 суток. Допускается снижение расхода ниже этого предела не более 10 мин.

к 2-й категории относятся системы предприятий угольной, горнорудной, нефтедобывающей, машиностроительной и др. видов промышленности, на которых допускается перерыв в подаче не более чем на 5 часов, а также снижение подачи на 30% до 15 суток;

к 3-й категории относятся системы мелких промышленных предприятий, допускающие перерыв в подаче воды до одних суток, а также снижение подачи на 30% не более чем на месяц[23].

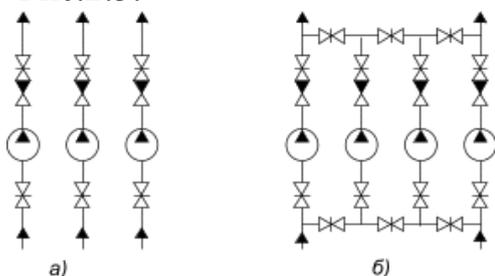
## 2.7. Резервирование в системах водоснабжения

Для обеспечения надежности подачи воды на насосной станции применяется структурное, нагрузочное, функциональное и временное резервирование.

При структурном резервировании устанавливается избыточное количество элементов: насосов, арматуры, трубопроводов, кабельных вводов и т.п.

Пример такого резервирования приведен на Рис.2.3.

Рис.2.3.



Виды структурного резервирования:

- а) общее структурное резервирование;
- б) отдельное резервирование

Общее структурное резервирование характерно для станций с малым числом насосов. Каждый из них оборудуется самостоятельным всасывающим и напорным трубопроводами с арматурой.

Раздельное структурное резервирование применяют при более сложных схемах, когда число рабочих насосов более двух, а установка всасывающих и напорных трубопроводов более двух нерациональна.

Нагрузочный метод резервирования основан на способности рабочих насосов при отключении части из них увеличивать производительность и этим несколько компенсировать снижение общей подачи[21].

Функциональное резервирование основано на возможности взаимозаменяемости оборудования различного назначения. Например, есть две группы насосов разного назначения. В каждой группе есть свой резерв. Часть насосов одной группы (чаще только резерв) используется для резервирования другой группы.

Временное резервирование – это использование резерва по продолжительности работы станции. Это возможно, когда у потребителей имеются регулирующие емкости, а на станции установлены насосы с подачей выше среднесуточной.

## **2.8. Схемы циркуляционных насосных станций**

Выбор метода резервирования связан с оценкой их эффективности. Она оценивается при помощи вероятностных показателей работы станции (поток отказов оборудования, интенсивность ремонтов и т.п.). Математическая оценка эффективности вариантов возможна при наличии базы данных по отказам различных элементов насосных станций[15].

Эти схемы рассмотрим на примере систем водоснабжения тепловых электрических станций (ТЭС). На ТЭС используются две схемы циркуляционных насосных станций: централизованная и блочная схемы. Обе эти схемы приведены на рис.2.4.

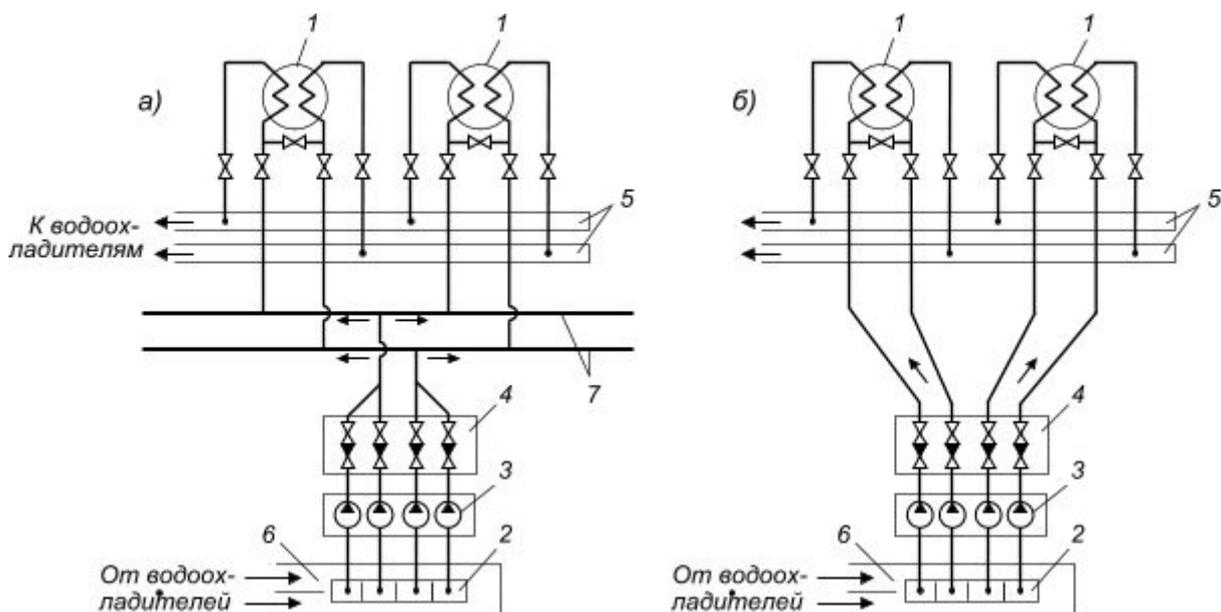


Рис.2.4. Схемы обратного водоснабжения ТЭС: а – централизованная; б – блочная; 1 – конденсаторы паровых турбин; 2 – приемные колодцы; 3 – здание циркуляционной станции; 4 – помещение обратных клапанов и задвижек; 5 – закрытые самотечные отводящие каналы (к бассейнам) или сливные напорные трубопроводы (к градирням); 6 – приемные самотечные каналы (с приемными колодцами); 7 – напорные трубопроводы

При централизованной схеме вода насосами подается по двум магистральным трубопроводам 7, проложенным вдоль турбинного цеха. От них уже она подводится к конденсаторам.

При блочной схеме магистральные трубопроводы отсутствуют. Каждый насос непосредственно подает воду на один конденсатор или на его секцию. В последнем случае на каждый конденсатор работают два насоса.

Иногда на циркуляционных станциях ставят еще насосы для подъема воды из отводящих каналов (или сборной емкости теплой воды) до форсунок градирен. Обычно это случается при реконструкции системы водоснабжения – при переводе ее с прямоточного водоснабжения на обратное.

## 2.9 ОБОРУДОВАНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

В состав насосных станций входит следующее оборудование:

а) основное энергетическое оборудование. Это насосы с приводными двигателями. Комплекс, состоящий из насоса и двигателя называют гидроагрегатом (или просто агрегатом) насосной станции. Число их

различно. При больших подачах стремятся снизить их число за счет увеличения их единичной мощности;

б) механическое оборудование. Оно включает в себя сороудерживающие устройства, затворы и подъемно-транспортные механизмы;

в) вспомогательное оборудование включает в себя: систему технического водоснабжения НС (на сальники, подшипники, к теплообменникам компрессоров, масляной системы, электродвигателю и др.); дренажно-осушительную систему; систему маслоснабжения; систему пневматического хозяйства; вакуум-систему; контрольно-измерительные приборы (комплекс КИПиА); трубы и фасонные части;

г) электрические устройства (трансформаторы, распределительные устройства);

д) противопожарное и санитарно-технические устройства[24].

## **2.9. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДАЧИ ВОДЫ**

В предприятии текстильной промышленности, как правило, система подачи воды оснащена водонапорным баком. Из этого бака вода подается к разборным кранам, поступая в цеха, столовую, санитарные помещения, и т. д.

Водонапорный бак изготавливают из нержавеющей или оцинкованной стали. Его емкость должна составлять объем из расчета 500 л. в 6 часов. В случае подачи воды электрическим насосом с автоматическим включением емкость бака может быть меньше в 2—3 раза.

Для забора воды к баку подсоединены трубы, идущие от колодца, а также трубы, предназначенные для сброса воды при переполнении бака. Первая труба (вход) приваривается в верхней части бака. Выше заданного уровня воды, но ниже края бака производится врезка трубы для сброса избытка воды в водосток или дренаж. Водопроводную трубу располагают в средней части бака. Это делается для того, чтобы в водопровод не засасывался осадок, находящийся на дне бака. Нижняя часть бака

соединяется при помощи вентиля с трубой сброса для облегчения слива воды на зимний период.

Если вода поступает в бак непосредственно через насос, то для управления его двигателем необходимо изготовить довольно примитивный поплавковый регулятор уровня воды (рис.2.5). Насос получает питание через замкнутые контакты микропереключателя и подает воду в бак через патрубок, имеющий отражатель струи. Когда бак наполнится, вода поднимет поплавок, шток с упором передвинет конец рычага, который, в свою очередь, нажмет на толкатель выключателя. После этого контакты разомкнутся, электродвигатель выключится. Для регулирования уровня воды в баке упор можно передвигать вверх или вниз по резьбе штока. Когда будет найдено оптимальное положение, упор фиксируется контргайкой[11].

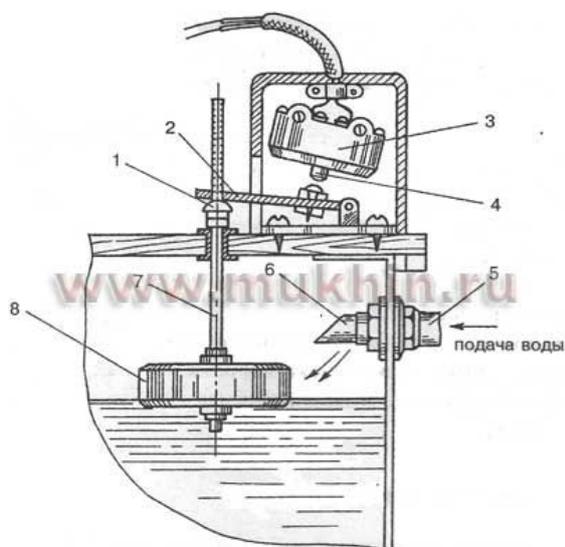


Рис. 2.5. Поплавковый регулятор уровня: 1 — упор-гайка; 2 — рычаг; 3 — микропереключатель; 4 — толкатель; 5 — патрубок; 6 — отражатель; 7 — шток; 8 — поплавок

В этом устройстве можно использовать концевые выключатели типа ВК, ВПК, микропереключатели типа МП.

Все они рассчитаны на напряжение 220 В и силу тока, равную 4 А, снабжены размыкающими контактами, срабатывающими независимо от скорости перемещения толкателя.

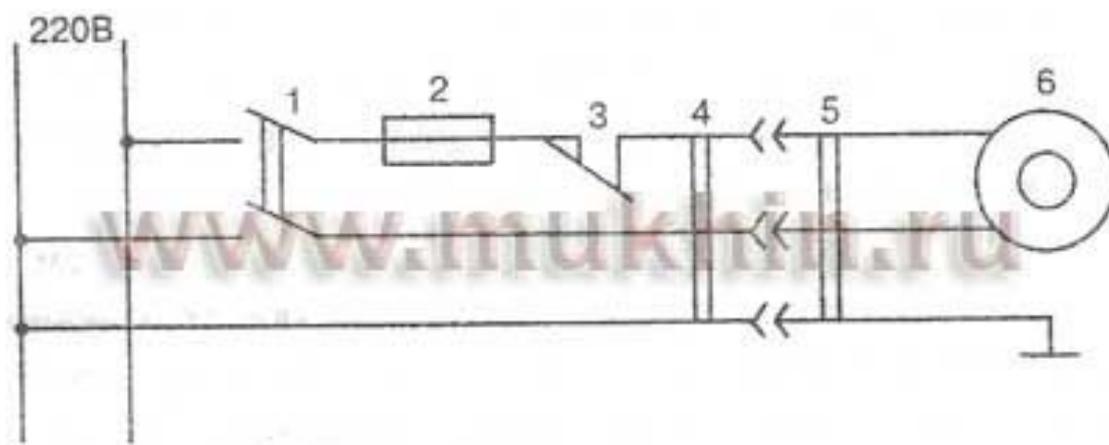


Рис.2.6. Электрическая схема включения насоса:

1 — выключатель; 2 — предохранитель с плавкой вставкой; 3 — контакты регулятора уровня; 4 — трехконтактная розетка; 5 — трехконтактная вилка; 6 — электродвигатель насоса

Для монтажа регулятора уровня берется пластина Г-образной формы, закрепляется на крышке бака и закрывается пластмассовой коробкой нужного размера. На рис. 9 показана электрическая схема включения насоса. Выключатель и защитный аппарат (предохранитель), как правило, устанавливают на электрическом щитке рядом со счетчиком, а регулятор уровня — на крышке бака с водой, трехштырьковый разъем — на стенке внутри сооружения, возведенного над скважиной или колодцем.

Для периодического заполнения резервуара или, наоборот, удаления из него жидкости можно использовать устройство, принципиальная схема которого изображена на рис. 10, а конструкция - на рис.11. Применение в нем герконовых датчиков имеет некоторые преимущества - тут нет электрического контакта между жидкостью и электронным блоком, что позволяет использовать его для откачки конденсационной воды, смеси воды с маслами и др.

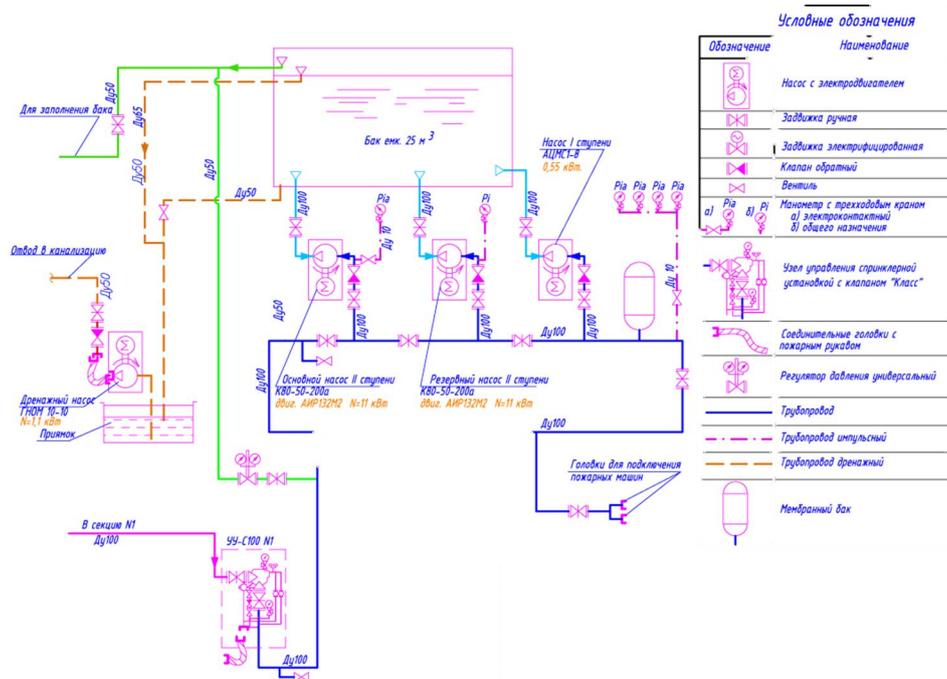


Рис.2.7 Принципиальная схема

В автоматическом режиме устройство работает следующим образом. При повышении уровня жидкости в баке кольцевой постоянный магнит 8 (рис. 2.8), который закреплен на штоке 6, связанном с поплавком 9, приближается снизу к геркону 3 верхнего уровня (SF2 на схеме) и вызывает его замыкание. Тринистор VS1 открывается, реле K1 срабатывает, включая электродвигатель насоса контактами K1.1 и K1.2 и самоблокируясь контактами K1.3 (если реле нечетко самоблокируется, его обмотку надобно зашунтировать оксидным конденсатором емкостью 10... 50 мкФ).

Насос откачивает жидкость, ее уровень в резервуаре понижается, приближаясь к установленному нижнему. Магнит приближается к горшку 2 (SF3 по схеме) нижнего уровня и вызывает его замыкание. Тринистор VS2 открывается, срабатывает реле K2 и его контакты K2.1 разрывают цепь управляющего электрода тринистора. Тринистор закрывается, отключая электродвигатель насоса[4].

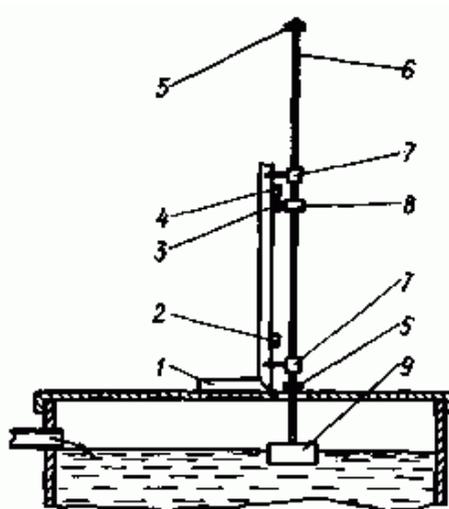


Рис.2.8 Конструкция

Если же после замыкания контактов геркона 3 и включения насоса почему-либо уровень жидкости продолжает повышаться, замыкается геркон сигнализации 4 и звучит электрический звонок НА1.

При изменении уровня жидкости шток сообща с поплавком 9 совершает возвратно-поступательные движения в направляющих кольцах 7. Шпильки 5 служат для ограничения хода штока. Герконы укреплены на стойке 1.

Для работы в ручном режиме тумблер SA1 "Автомат" переводят в положение "Выкл." и управляют насосом посредством кнопок SB1 "Пуск", SB2 "Стоп". Для того, чтобы система работала на периодическое заполнение бака, надобно поменять местами герконы верхнего и нижнего уровня (или проводники, подведенные к ним).

В устройстве можно использовать любой трансформатор мощностью 10...15 Вт с напряжением на вторичной обмотке 26...30 В. Реле К1 - РПУ-0 или любое другое с током срабатывания 50...150 мА и контактами, рассчитанными на коммутируемый ток не менее 2 А; К2 и К3-РЭС9, паспорт РС4.524.200. Тумблеры Q1 - ТВ 1-4, а SA1 -ТП1-2. Электрический звонок НА1 - ЗП 127-220 В. Тринисторы VS1-VS3 - КУ201 или КУ202 с любым буквенным индексом. При использовании электродвигателя мощностью более 500 Вт его надобно включать через прибавочный пускатель. Расстояние между герконами и объем поплавка подбирают для каждого конкретного случая[2].

### 3. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ. 3.1 СТРУКТУРНАЯ СХЕМА АСУ ТП ВОДОСНАБЖЕНИЯ

При разработке системы автоматизированного управления технологическим процессом водоснабжения и водоотведения необходимо реализовать автоматизированное рабочее место оператора с программным обеспечением, взаимодействующим с контроллером. Также необходимо определить необходимые датчики, которые будут предоставлять информацию о состоянии процесса и исполнительные механизмы, воздействующие на объект.

Структурная схема АСУ ТП водоснабжения и водоотведения

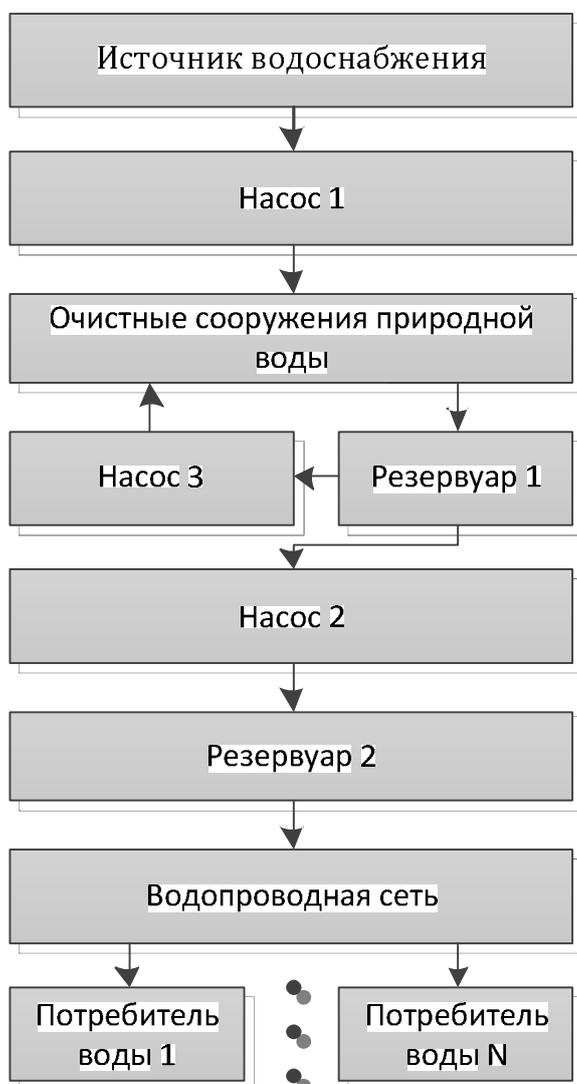


Рисунок 3.1 – Структурная схема

### 3.2 ПОДБОР НЕОБХОДИМЫХ ДАТЧИКОВ, ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ И МЕСТ ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ.

Для того чтобы разработать функциональную схему, необходимо сначала определить какого рода информация будет отображаться на ОС, т.е. нужно определить места установки датчиков и их характеристики. Также нам необходима обратная связь с объектом управления, чтобы мы могли оказывать управляющее воздействие. Для этого необходимо подобрать соответствующие исполнительные механизмы. Т.к. разрабатываемая схема функциональная, то достаточно будет определить задачи, решение которых возлагается на тот или иной исполнительный механизм и место его установки[14].

Описание технологического объекта, приведенное ранее, позволяет определить необходимые датчики:

- уровня воды в резервуаре (датчики устанавливаются в резервуары 1, 2);
- показателя рН в воде (устанавливаются в резервуар 1);

#### Выбор датчиков и исполнительных механизмов:

1) Контролировать необходимое количество воды в емкостях необходимо датчиками уровня. Для этих целей нам подойдут бесконтактные сигнализаторы уровня БСУ, которые имеют один входной параметр (уровень), а также малую погрешность  $\pm 1,5$  мм. Выходной сигнал с датчика – дискретный. На функциональной схеме датчики уровня, согласно ГОСТ 21.404-85 буквенные условные обозначения, будем обозначать буквами LE.

2) Контроль показателя рН будет производить РН-018 (ЭкоЮнит) [п.Б].

3) В качестве системы очистки воды выбран Nimbus MN800.

4) На насосы необходимо поставить пусковые устройства,. Данные устройства работают с аналоговыми сигналами. Обозначение на функциональной схеме NS.

5) Резервуары для воды выбраны: РВС-100 и РВС-200 (100 и 200 м<sup>3</sup> – резервуар 1 и 2 соответственно).

### 3.3 СХЕМА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ АСУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ

Выбранные датчики, исполнительные механизмы и их месторасположение, а также структурная схема АСУ ТП производства сухого молока позволяют составить схему информационных потоков в АСУ технологическим объектом.

На схеме обозначены направления потоков, а также вид сигнала (аналоговый, цифровой, разрядность).

Схема информационных потоков приведена на рисунке 5.

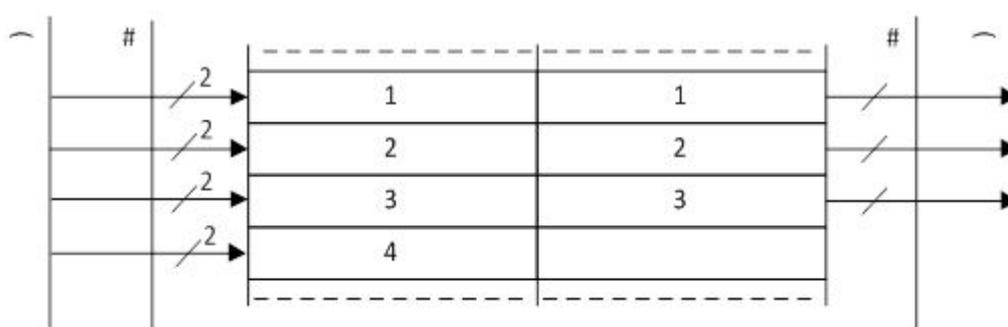


Рисунок 3.2 — Схема информационных потоков

#### Входные потоки:

1. Уровень воды в резервуаре 1 (1)
2. Уровень воды в резервуаре 1 (2)
3. Показатель рН воды в резервуаре 1
4. Уровень воды в резервуаре 2

#### Выходные потоки:

1. К насосу 1
2. К насосу 2
3. К насосу 3

Выбор контроллера для автоматизированной системы:

Для контроля данной системы был выбран контроллер ОВЕН ПЛК 110-

В целом, данный контроллер удовлетворяет разработанной АСУ ТП.

Выбор блока автоматики для автоматизированной системы:

В качестве манометра был выбран Блок Автоматики «АКВАРОБОТ Турбипресс» [п. Б].

Выбор частотного преобразователя для автоматизированной системы:

Для автоматизированной системы был использован частотный преобразователь «Sirio» [п. Б].

Схема подключения:

Вариант создания автоматической насосной станции: используя два частотных преобразователя можно соединить два насоса в единый блок, при этом один из насосов будет ведущим, второй дополнительным.

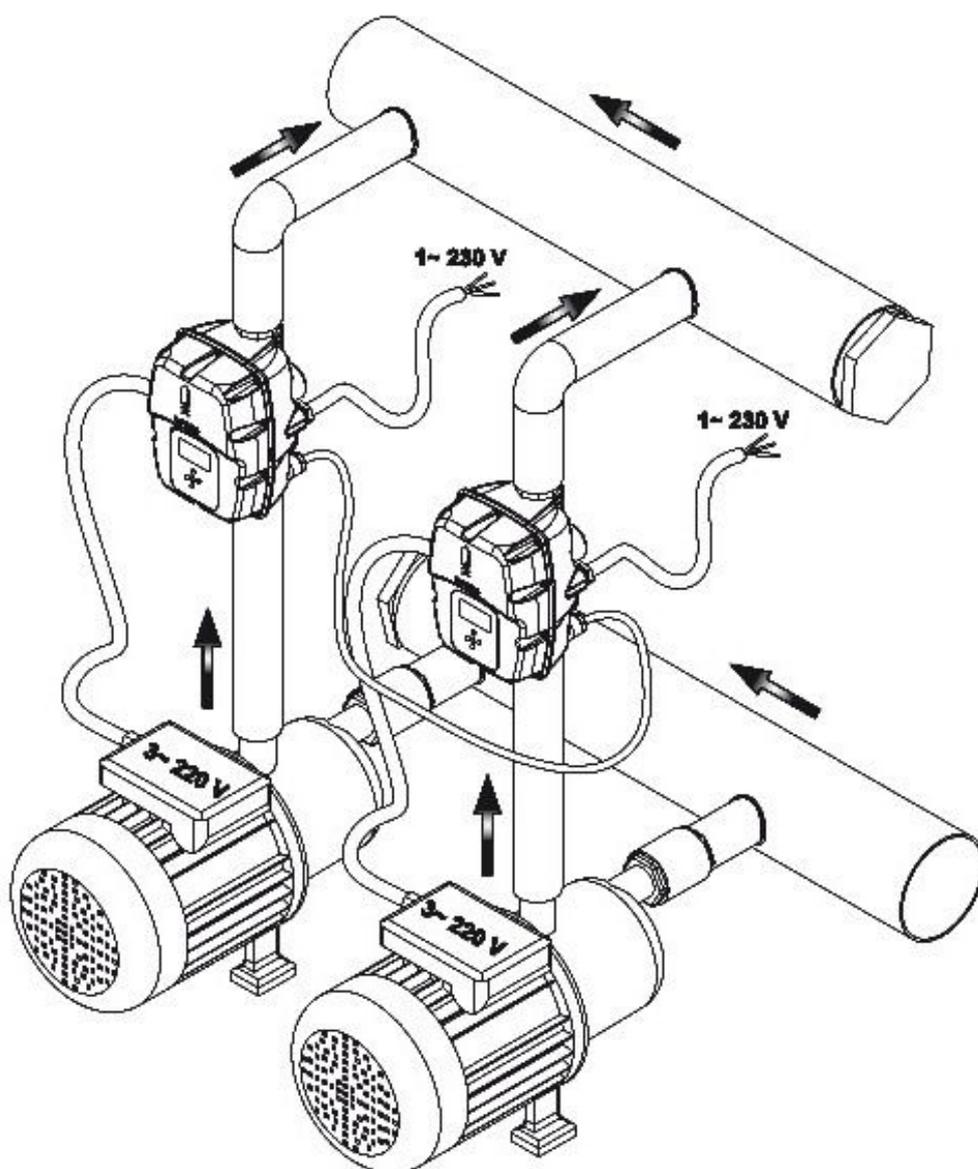
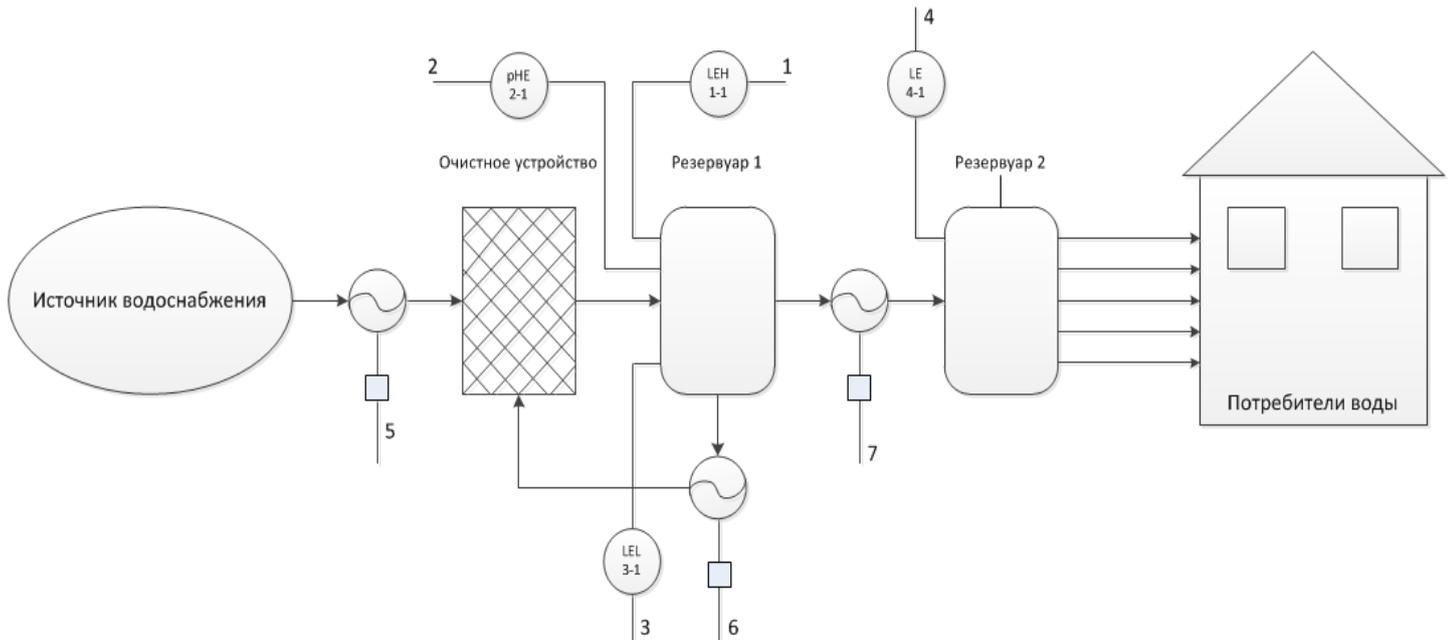


Рис 3.3 Схема подключения

### 3.4 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Результатом является функциональная схема технологического объекта, отображающая вид датчиков, места расположения датчиков, а также места расположения исполнительных механизмов и пусковых устройств. Функциональная схема приведена на рисунке 7.



<b>Пульт оператора</b>			1	2	3	4	5	6	7
			LTH 1-1	pHT 2-1	LTL 3-1	LT 4-1	NS 5-1	NS 6-1	NS 7-1
<b>УСО</b>	<b>Вход</b>	АС		•					
		ДС	•		•	•			
	<b>Выход</b>	АС							
		ДС					•	•	•
<b>Контроллер</b>	<b>Контроль</b>		•	•	•	•			
	<b>Регулирование</b>								
	<b>ПЛУ</b>						•	•	•

Рисунок 3.4 — Функциональная схема системы

Обоснование мест установки датчиков:

- Датчик NS 2-1 предназначен для управления насосом 1;
- Датчик рН 4-1 предназначен для измерения показателя рН воды в резервуаре 1;
- Датчики LE 4-2 и 4-3 предназначены для индикации уровня воды в резервуаре 1;
- Датчик NS 5-1 предназначен для управления насосом 2;
- Датчик NS 6-1 предназначен для управления насосом 3;
- Датчик LE 7-1 предназначен для индикации уровня воды в резервуаре 2

### 3.5 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Алгоритм функционирования СУ технологического объекта

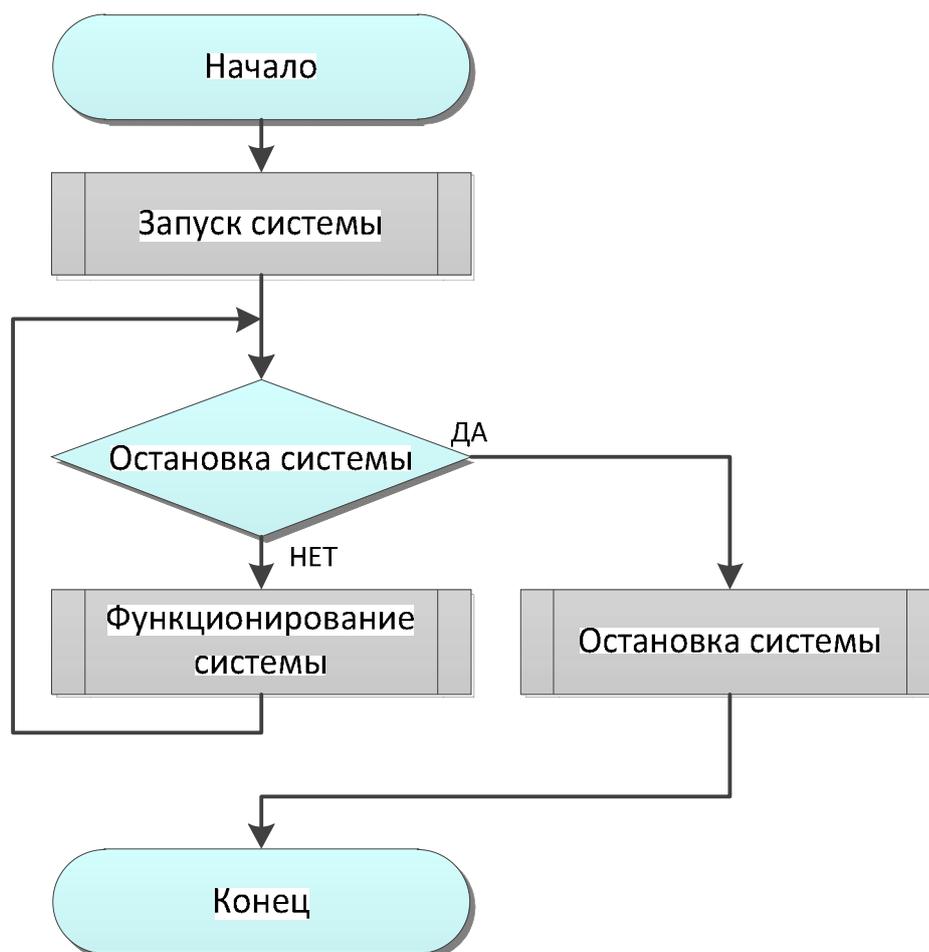


Рисунок 3.5 — Общий алгоритм функционирования

## Алгоритм запуска технологического объекта

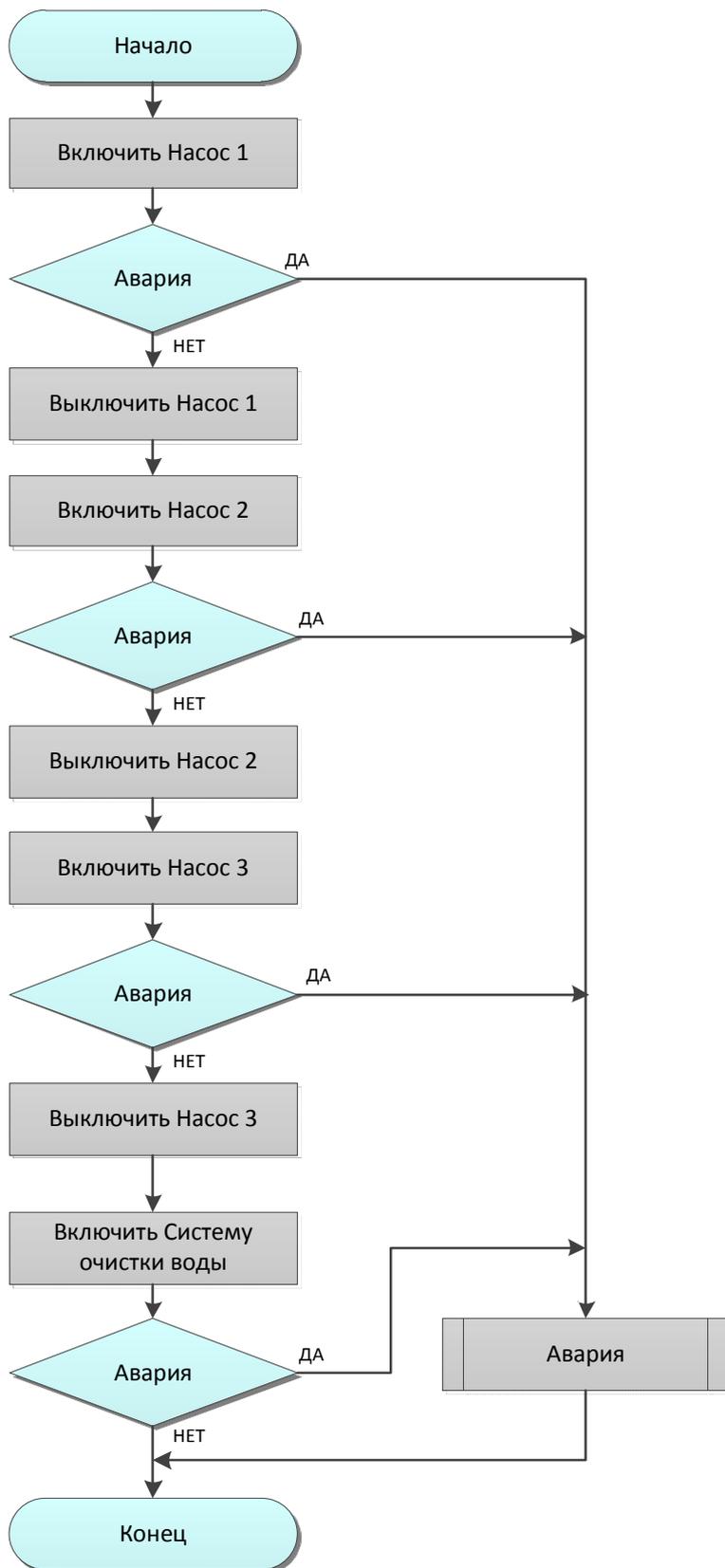


Рисунок 3.6 — Алгоритм запуска ТП

## Алгоритм функционирования системы

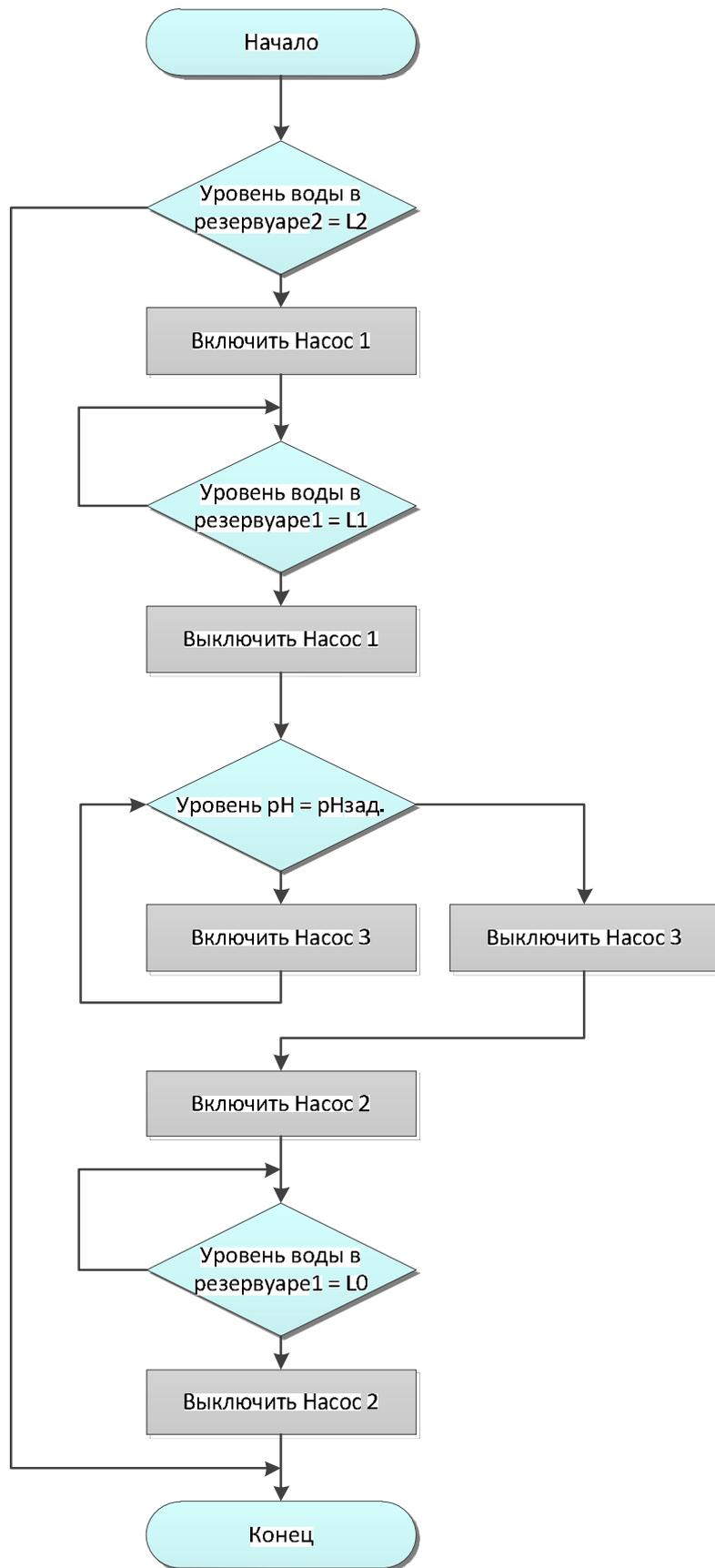


Рисунок 3.7 — Алгоритм функционирования системы

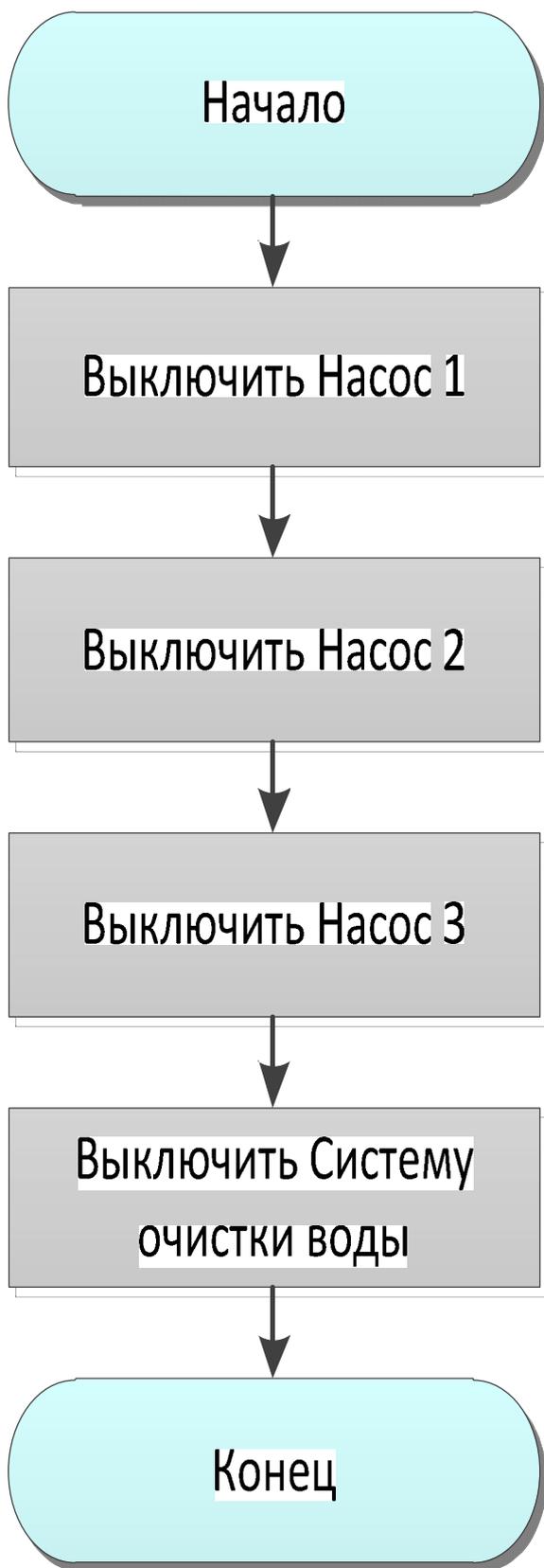


Рисунок 3.8 — Алгоритм остановки системы

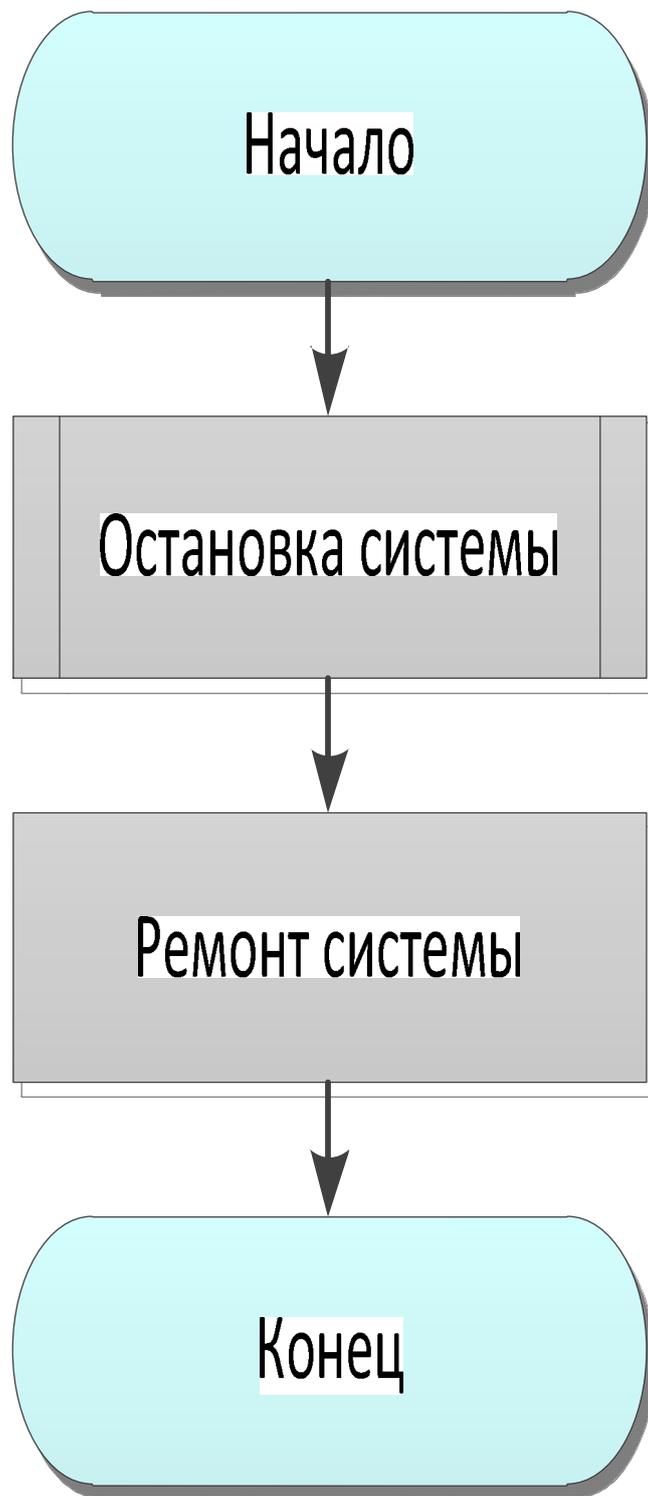


Рисунок 3.9 - Алгоритм работы системы при аварии

### 3.6 РАЗРАБОТКА ЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА И ВЫБОР СЕРИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

В соответствии с таблицей истинности работы цифрового устройства представленной в приложении А, составляем карту Карно для минимизации логической функции (рисунок 2.1).

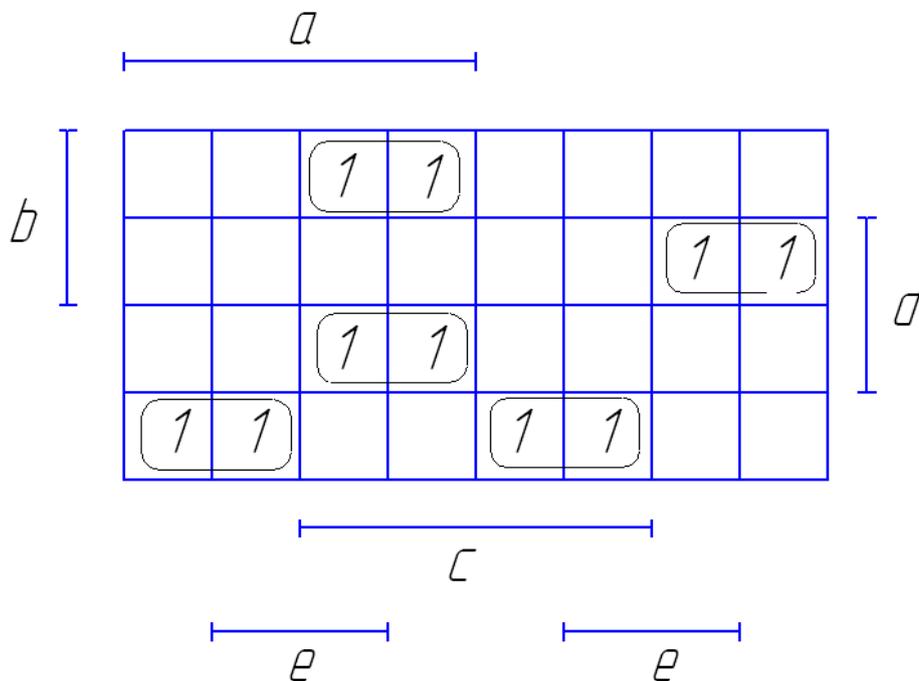


Рис. 3.10 – Карта Карно

Согласно рис. 3.10 запишем минимизированную логическую функцию

$$f = abc\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}d + a\bar{b}cd + a\bar{b}\bar{c}\bar{d} + \bar{a}\bar{b}c\bar{d}$$

Основные параметры ИМС различных серий

Наименование параметра		Наименование серии				
		13 3/155	53 3/555	53 0/531	153 3	15 30
Выходной лог.1(макс.),мА	ток	0,8	0,4	1	2,6	2
Выходной лог.0(макс.),мА	ток	16	8	20	24	20
Входной лог.1(макс.),мА	ток	1,6	0,4	2	0,1	0,5
Входной лог.0(макс.),мА	ток	40	20	50	20	20
Выходное напряжение	лог.0(I=Iмакс),В	<0,4	<0,4	<0,5	<0,4	<0,5
	лог.(I=Iмакс),В	>2,5	>2,7	>2,7	>2,4	>2,4

Выходной ток короткого замыкания,мА	18	20	40	30-	30
	-57	-100	-100	112	-112

Анализируя представленную таблицу с основными характеристиками различных серий, выбираем серию 555, обладающую минимальной потребляемой мощностью во всех режимах работы, более высоким быстродействием и достаточно высокими нагрузочными способностями.

В соответствии с логическим выражением (2.2) составляем схему логического устройства, представленную на рисунке 2.2

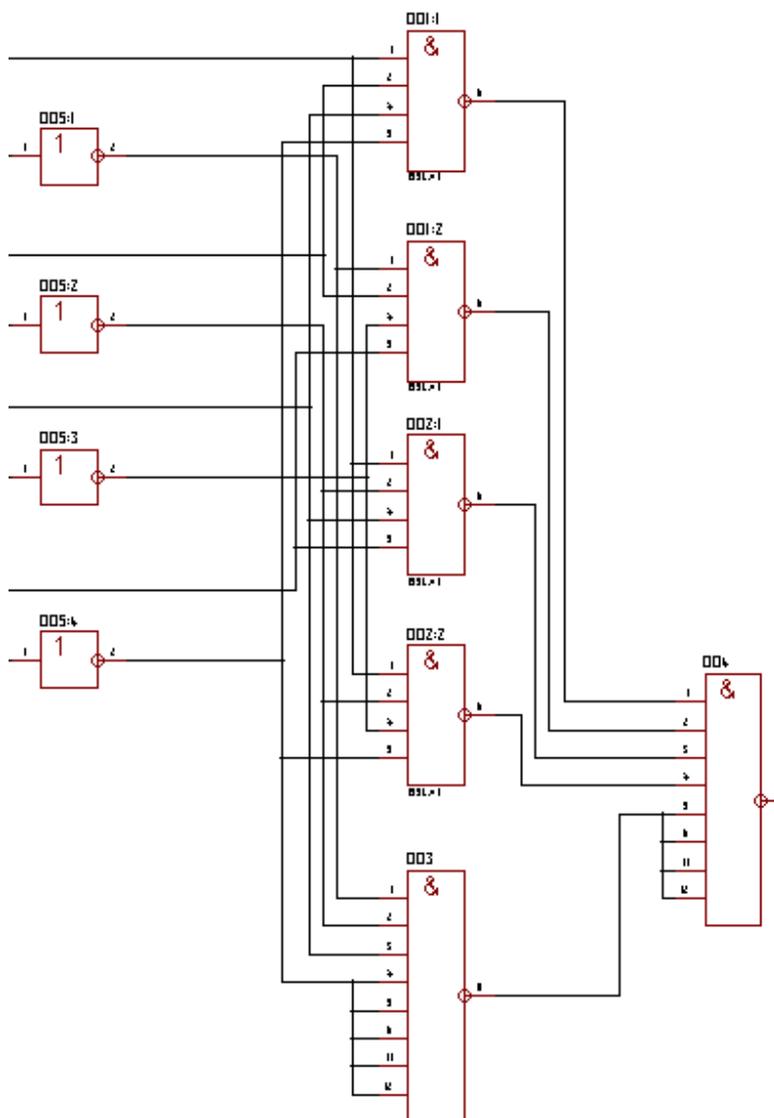


Рис. 3.11 – Схема логического устройства

В качестве ИМС выбраны следующие типы: DD1, DD2 – К555ЛА1, DD3, DD4 – К555ЛА2, DD5 – К555ЛН3, DD6 – К555ЛА3.

### 3 Выбор датчиков устройства автоматизации

### 3.1 Выбор оптического датчика

В качестве датчиков В1 и В5 выбираем пару светодиода и фототранзистора.

Синий светодиод типа АЛ102В с характеристиками:

- номинальное прямое напряжение 4,7 В;
- номинальный рабочий ток 25 мА.

Фототранзистор типа ВРW76С с характеристиками:

- темновой ток 400 нА;
- фоток 5,5 мА.

Схема включения пары светодиод-фототранзистор представлена на рис.

3.12 С учетом характеристик полупроводниковых элементов и основных характеристик ИМС выбраны резисторы следующих номиналов R5 – 15 Ом, R7 – 22 кОм мощностью резисторов 0,125 Вт.

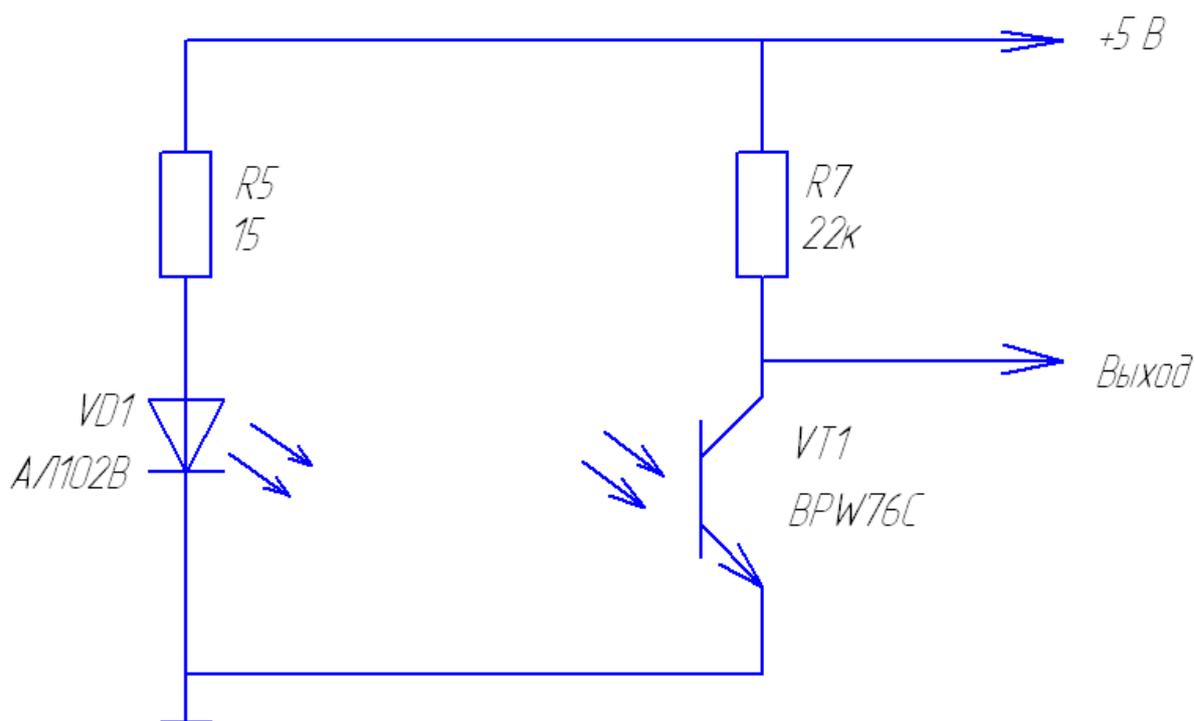


Рис. 3.12 – Схема включения оптического датчика

### 3.2 Выбор датчиков положения



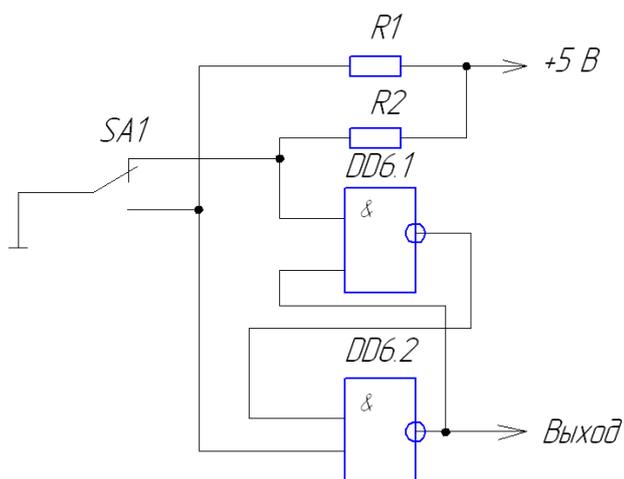


Рис. 3.14 – Формирователь сигнала без дребезга

Номиналы резисторов в схему формирователя набирают сигнала без дребезга примем равными 1 кОм с номинальной мощностью 0,125 Вт.

### Выбор термодатчика

В качестве термодатчика выбираем терморезистор TD5A, представляющий собой кристалл кремния с n-проводимостью и соответствующими размерами.

Технические параметры данного резистора:

- максимальный рабочий ток 12 мА;
- диапазон рабочих температур 70-350 °С;
- номинальное сопротивление 1-5кОм;
- температурный коэффициент сопротивления 2,5-5 при 150 °С.

Согласно заданию, необходимо обеспечить срабатывание цифрового устройства при граничных температурах 230 °С и 270 °С. При этих температурах терморезистор будет иметь следующие сопротивления.

$$R_{14_{230^{\circ}\text{C}}} = 3200 \text{ Ом,}$$

$$R_{14_{270^{\circ}\text{C}}} = 3880 \text{ Ом.}$$

Рассчитаем делитель напряжения на резисторах R13 и R14, схема которого представлена на рисунке 3.15

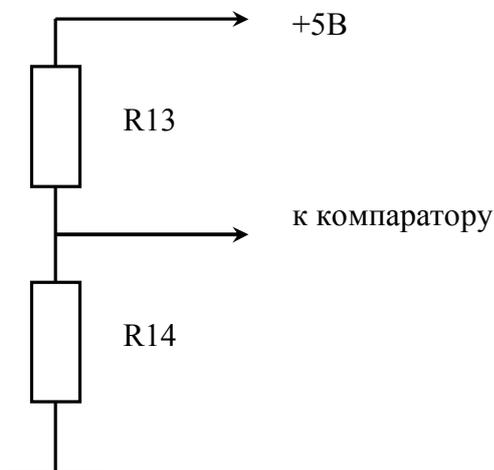


Рисунок 3.15 – Делитель напряжения

Ток делителя не должен превышать 2 мА при минимальном значении сопротивления, то есть при температуре 20°C. Следовательно сопротивление R13 определяем по формуле

$$R13 = \frac{U}{I} - R14_{20^{\circ}C}, \quad (1)$$

где  $U$  – напряжение питания, В;

$I$  – максимальный рабочий ток, А;

$R14_{20^{\circ}C}$  – номинальное сопротивление при температуре 20°C, Ом.

$$R13 = \frac{5}{2 \cdot 10^{-3}} - 1300 = 1200 \text{ Ом}.$$

Определяем напряжение срабатывания и напряжение отпускания компаратора:

$$U_{\text{ср}} = \frac{U \cdot R14_{270^{\circ}C}}{R13 + R14_{270^{\circ}C}}, \quad (2)$$

$$U_{\text{ср}} = \frac{5 \cdot 3880}{1200 + 3880} = 3,81 \text{ В}.$$

$$U_{\text{отп}} = \frac{U \cdot R14_{230^{\circ}C}}{R13 + R14_{230^{\circ}C}}, \quad (3)$$

$$U_{\text{отп}} = \frac{5 \cdot 3200}{1200 + 3200} = 3,63 \text{ В}.$$

Полученные значения не соответствуют пороговым уровням логических элементов и не могут быть использованы в качестве цифровых сигналов их требуется обработать с помощью устройства, называемого компаратором.

Схема компаратора на операционном усилителе представлена на рисунке 3.16.

Выходное напряжение компаратора  $U_{\text{вых}} = 4\text{В}$ .

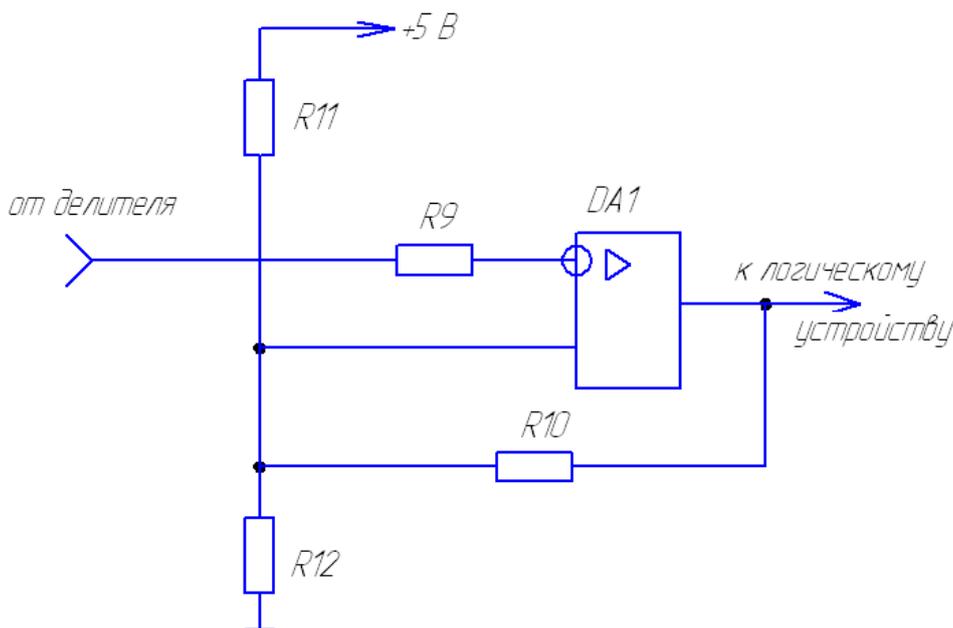


Рис. 3.16 – Гистерезисный компаратор напряжения

Принимаем входное сопротивление компаратора  $R_9 = 5,1 \text{ кОм}$ .

Определяем напряжение смещения по формуле

$$U_{\text{см}} = \frac{U_{\text{ср}} + U_{\text{отп}}}{2}, \quad (4)$$

$$U_{\text{см}} = \frac{3,81 + 3,63}{2} = 3,72 \text{ (В)}.$$

Определяем коэффициент передачи цепи положительной обратной связи

$$b_{\text{ос}} = \frac{U_{\text{ср}} - U_{\text{см}}}{4}, \quad (5)$$

$$b_{oc} = \frac{3,81 - 3,72}{4} = 0,0225.$$

Определяем сопротивление цепи делителя

$$R11 = \frac{U_{пит}}{U_{см}} \cdot R9, \quad (6)$$

$$R11 = \frac{5}{3,72} \cdot 5100 = 6,854 \cdot 10^3 \text{ (Ом)}.$$

Принимаем  $R11 = 6,8 \text{ кОм}$ .

Определяем сопротивление цепи положительной обратной связи

$$R10 = \frac{R9}{b_{oc}}, \quad (7)$$

$$R10 = \frac{5,1 \cdot 10^3}{0,0225} = 226 \text{ (кОм)}.$$

Принимаем  $R10 = 220 \text{ кОм}$ .

$$R12 = \frac{1}{\frac{1}{R9} - \frac{1}{R10} - \frac{1}{R11}}, \quad (8)$$

$$R12 = \frac{1}{\frac{1}{5100} - \frac{1}{220 \cdot 10^3} - \frac{1}{6800}} = 2,248 \cdot 10^4$$

Принимаем  $R12 = 22 \text{ кОм}$ .

Проверим полученные напряжения срабатывания и отпускания

$$U_{cp} = \frac{\frac{U_{пит}}{R11} + \frac{U_{вых}}{R10}}{\frac{1}{R10} + \frac{1}{R11} + \frac{1}{R12}}, \quad (9)$$

$$U_{cp} = \frac{\frac{5}{6800} + \frac{4}{220 \cdot 10^3}}{\frac{1}{220 \cdot 10^3} + \frac{1}{6800} + \frac{1}{22 \cdot 10^3}} = 3,82 \text{ (В)};$$

$$U_{\text{отп}} = \frac{\frac{U_{\text{пит}}}{R11} - \frac{U_{\text{вых}}}{R10}}{\frac{1}{R10} + \frac{1}{R11} + \frac{1}{R12}}, \quad (10)$$

$$U_{\text{отп}} = \frac{\frac{5}{6800} - \frac{4}{220 \cdot 10^3}}{\frac{1}{220 \cdot 10^3} + \frac{1}{6800} + \frac{1}{22 \cdot 10^3}} = 3,71 \text{ (В)}.$$

Отклонения напряжения срабатывания и отпускания обусловлено округлением значений сопротивлений до стандартных значений и лежит в диапазоне менее 1%, следовательно номиналы резисторов выбраны верно.

### 3.7 ВЫБОР ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Выбор источника питания осуществляем, исходя из суммарной потребляемой мощности элементов схемы. Составим таблицу основных потребителей мощности.

Потребители мощности:

Наименование элемента	Количество	Потребляемая мощность одним элементом, мВт	Суммарная мощность, мВт
Микросхемы серии К555	6	2	12
Операционный усилитель К140УД1Б	1	60	60
Светодиод АЛ102В	2	117,5	235
Фототранзистор ВРW76С	2	27,5	55
Терморезистор ТD5А	1	60	60
Итого			422

Суммарная потребляемая мощность составляет 0,422 Вт.

Выбираем источник питания SM217 со следующими техническими характеристиками:

- номинальное выходное напряжение 5+0,1 В;
- номинальная выходная мощность 2 Вт;

- максимальный рабочий ток 2 А;
- номинальное входное напряжение  $\sim 187 \dots 242$  В;
- температура окружающей среды  $-10 \dots +80$  °С;
- масса с теплоотводом 0,18 кг.

Источник обладает встроенной интегральной защитой от перенапряжений в сети и короткого замыкания в нагрузке.

Внешний вид, габаритные и установочные размеры источника питания представлены на рисунке 3.17

Цифровые узлы и устройства питаются от высококачественного источника питания со стабилизированным выходным напряжением. Источник имеет очень малое выходное сопротивление за счет использования глубоких отрицательных обратных связей. Однако цепь обратной связи инерционна и не успевает обрабатывать короткие импульсные помехи. При переключениях логических элементов в цепях питания создаются кратковременные импульсные токи, в результате элементы становятся источниками помех для соседних логических элементов. Поэтому для исключения подобного явления устанавливают фильтрующие конденсаторы, имеющие малое сопротивление для высокочастотных сигналов. Конденсаторы должны располагаться на плате как можно ближе к ИМС, число конденсаторов определяется числом ИМС[7].

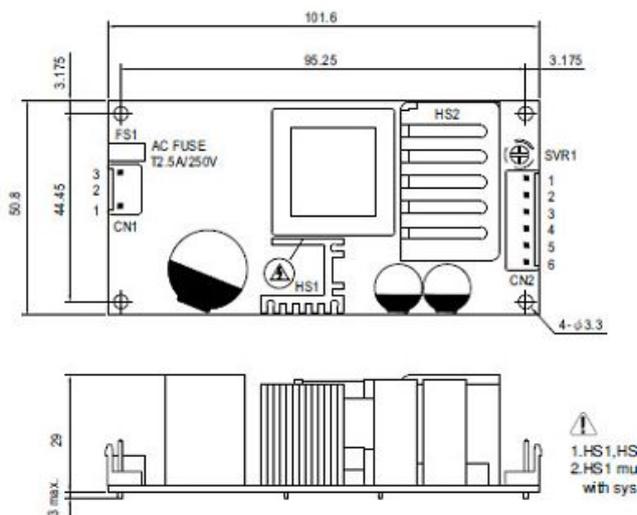


Рис. 3.17 – Источник питания SM217

Выбираем конденсаторы типа CL0805 В 5R0 К 160 номинальная емкость 5 пФ, с рабочим напряжением 16 В в количестве 10 штук. Внешний вид и габаритные размеры конденсаторов представлены на рисунке 3.18.

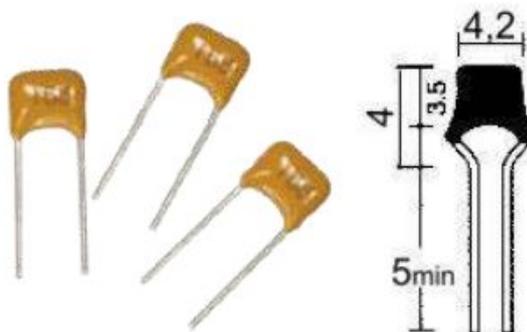


Рис. 3.18 – Высокочастотные конденсаторы CL0805

### 3.8 ВЫБОР УСТРОЙСТВА СОГЛАСОВАНИЯ

Устройство согласования должно обеспечивать включение и выключение мощной нагрузки от маломощного источника сигнала.

Согласно задания мощность нагрузки составляет 0,37 кВт, питание осуществляется от сети переменного тока с напряжением 220 В, тогда ток рабочего органа 1,7 А.

Выходная логическая схема серии К555 имеет выходное напряжение уровня логической единицы равное 4,5 В и ток 0,4 мА максимум 20 мА.

Исходя из этих условий, выбираем полупроводниковый контактор R100.20-AC51 со следующими техническими характеристиками:

- род тока выходной цепи переменный
- род тока цепи управления постоянный
- номинальный рабочий ток выходной цепи 20 А
- диапазон рабочего напряжения выходной цепи 42...660
- напряжение срабатывания для цепи управления 3,8 В
- напряжение отпускания для цепи управления 1,2 В
- максимальное напряжение цепи управления 32 В

– максимальный ток цепи управления

12 мА

Контактор содержит встроенный индикатор включения, поэтому дополнительной индикации предусмотренной структурной схемой не требуется.

**разработка требований безопасности при эксплуатации  
автоматизированной системы водоснабжения и водоотведения  
текстильного предприятия.**

**1.1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ**

Рациональное использование водных и топливно-энергетических ресурсов, обеспечение безопасности, а также охрана окружающей среды определили направление развития систем водоснабжения и водоотведения. В данном дипломном проекте используются

При эксплуатации сооружений и сетей объектов водоснабжения и водоотведения необходимо учитывать наличие и возможность воздействия следующих опасных и вредных производственных факторов способных привести к заболеванию работника, снижению его трудоспособности, временной или стойкой утрате трудоспособности, трудовому увечью, профессиональному заболеванию или смерти работника:

- движущихся элементов оборудования (насосного, силового, механизированных решеток, лебедок, скребков, оросителей, механических мешалок и других механизмов);

- отлетающих предметов (при дроблении в дробилках отбросов, снимаемых с решеток), отлетающих частей (при выбивании заглушек в испытываемых трубопроводах; при обработке и обкалывании бетонных труб и фасонных изделий и др.);

- падающих предметов и инструментов (при работах в колодцах систем водоснабжения и водоотведения, на очистных сооружениях и сетях, в помещениях и др.);

- образования взрывоопасных смесей газов (в колодцах, камерах на сетях, насосных станциях, в обслуживающих помещениях метантенков и в других помещениях и сооружениях);

- опасность воздействия электрического тока или опасного уровня напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

- пониженной температуры воздуха в производственных помещениях и сооружениях;

- повышенной влажности воздуха (в насосных станциях, в помещениях фильтров, отстойников и др.);

- повышенного уровня ультрафиолетового (бактерицидные установки) и инфракрасного (дегельминтизаторы) излучения;

- вредных факторов при работе на видеодисплейных терминалах и персональных электронно-вычислительных машинах;

- повышенного уровня шума и вибраций (в машинных залах насосных и воздуходувных станций и в других помещениях и сооружениях, где установлено технологическое оборудование);

- недостаточной освещенности рабочей зоны (в колодцах, камерах, каналах и т.п.);
- водяной струи высокого давления при прочистке сетей водоотведения с использованием каналоочистительной машины;
- газообразных веществ общетоксического и другого вредного воздействия в колодцах, камерах, каналах, очистных сооружениях (сероводород, метан, пары бензина, эфира, углекислый газ, озон и др.);
- горючих примесей, попавших в сточные воды (бензин, нефть и др.), а также растворенных газообразных веществ, которые могут образовывать в сетях водоотведения и сооружениях взрывоопасные и отравляющие смеси;
- повышенной запыленности воздуха в рабочей зоне пылеобразующими реагентами (сернистый алюминий, хлорное железо, негашеная и хлорная известь, сода, едкий натр, активированный уголь, фторсодержащие реагенты и др.);
- паров ртути (при работе с приборами с ртутным наполнением);
- патогенных микроорганизмов в сточных и природных водах (бактерии, вирусы, простейшие микроорганизмы);
- яиц гельминтов в сточных водах.

Допустимые уровни концентрации и другие параметры опасных и вредных производственных факторов, превышение которых на рабочих местах по санитарным нормам не допускается, необходимо устанавливать в соответствии с требованиями: ГОСТ 12.1.001, ГОСТ 12.1.003 [20],[21].

## **1.2 Производственная санитария**

На насосной станции в процессе работы возможно воздействие на человека (оператора) следующих факторов, относящихся к опасным и вредным в соответствии с ГОСТ 12.0.003.08, ГОСТ 12.0.00305 (ССБТ "Опасные и вредные производственные факторы. Классификация"):

- наличие вращающихся частей насосных агрегатов;
- повышенная вибрация;
- повышенные уровни шума;
- недостаток естественного света.

При возникновении на насосной станции биологически опасных факторов, к которым относятся патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты) и продукты их жизнедеятельности, возможно заражение большого числа людей, поэтому помещения насосной станции должны находиться под санитарным контролем.

Насосные установки являются источниками шума. Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровней звука на рабочих местах приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот.

Рабочее место	Уровни звукового давления дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами								Уровни звука, дБ
	3	25	50	00	000	000	000	000	
Постоянные рабочие места	5	7	2	8	5	3	1	9	80

Освещенность помещений насосной станции должна соответствовать виду производимых работ: в помещении с пультом управления - зрительной работе средней точности, а в прочих помещениях - малой точности.

Нормативы освещенности на рабочих местах приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Нормативы освещенности на рабочих местах.

Характеристика зрительной работы	Минимальный размер объекта	Разряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение, лк	Естественное освещение КЕО, %	Совместное освещение КЕО, %
Средней точности	0.5	I	средний	средний	400	4	2
Малой точности	1.0	V	средний	средний	50	3	1

Работа насосной установки полностью автоматизирована, поэтому участие человека (оператора) в управлении насосной установкой сводится к наблюдению за световой индикацией пульта управления и управлению установкой (в случае необходимости) с помощью пульта ручного управления. Индикация аварийных режимов работы дублируется звуковой сигнализацией[20].

## МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

При эксплуатации автоматизированной системы водоснабжения и водоотведения возможно воздействие на человека следующих опасных и вредных производственных факторов:

- возможность поражения электрическим током;
- наличие вращающихся частей;
- повышенный уровень вибраций;
- повышенный уровень шума;
- недостаток естественного света.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала вращающиеся части электродвигателей и насосов должны быть закрыты защитными кожухами. Уровень вибраций и шума должен быть ограничен в пределах, указанных ГОСТом. Недостаток естественного освещения должен компенсироваться искусственным. В соответствии с ГОСТом должна обеспечиваться электробезопасность.

Оперативное обслуживание предусматривает периодические осмотры электрооборудования распределительных устройств, приборов релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий, а также производство необходимых оперативных переключений.

В процессе эксплуатации электроустановок насосной станции производятся работы, предусмотренные графиками планово-предупредительного ремонта действующего электрооборудования, профилактические испытания изоляции электрических машин, кабелей, наладка и проверка аппаратуры управления электроприводами, релейной защиты и автоматики и др., а также возможны внеплановые ремонты, ликвидация последствий аварий и п. т.

До начала работы на электроустановках насосной станции и в процессе ее выполнения необходимо выполнять организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность труда.

Работы в действующих электроустановках подразделяются в отношении принятия мер безопасности на три категории:

1. Со снятием напряжения с токоведущих частей.
2. Под напряжением на токоведущих частях с применением электрозщитных средств.
3. Без снятия напряжения на нетоковедущих частях.

Для безопасного выполнения работ с полным или частичным снятием напряжения в электроустановках насосной станции необходимо выполнить следующие технические мероприятия:

1. Произвести отключения и принять меры, препятствующие подаче напряжения к месту работы.
2. Вывесить на рукоятках коммутационных аппаратов запрещающие плакаты: "Не включать - работают люди!".

Помещения насосной станции относятся к помещениям особой опасности. Они имеют токопроводящие полы, кроме того существует

возможность одновременного прикосновения к металлическим корпусам электрооборудования и заземленным конструкциям.

В случае аварийной ситуации при работе электроустановок насосной станции возможно появление напряжения на металлических шкафах электрооборудования, электродвигателях и металлических частях пульта управления и других нетоковедущих частях. Поэтому при прикосновении к металлическим установкам может произойти замыкание электрической цепи через тело человека. В настоящее время в Республике Узбекистан действует ГОСТ 12.1.000.06 ССБТ "Электробезопасность. Допустимые уровни напряжений прикосновения и токов", который распространяется на производственные и бытовые электроустановки постоянного и переменного токов и устанавливает нормы предельно допустимых для человека значений напряжения прикосновения и токов протекающих через его тело.

Стандарт предусматривает нормы напряжений прикосновения и токов через тело человека для электрических установок при нормальном режиме их работы (таблица 1.3), а также при аварийных режимах производственных и бытовых электроустановок (таблица 1.4).

Таблица 1.3.

Наибольшие допустимые напряжения прикосновения  $U_{пр}$  при нормальном режиме работы электроустановки.

Род и частота тока	Наибольшее допустимое значение напряжения прикосновения $U_{пр}$ , В.
Переменный 50 Гц	2
Постоянный	0.3

Таблица 1.4

Род и частота тока	Нормируемая величина	Продолжительность действия, с.										
		0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Переменный 50 Гц	$U_{пр}$ , В	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50
Переменный 50 Гц	$I_h$ , мА	70	55	27	34	65	40	85	65	65	55	50
Постоянный	$U_{пр}$ , В	650	520	380	340	320	270	220	210	220	205	200
Постоянный	$I_h$ , мА	65	50	40	35	30	25	24	23	22	21	20

Наибольшие допустимые напряжения прикосновения  $U_{пр}$  и токи  $I_h$ , проходящие через тело человека, а также время их действия, при аварийном режиме работы производственных установок.

Контроль предельно допустимых уровней напряжения прикосновения и тока должен осуществляться измерениями этих величин в перечисленных местах, где может произойти замыкание электрической цепи через тело человека.

#### 1.4.1 Нормирование параметров защитного заземления

Защитное заземление предназначено для обеспечения безопасности человека при прикосновении к нетоковедущим частям оборудования, случайно оказавшимся под напряжением, и при воздействии напряжения шага. Эти величины не должны превосходить длительно допустимых.

$$U_{i\delta} \leq U_{i\delta.a.a.}$$

$$U_o \leq U_{o.a.a.}$$

В ПУЭ нормируются сопротивления заземления в зависимости от напряжения электроустановок.

В электроустановках напряжением до 1000 В сопротивление заземляющего устройства должно быть не выше 4 Ом; если же суммарная мощность источников не превышает 100 кВт·А, сопротивление заземления должно быть не более 10 Ом.

В электроустановках  $U_{i\delta} > 1000$  В с током замыкания  $J_{\zeta} < 500$  А допускается сопротивление заземления  $R_{\zeta} \leq \frac{250}{J_{\zeta}}$  но не более 10 Ом.

Если заземляющее устройство используется одновременно для электроустановок напряжением до 1000 В и выше 1000 В, то  $R_{\zeta} \leq \frac{125}{J_{\zeta}}$  но не выше нормы электроустановки  $U < 1000$  В (4 или 10 Ом). В электроустановках с токами замыкания  $J_{\zeta} > 500$  А,  $R_{\zeta} \leq 0,5$  Ом.

#### 1.4.2 Расчет заземления

Расчет заземления сводится к определению числа заземлителей и длины соединительной полосы исходя из допустимого сопротивления заземления.

Вид заземления	контурное
Длина заземлителя l, м	2,7
Глубина заложения заземлителя в грунт h, м	0,65
Коэффициент сезонности Kс	2,0
Удельное сопротивление грунта ρ, Ом·м	70
Диаметр заземлителя d, мм	55
Ширина соединительной полосы b, мм	50
Допускаемое сопротивление системы	4

1. В качестве заземлителя выбираем стальную трубу диаметром  $d = 55 \text{ мм}$ , а в качестве соединительного элемента – стальную полосу шириной.  $b = 50 \text{ мм}$

2. Выбираем значение удельного сопротивления грунта соответствующее или близкое по значению удельному сопротивлению грунта в заданном районе размещения проектируемой установки.

3. Определяем значение электрического сопротивления растеканию тока в землю с одиночного заземлителя

$$R_{\zeta} = 0,366 \frac{\rho \cdot K_{\zeta}}{l} \left( \lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right) =$$

$$= 0,366 \frac{70 \cdot 2}{2,7} \left( \lg \frac{2 \cdot 2,7}{0,055} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 2,7}{4 \cdot 2 - 2,7} \right) = 40,62 \hat{\Omega} .$$

где  $\rho = 70 \hat{\Omega} \cdot \text{м}$  - удельное сопротивление грунта,

$\hat{E}_{\tilde{n}} = 2,0$  - коэффициент сезонности,

$l = 2,7 \text{ м}$  - длина заземлителя,

$d = 55 \text{ мм}$  - диаметр заземлителя,

$t = h + 0,5l = 0,65 + 0,5 \cdot 2,7 = 2 \text{ м}$  - расстояние от поверхности грунта до середины заземлителя.

4. Рассчитываем число заземлителей без учета взаимных помех, оказываемых заземлителями друг на друга, так называемого явления взаимного “экранирования”

$$n' = \frac{R_{\zeta}}{R_{\zeta i}} = \frac{40,62}{4} = 10,15 \approx 10.$$

5. Рассчитываем число заземлителей с учетом коэффициента экранирования

$$n = \frac{n'}{\eta_{\zeta}} = \frac{10}{0,58} = 17,24 \approx 18$$

где  $\eta_{\zeta} = 0,58$  - коэффициент экранирования

Принимаем расстояние между заземлителями  $a = l = 2,7 \text{ м}$

6. Определяем длину соединительной полосы

$$l_{\gamma} = 1,05 \cdot n \cdot a = 1,05 \cdot 18 \cdot 2,7 = 51,03 \text{ м} .$$

7. Рассчитываем полное значение сопротивления растеканию тока с соединительной полосы

$$R_{\gamma} = 0,366 \frac{\rho \cdot \hat{E}_{\tilde{n}}}{l_{\gamma}} \lg \frac{2 \cdot l_{\gamma}^2}{b \cdot h} = 0,366 \frac{70 \cdot 2}{51,09} \lg \frac{2 \cdot 51,03^2}{0,05 \cdot 0,65} = 5,2 \hat{\Omega} .$$

8. Рассчитываем полное значение сопротивления системы заземления

$$R_{\zeta \gamma} = \frac{R_{\zeta} \cdot R_{\gamma}}{R_{\zeta} \cdot \eta_{\gamma} + R_{\gamma} \cdot \eta_{\zeta} \cdot n} = \frac{40,62 \cdot 5,2}{40,62 \cdot 0,51 + 5,2 \cdot 0,58 \cdot 18} = 2,82 \hat{\Omega} .$$

где  $\eta_{\gamma} = 0,51$  - коэффициент экранирования полосы

## Выводы

Сопротивление  $R_{3y} = 2,82$  Ом меньше допустимого сопротивления, равного 4 Ом. Следовательно, диаметр заземлителя  $d = 55$  мм при числе заземлителей  $n = 18$  является достаточным для обеспечения защиты при контурной схеме расположения заземлителей.

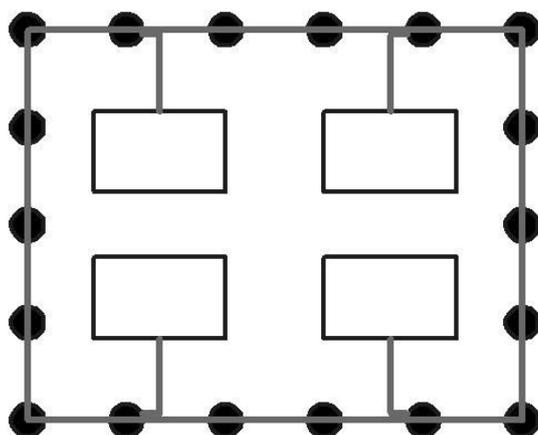


Рис. 10.4 - Схема полученного контурного заземления.

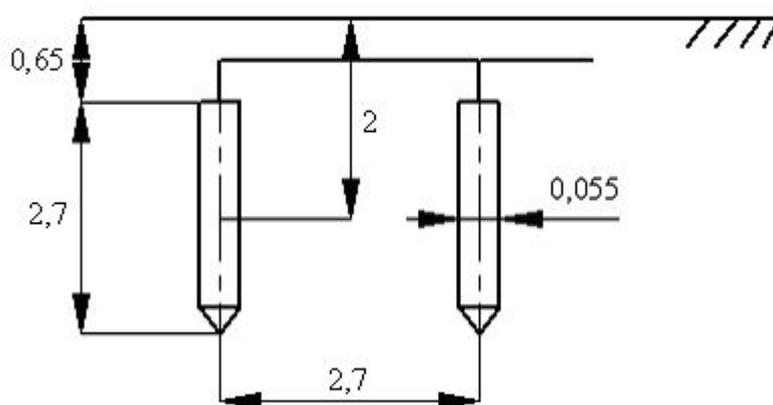


Рис. 10.5 - Схема расположения заземлителей.

Комплексная автоматизация системы водоснабжения и водоотведения на основе рациональной организации технологических режимов и применения технологии частотного регулирования производительности насосных агрегатов способствует увеличению ресурса оборудования и сетей, обеспечению повышенной безопасности рабочей станции за счет уменьшения количества циклов пуска и останова насосных агрегатов, обеспечения их запуска и останова в щадящем режиме, снижения риска порыва водоводов за счет исключения гидравлических ударов, уменьшения просадки напряжения при пуске электродвигателей, а также позволяет получить существенный экономический эффект за счет экономии электрической энергии.

Таблица № 1

Определение приведенных и эксплуатационных затрат в базовом и внедряемом вариантах, в тыс. сум.

Показатели	Варианты	
	базовый	внедряемый
Стоимость машины с учетом затрат на транспортировку и монтаж	2613,0	2613,0
Прямые капитальные затраты	2064,0	2064,0
Затраты на НИР и ОКР	-	1062,0
Капитальные затраты в производственные фонды по изготовлению, затратах НИР и ОКР	2064	3126,55
Приведенные затраты по изготовлению оборудования	2923	3082
Эксплуатационные издержки, всего в том числе:	2749,8	1365,7
- амортизационные отчисления на капитальный ремонт	391,95	551,4
- отчисления на текущий ремонт	130,65	183,8
-затраты на электроэнергию.	2227,2	630,5

Таблица № 2

Исходные данные для расчета экономической эффективности от внедрения нового автоматизированного средства труда.

	Показатели	Ед. Измерения	Варианты	
			базовый	внедряемый
	Объем потребляемой воды	т.м <sup>3</sup>	35,52	35,52
	Количество установленных машин	шт	1	1
	Производительность оборудования	м <sup>3</sup> /2	10	14,71
	Установленная мощность всего оборудования	кВт	5,5	1,557
	Коэффициент спроса	-	0,7	0,7
	Плата за электроэнергию	сум	114	114
	Размер платы за установленную мощность	сум	26800	26800
	Размер амортизационных отчислений на капитальный ремонт	%	15,0	15,0
	Отчисления на текущий ремонт	%	5,0	5,0
0	Минимальный размер зарплаты	сум	79590	79590
1	Отчисления на социальное страхование	%	23,0	23,0

Определение сопутствующих капитальных вложений.

Сопутствующие капитальные вложения, отнесенные к изготовлению нового средства труда определяется в размере 10% от стоимости базового и внедряемого оборудования:

$$K_1^1 = \frac{2613 \cdot 10}{100} = 261,3 \quad \text{Тыс. сум}$$

$$K_2^1 = \frac{3676 \cdot 10}{100} = 367,6 \quad \text{Тыс. сум}$$

Подставляя полученные значения в формулу получим годовой экономический эффект от внедрения предлагаемой машины на производство:

$$Э_r = 2923 \cdot 1,47 \cdot 1 \frac{(2749,8 - 1365,7) - 0,15(367,6 - 261,3)}{0,16 + 0,15} - 3082 = 5284,21 \text{ тыс. сум}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте рассмотрены разработка схем автоматизации систем водоснабжения и водоотведения насосной установки текстильного производства. В дипломной работе были изучены особенности разработки схем водоснабжения и водоотведения текстильного предприятия, методы и средства для построения автоматизированных насосных станций, с различными источниками водоснабжения, основные алгоритмы построения водоснабжения, а также разработка принципиальных автоматических схем. Приведен принцип работы насосной станции на производстве. С помощью различных средств были разработаны схемы автоматизации. Это говорит о том, что спроектированные и примененные к насосной станции автоматизированные схемы, полностью справились с поставленной задачей. Таким образом, доказано, что для автоматизации водоснабжения и водоотведения рационально использовать предлагаемые автоматизированные системы. Кроме того, в проекте рассматривались техника безопасности, экология. Экономический эффект от применения нового варианта составляет 5284,1 тыс. Сум, что показывает эффективность внедряемого варианта.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. И. А. Каримов "Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана" 2009г. 56 с.
2. Попкович Г.С., Гордеев М.А. "Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. Высшая школа 1986. 392.с
3. Kraftwerk Kennzeichen System. РД 153-34.1-35.144-2011 KKS. Германия. 2011г. 986 с.
4. Кисаримов Р.А. Практическая автоматика. Справочник. Высшая Школа. 2004г. 200 с.
5. Борисов А.М. Программируемые устройства автоматизации. Учебное пособие. Часть 1. Москва. 2010 310 с.
6. Борисов А.М. Программируемые устройства автоматизации. Учебное пособие. Часть 2. Москва. 2010 253 с.
7. Борисов А.М. Программируемые устройства автоматизации. Учебное пособие. Часть 3. Москва. 2010 200 с.
8. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка. 2009 г. 392.с
9. Блюмин С. Л., Шуйкова И. А. Модели и методы принятия решения в условиях неопределенности.- Липецк: ЛЭГИ. 2001 – 138с.
10. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. - К.: "Радіоаматор", 2008.-972 с.
11. Гусев Н.В., Ляпушкин С.В., Коваленко М.В. Автоматизация технологических комплексов и систем в промышленности. 2011г. 158с.
12. Шишмарев В.Ю. Основы автоматического управления. 2008 г. 238с.
13. Модели и алгоритмы автоматизированного проектирования радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры 2004г. 175 с.

**А. Г. Схиртладзе, С. В. Бочкарев, А. Н. Лыков, В. П. Борискин.**  
**Автоматизация технологических процессов. ТНТ. 2013.г 560 с.**  
Интернет ресурсы:

14. <http://works.doklad.ru/view/ekfNLjPXBhQ/9.html>
15. <http://www.twirpx.com/file/897020/>
16. <http://www.twirpx.com/file/301532/>
17. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-137-oborudovanie/79.htm>
18. <http://www.nasosinfo.ru/node/70>
19. <http://www.znakcomplect.ru/poleznosti/example/texnika-bezopasnosti/texnika-bezopasnosti-na-nasosnyx-stanciyax.html>
20. <http://www.twirpx.com/files/standarts/uzbekistan/>
21. <http://www.gov.uz/upload/iblock/f54/klassifikator.pdf>
22. <http://www.rusklimat.ru/catalog/pumps/pumps-stations/>
23. <http://www.multipumps.ru/nasosnye-stancii/>
24. <http://kazasant.narod.ru/index/0-5>