

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Ю.С. Сергеев  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автоматизация процесса управления водоотведения из резервуара канализацион-  
ной насосной станции

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ– 13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности  
доцент

\_\_\_\_\_ С.Н. Трофимова  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель работы  
доцент

\_\_\_\_\_ С.Н. Трофимова  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Экономическая часть  
доцент

\_\_\_\_\_ С.Н. Трофимова  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор работы  
студент группы ФТТ-403

\_\_\_\_\_ Д.К. Кудымов  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтроль  
ст. преподаватель

\_\_\_\_\_ О.В. Терентьев  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Златоуст 2018

## АННОТАЦИЯ

Кудымов Д.К. Автоматизация процесса управления водоотведения из резервуара канализационной насосной станции – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2018 г., 65 с., 29 ил., библиогр. список – 15 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В работе рассмотрены вопросы автоматизации процесса управления водоотведения из резервуара канализационной насосной станции

Выбранный частотный преобразователь ТППТ-630-380-50-УХЛ4 обеспечивает ожидаемый экономический эффект разработки, который составил 249948руб.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы охраны труда, производственной санитарии, экологической безопасности, обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.

						13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ		
Разраб.	Кудымов Д.К.				Автоматизация процесса управления водоотведения из резервуара канализационной насосной станции. Пояснительная записка.	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Трофимова С.Н.					Д	4	65
Т.Контр.	Сандалов В.М.					Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Н. Контр.	Терентьев О.В.							
Утверд.	Сергеев Ю.С.							

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	8
2 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ.....	15
2.1.Общая характеристика, назначение и задачи, решаемые канализационной насосной станции «Вокзал».....	15
2.2.Описание процесса работы канализационной насосной станции.....	20
2.3. Исполнительные механизмы КНС.....	22
2.4. Описание технического, метрологического и информационного обеспечения работы насосной станции.....	26
3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ.....	27
4 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	29
4.1.Требования к автоматизации водоотлива.....	29
5 ВЫБОР И ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ.....	31
5.1 Выбор датчиков уровня.....	31
5.2 Выбор извещателя.....	34
5.3 Система мониторинга и управления КНС.....	35
6 РАСЧЕТ МОДЕЛИ ДЛЯ ПАКЕТА VISSIM.....	37
6.1 Модель электропривода в программе VISSIM.....	40
6.2 Модель проектного электропривода насоса.....	43
7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА АВТОМАТИЗАЦИЮ.....	46
7.1 Расчет общей суммы затрат.....	46
7.2 Расчет эксплуатационных затрат.....	48
7.3 Расчет затрат при существующей схеме работы.....	50
7.4 Расчет показателей экономической эффективности.....	52
8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	53
8.1 Краткое описание производственного участка.....	53
8.2 Анализ всех производственных и экологических опасностей.....	53
8.3 Допустимы значения вредных производственных факторов для оперативного персонала станции.....	53
8.4 Охрана труда на производственном участке.....	54
8.5 Производственная санитария.....	56

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

8.6 Противопожарная безопасность.....	60
8.7 Экологическая безопасность.....	62
8.8 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	64
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	65

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## ВВЕДЕНИЕ

Основными техническими проблемами развития сетей и сооружений водоотведения в Златоустовском городском округе на современном этапе являются старение систем водоотведения, увеличение эксплуатируемого оборудования канализационных насосных станций с износом до 100%, неорганизованное поступление ливневых, талых и дренажных вод в хозяйственно-бытовую систему водоотведения. Все это приводит к возрастанию количества засоров, попаданию ненормативно очищенных производственных сточных вод от промышленных предприятий, от предприятий общепита в сети водоотведения ввиду отсутствия локальных очистных сооружений, а также значительный расход электроэнергии в технологическом процессе транспортировки стоков.

Согласно инвестиционной программе Общества с ограниченной ответственностью «Златоустовский Водоканал» «Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения в Златоустовском городском округе на 2016 – 2020 годы»[1] и в соответствии с нормативными требованиями Правил холодного водоснабжения и водоотведения, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.07.2013г. № 644»[2] целевым показателем деятельности по системе водоотведения в группе надежности (бесперебойности) обеспечения потребителей услугой водоотведения выделены такие целевые индикаторы, как доведение гарантированной продолжительности оказания услуг по водоотведению в течение суток – до 24 часов в сутки и снижение тяжести трудового процесса персонала, обслуживающего канализационные насосные станции (КНС), а также снижение удельного расхода электроэнергии на единицу объема сточных вод на 0.01 кВт.

В связи со сложившимся положением возникает потребность в автоматизации процесса управления водоотведением из резервуара канализационной насосной станции «Вокзал».

Целью выпускной квалификационной работы является снижение энергозатрат на канализационной насосной станции «Вокзал».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Анализ характеристик оборудования
- Описание работы канализационной насосной станции
- Разработка функциональной схемы автоматизации
- Выбор и описание комплекса технических средств
- Расчет математической модели в программе VISSIM
- Определение затрат на автоматизацию
- Разработка безопасных условий управления КНС

Объект выпускной квалификационной работы – канализационная насосная станция «Вокзал», предмет - система контроля и управления водоотведением.[3]

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ				

# 1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Выбор частотного преобразователя

Для двухтрансформаторного электропривода выбирается преобразователь ТППТ - 07 – 320 производства ЗАО «Электротекс» с номинальным напряжением 6 кВ предназначенные для частотного регулирования асинхронных двигателей напряжением («высокое – низкое – синусоидальный выходной фильтр - высокое») на основе преобразователя частоты с напряжением 0,4 кВ.

Комплект поставки высоковольтного преобразователя частоты состоит из:

- Преобразователя частоты звена низковольтного преобразования;
- Входного и выходного трансформатора;
- Синусоидального фильтра;
- Пульта дистанционного управления;
- Бокса для поддержания климатки при расположении высоковольтного преобразователя вне отапливаемого помещения.

В электроприводах ТППТ-07 реализованы:

- оптимизированные алгоритмы высокочастотного ШИМ-управления;
- законы частотного регулирования АД.

Электроприводы ТППТ-07 обеспечивают:

- плавный пуск;
- длительную работу в заданном диапазоне частот вращения и нагрузок;
- реверсирование движения;
- торможение и остановка;
- защиту электрического и механического оборудования в аварийных и нестандартных режимах.

Предусматривают работу в ручном и автоматическом режимах.

Электропривод содержит:

Для приема управляющих и задающих сигналов:

- 6 дискретных входов;
- не менее 2 аналоговых входов;

Для управления внешними устройствами:

- не менее 2 программируемых релейных выходов;
- 2 аналоговых выхода.

В электроприводах ТППТ-07 может быть установлено:

- от 320 до 1000 кВт —канал последовательной связи с системой управления верхнего уровня.

Шкафы электропривода ТППТ-07 - 320 для КНС «Вокзал» необходимо приобретать со степенью защиты IP54.

Технические данные и цена комплекта высоковольтного преобразователя частоты ТППТ - 07 – 320 приведены в таблице 1.2.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Таблица 1.1 – Данные преобразователя ТПТТ - 07 – 320

Тип преобразователя частоты	Масляные трансформаторы		Номинальный выходной ток, А.	Мощность эл.двигателя, кВт.	Цена комплекта с НДС, рублей
	Тип	Номинальная выходная мощность кВА			
ТПТТ-07-320	ТМГ-630	630	38	315/320	1 708 600

Выбор частотного преобразователя для бестрансформаторного электропривода

Для бестрансформаторного электропривода выбирается преобразователь РИТМ-В-315/39-6000, предназначенный для частотного регулирования мощных асинхронных двигателей напряжением 6кВ. Подробные параметры для преобразователя РИТМ-В-315/39-6000 приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.2 – Технические данные преобразователя РИТМ-В-315/39-6000

Наименование параметра	Величина, единица измерения параметра
Частота входного напряжения	50/60 Гц ± 3%
Уровень входного напряжения	6 кВ (-20% / + 15%)
Допустимое время отсутствия питания	100 мс
Входной коэффициент мощности	Более 0.97 (при номинальной нагрузке)
КПД	Более 96% (при номинальной нагрузке)
Метод управления	АС-DC-АС&DC (ШИМ)
Диапазон выходной частоты	От 0 до 60 Гц
Точность выходной частоты	0.1 Гц
Выходные параметры	
Мощность двигателя	315 кВт
Полная мощность преобразователя	400 кВА
Номинальный ток	39 А
Количество последовательных силовых ячеек на фазу	5
Наименование параметра	Величина, единица измерения параметра

Окончание таблицы 1.2

Наименование параметра	Величина, единица измерения параметра
<b>Общие характеристики</b>	
Перегрузочная способность	120% (1 мин), 150% (2 с), 160% (срабатывание непосредственной защиты по перегрузке); для ЧП с высокой перегрузочной способностью(опционально): 150% (1 мин), 180% (2 с), 200% (срабатывание непосредственной защиты по перегрузке)
Наименование параметра	Величина, единица измерения параметра
Время разгона/торможения	6 – 1200 с
Аналоговый вход	0 - 5 В, 0 - 20 мА, 4 - 20 мА
Аналоговый выход	0 - 10 В, 0 - 20 мА, 4 - 20 мА вольтовый, токовый и частотный выходы
Аналоговый сигнал обратной связи	0 - 5 В, 4 - 20 мА
Связь с ЦПУ	Интерфейс RS-485
Логический вход/выход	24-канальный / 16-канальный
Защитные функции	Перегрузка по току, чрезмерная нагрузка, короткое замыкание, дисбаланс фаз, кратковременное пропадание напряжения питания, потеря входной/выходной фазы, перегрузка по напряжению, низкий уровень напряжения, перегрев, отключение по внешней ошибке, автоматический байпас силовой ячейки
<b>Окружающая среда</b>	
Температура окружающей среды в рабочем режиме	0 °С ± +40 °С
Температура хранения и транспортировки	-40 °С ± +70 °С
Охлаждение	Воздушное, принудительное
Влажность	< 90% (без конденсата)
Высота над уровнем моря	< 1.000 м
Степень защиты	IP30
<b>Массогабаритные характеристики</b>	
Линейные размеры, мм (Д x В x Ш)	3600x2200x110
Вес (кг)	не более 4200
Цена, руб.	3200000

Выбор частотного преобразователя для привода с низковольтным асинхронным двигателем

Для частотно-регулируемого привода с низковольтным асинхронным двигателем выбираем преобразователь частоты ТПТ-630-380-50УХЛ4 производства ЗАО «Электротекс» с номинальным напряжением 0,4 кВ.

Преобразователи частоты серии ТПТ ориентированы на мировой рынок. Они изготавливаются российскими специалистами с высокой квалификацией и

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10



богатым производственным опытом в тесном сотрудничестве с ведущими НИИ и потребителями в соответствии с мировыми нормами. Высокое качество обеспечивается выбором лучших технических решений и комплектующих признанных мировых производителей Mitsubishi, Semikron, Eupec, Texas Instruments, LEM, Siemens.

Каждый преобразователь частоты подвергается выходному контролю и испытаниям в предельных условиях эксплуатации. Преобразователи частоты имеют полный набор функций защиты электродвигателей.

Предусматривается система блокировок параметров работы, повышающая безопасность во время эксплуатации.

Для всех преобразователей частоты предусмотрены единый принцип управления, программное обеспечение, одинаковые дополнительные опции, принадлежности и панели управления. Кроме того, в преобразователях применяется одна и та же плата управления. Преобразователи частоты имеют унифицированные запасные части. Система качества соответствует мировой системе ISO9001-2000.

Преобразователи частоты имеют малые габариты и легко встраиваются в различные системы. Кроме этого имеется еще целый ряд преимуществ таких как:

- одностороннее обслуживание;
- высокоэффективное охлаждение;
- два варианта размещения (настенное и напольное).

В распоряжении пользователя имеется удобный интерфейс и система профессиональной настройки работы преобразователя частоты облегчающих его ввод в эксплуатацию на различных объектах. Доступные для пользователя настройки программы управления включают в себя возможность:

- местного (с встроенного в преобразователь частоты пульта) либо дистанционного (пульт дистанционного управления, контроллер обмена по RS 485 для систем (АСУ ТП) управления; Регулирования скорости нарастания частоты при пуске и падение частоты при останове электропривода;
- коррекции уставок максимальных токов для эффективной защиты электродвигателя меньшей мощности при работе со станцией управления группы насосных агрегатов с различной мощностью;
- количество и алгоритм повторных пусков электродвигателей;
- программирование работы по часам реального времени на период от суток до месяцев;
- программирование алгоритма подачи управляющих сигналов на включение и отключение дополнительного насосного агрегата при недостаточной производительности основного.

Преобразователи частоты отличаются простотой в эксплуатации и имеют:

- подробные иллюстрированные руководства;
- упрощенный интерфейс для дежурного персонала;
- подробные рекомендации по оптимальному применению и новым техническим решениям, практическому опыту эксплуатации;
- простые в эксплуатации панели управления (стандартно, жидкокристаллический цифро-знаковый дисплей, как опция графический дисплей). Принцип

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ					

работы с панелью управления одинаков для всех преобразователей частоты;

- заводскую установку основных параметров ПЧ адаптированную к заявленному потребителем варианту нагрузки.
- разъем порта RS485 для подключения персонального компьютера;
- имеется возможность быстрой модернизации ранее установленных преобразователей частоты путём подключения дополнительных модулей.

Технические данные преобразователя ТППТ-630-380-50 приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.3 – Технические данные преобразователя ТППТ-630-380-50-УХЛ4

Наименование, единица измерения параметра	Величина, параметра
Номинальное напряжение на входе, В	380 +10%, (+10/-15% - по заказу)
Номинальная частота напряжения на входе, Гц	50 (60) + 1%, (до + 5% - заказу)
Диапазон изменения напряжения на выходе, В	От 15 до 400
Диапазон изменения частоты основной гармоники, Гц	От 0,1 до 65
Коэффициент мощности, не менее	0,9 (при наличии дросселя в звене постоянного тока)
КПД в номинальном режиме, не менее	0,97
Ток перегрузки	125% номинального тока при продолжительности нагрузки 300 с и времени усреднения 10 мин
Интерфейс связи (протокол передачи данных)	RS 485 (Modbus - RTU, Modbus - ASCII)
Аналоговые входы (4-20 мА)	2
Аналоговые выходы (4-20 мА)	3
Дискретные входы	8
Дискретные выходы	3
Вид охлаждения	Воздушное, принудительное
Климатическое исполнение	УХЛ4 (У1)
Цена, руб.	590000

Сведем для удобства основные технические характеристики преобразователей частоты в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 - Основные технические характеристики преобразователей

Наименование характеристики	ТППТ-07-320	РИТМ-В-315/39-6000	ТППТ-630-380-50-УХЛ4
Номинальная мощность, кВт	320	315	315
Напряжение питающей сети, кВт	6	6	0,4
Напряжение на выходе привода, кВт	6	6	0,4

Окончание таблицы 1.4

Наименование характеристики	ТТПТ-07-320	РИТМ-В-315/39-6000	ТТПТ-630-380-50-УХЛ4
Частота питающей сети, Гц	50	50-60	50
Частота выходного напряжения, Гц	0 -50	0-60	0,1 - 65
КПД, %	95	96	97
Режим работы	длительный	длительный	длительный
Способ охлаждения	воздушный	воздушный	воздушный
Цена, руб	1708600	3200000	590000

В состав преобразователей частоты входят блоки:

- входной фильтр (ФВ), предназначенный для ограничения токов короткого замыкания, снижения скорости коммутации и ограничения обратного тока тиристор;

- управляемый трехфазный мостовой выпрямитель (В), предназначенный для выпрямления сетевого напряжения, стабилизации напряжения в звене постоянного тока и осуществления плавного пуска двигателя. Выпрямитель собран из тиристорных вентилей;

- фильтр звена постоянного напряжения (ФПТ);

- трехфазный мостовой автономный инвертор напряжения (АИН), предназначенный для преобразования выпрямленного напряжения в переменное с требуемыми значениями частоты и напряжения. Вентили инвертора построены на базе последовательно соединенных IGBT-модулей с защитными цепями;

- фильтр синусоидальный (ФС), предназначенный для фильтрации выходного ступенчатого напряжения и тока инвертора;

- система управления с пультом управления (ПУ), конструктивно выполнена на двери одного из шкафов преобразователя. На лицевой панели пульта управления расположены дисплей и клавиатура для задания режимов электропривода и диагностики его состояния.

Преобразователь функционирует следующим образом. Сетевое напряжение выпрямляется в выпрямителе и сглаживается в промежуточном фильтре ФПТ. Синусоидальное (в среднем) напряжение формируется при помощи инвертора АИН с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Пульсации ШИМ сглаживаются фильтром ФС, поэтому напряжение на выходе синусоидальное. Содержание высших гармоник в нем не более 5 % и двигатель в установившемся режиме работает как при питании от сети - без добавочных потерь. В переходных режимах амплитуда и частота напряжения формируются по принципу векторного управления, обеспечивая оптимальный режим двигателя в процессе пуска при изменениях уставки скорости (производительности). Величина уставки может задаваться либо с местного пульта, либо дистанционно из автоматизированной системы.

Вывод по главе один:

В данной главе был выбран частотный преобразователь ТПТ-630-380-50-УХЛ4, имеющий частоту питающей сети 57Гц, КПД 97%, что позволит произвести автоматизацию.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

## 2 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

### 2.1. Общая характеристика, назначение и задачи, решаемые канализационной насосной станцией «Вокзал»

Канализационная насосная станция представляет собой комплекс гидротехнического оборудования и сооружений, который используется для перекачки хозяйственно-бытовых, промышленных или ливневых сточных вод в тех случаях, когда их отведение самотёком невозможно.

Водоотведение представляет собой сложный комплекс инженерных сооружений и процессов: сбор и транспортировка хозяйственно-бытовых сточных вод от населения и предприятий города, не нормативно очищенных производственных сточных вод от промпредприятий по самотечным и напорным коллекторам водоотведения на районные канализационные насосные станции (11 шт.); дополнительное неорганизованное поступление в сети водоотведения стоков ливневых и талых вод при недостаточно развитой системе ливневой канализации города; механическая и биологическая очистка поступивших сточных вод на очистных сооружениях канализации; сброс в реку Ай.

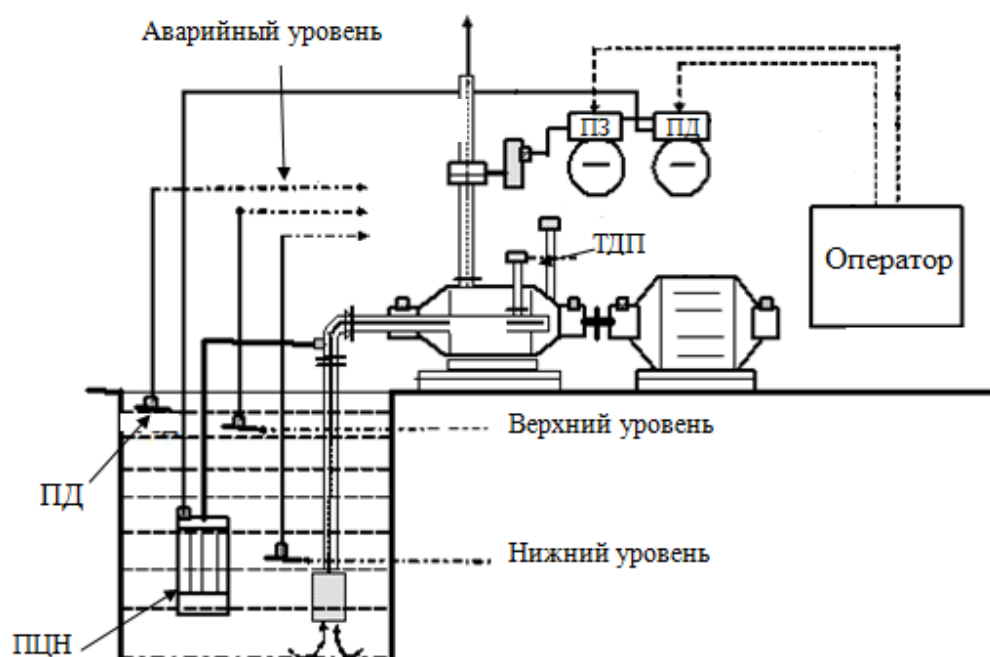


Рисунок 2.1 - Функциональная схема КНС

ПЦН - погружной центробежный насос;  
ПД - поплавковый датчик уровня воды  
в водосборнике;  
ТДП - датчики температуры подшипников;  
ПЗ - привод задвижки;

Технологический процесс откачивания воды характеризуется такими режимами работы главной насосной установки водоотлива:

- пуск;
- рабочий режим;
- остановка.

Режим пуска начинается при достижении водой в резервуаре среднего уровня. Если пуск проходит нормально, то насос создает требуемое давление воды в нагнетательном трубопроводе, развивает необходимую подачу и режим пуска завершается.

В рабочем режиме контролируется процесс откачивания воды.

При этом необходимо контролировать:

- уровень воды в резервуаре;
- подачу насоса;
- расход электроэнергии приводным электродвигателем;
- коэффициент полезного действия водоотливной установки.

Если процесс откачивания идет нормально, то уровень воды постепенно снижается до нижнего уровня. При его достижении надо затворить и отключить насосный агрегат и закрыть задвижку на обратном трубопроводе.

В случае, когда уровень воды повышается и достигает аварийного уровня, то это означает, что приток воды к резервуару превысил нормальный и подачи одного насоса недостаточно. Тогда необходимо включить параллельно в работу резервный насосный агрегат.

Аварийная ситуация характеризуется наличием отклонений от нормального режима работы водоотливной установки.

К аварийной ситуации могут привести ряд обстоятельств:

- перегрев подшипников насоса или приводного электродвигателя,
- снижение производительности насоса,
- порыв трубопровода,
- достижение водой аварийного уровня в водосборнике.

В этом случае насосный агрегат должен отключиться и к работе подключиться резервный насос.

Аварийная ситуация может возникнуть и в процессе пуска. Если после включения приводного электродвигателя насос не развивает номинального давления и подачи, то задвижка закрывается и электродвигатель отключается от сети, после чего проводится пуск второго насосного агрегата.

Также одной из особенностей функционирования водоотливной установки является непостоянство ее рабочих параметров (подачи, напора, коэффициента полезного действия) в процессе эксплуатации. Объясняется это сложными условиями эксплуатации, особенно перекачиванием кислых и загрязненных вод. Несмотря на то, что в водосборнике, где скорость движения воды небольшая, предполагается осветление воды от твердых взвешенных частиц, но на практике почти 40% твердой суспензии удаляется насосами, которая приводит к их интенсивному износу. В процессе эксплуатации постепенно снижается и пропускная способность трубопровода. В результате совместного влияния этих факторов

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

изменяются рабочие параметры насоса: подача, напор и коэффициент полезного действия, что в свою очередь приводит к перерасходу электроэнергии на водоотливе.

Главная водоотливная установка является крупным электропотребителем. Поэтому для управления электроснабжением нужен контроль за расходом электроэнергии приводным электродвигателем насоса.

В соответствии с выше изложенным аппаратура автоматизации насосной станции водоотлива должна обеспечивать:

- автоматическое управление насосами по уровню воды в резервуаре;
- автоматическое включение параллельно работающему насосу резервного при достижении аварийного уровня воды в резервуаре;
- автоматическую замену насоса, отключенного из-за неисправности, резервным насосом;
- учет времени работы насосов;

Следующие виды защит:

- от перегрева подшипников;
- заклинивания задвижки;
- невозможность повторного пуска неисправного насосного агрегата без вмешательства обслуживающего персонала;
- подачу звуковой и световой сигнализации о параметрах насосного агрегата (об уровне воды, расходе электроэнергии, работе насосов, неисправности установки, времени начала и окончания максимумов энергопотребления) и режимах работы насоса.

Сети канализации Златоустовского городского округа выполнены из стальных, чугунных, железобетонных, асбестоцементных, керамических труб диаметром 100-1500 мм.

На обслуживании ООО «Златоустовский Водоканал» - 265,2 км сетей канализации. Фактический срок эксплуатации сетей водоснабжения и водоотведения – 50-60 лет.

Динамика показателей надежности обеспечения потребителей услугами водоснабжения и водоотведения (таблицы 2.1, 2.2) показывает, что процент оборудования, требующего замены, превышает 80%.

Таблица 2.1. Техническое состояние системы водоотведения водоснабжения

Наименование	2015г.		2016г.		2017г.		2018г.		2019г.		2020г.	
	км	%	км	%	км	%	км	%	км	%	км	%
Всего водопроводных сетей в том числе	244,6		246,6		246,6		246,6		246,6		246,6	
Требуют замены	207,9	85	207,9	85	207,6	84,8	207,3	84	206,9	84,6	206,9	84

Таблица 2.2. Техническое состояние системы водоотведения.

Наименование	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	км	%	км	%	км	%	км	%	км	%	км	%
Всего канализационных сетей в том числе	265		265		265		265		265		265	
Требуют замены	225	85	222	83	222	84	221	83	221,2	83	221	83

Сети, имеющие столь значительный фактический срок службы, сильно изношены, подлежат замене и реконструкции. При этом планируемый объем водоотведения в 2020 году увеличится на 9,3% (таблица 2.3). Оборудование насосных станций, запорная арматура на магистральных и распределительных сетях также имеют значительный фактический срок службы и износ, требуют замены.

Таблица 2.3. Динамика объема водоотведения

Показатели	Ед.изм	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Полезный отпуск	Тыс.м <sup>3</sup>	11130	11808,3	11951,8	11627,8	11917,8	15462,7	19763,4

Канализационная насосная станция «Вокзал» расположена вблизи ж/д вокзала.

Она обеспечивает сбор и транспортировку сточных вод со всего жилого района Вокзал, осуществляет сбор и отведение сточных вод и отходов жизнедеятельности человека в черте района «Вокзал» численностью  $\approx 33,5$  тыс. чел. В том числе обеспечивает сбор и транспортировку с предприятий находящихся непосредственно в черте района Вокзал, таких как ЗЭС, СИЗО №4, детские сады, школ, локомотивное депо, ж/д больница, роддом №1 и т.д., предотвращает подтопление улиц Нижне-Вокзальная, Мечникова, Чегресовская, Красина, Гончарова, и многих других улиц района Вокзал.

График потребления воды на территории, обслуживаемой КНС «Вокзал» и диаграмма работы насосов КНС представлены на рисунке 2.3-2.5

При выборе КНС учитывают предполагаемые объемы сточных вод, размеры устройства, степень загрязненности сточных вод и тип загрязнений.

На выбор также влияют особенности рельефа земельного участка, на котором устанавливается станция, и глубина, на которую заложен проводящий трубопровод.



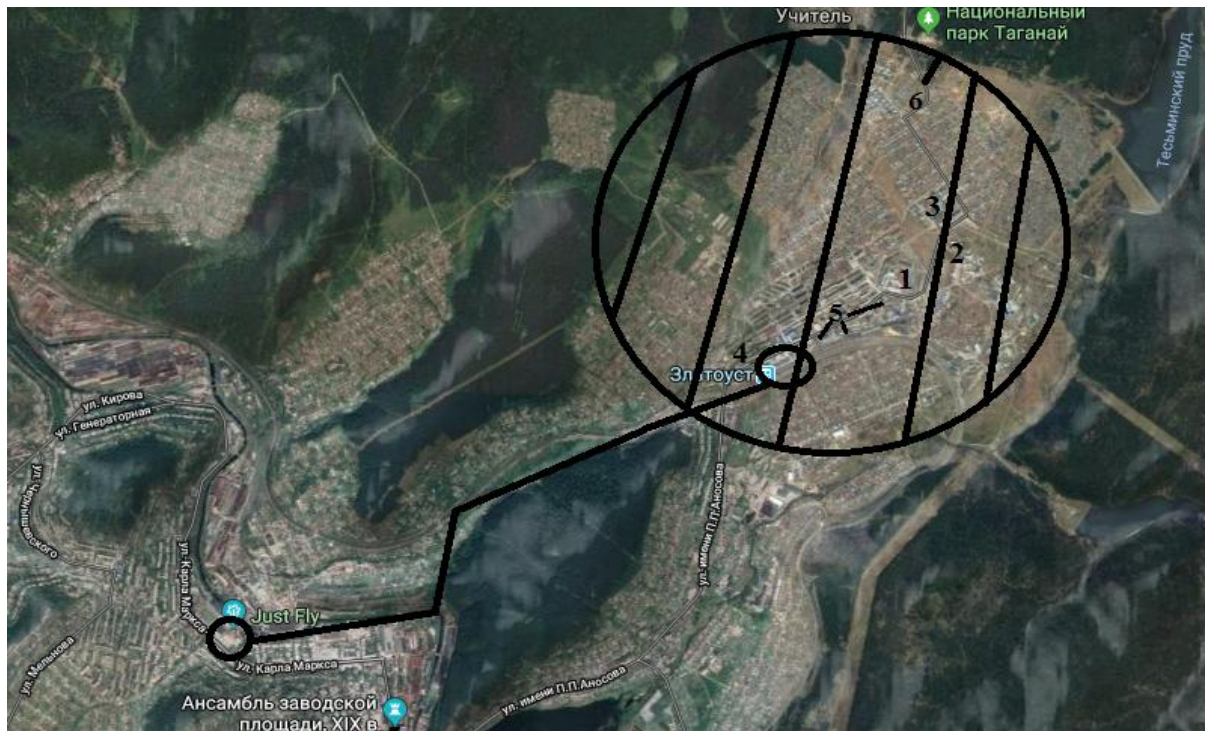


Рисунок 2.2 - Схема водоотведения сточных вод с КНС Вокзал на КНС Кварцит

- 1 - СИЗО 4
- 2 - МРСК УРАЛА
- 3 - Ж/д Больница, роддом №1
- 4 - Локомотив, Спортивный Комплекс
- 5 - ПЧ4, ЭЧ, локомотивное депо
- 6 - Зона обслуживания КНС «Вокзал»

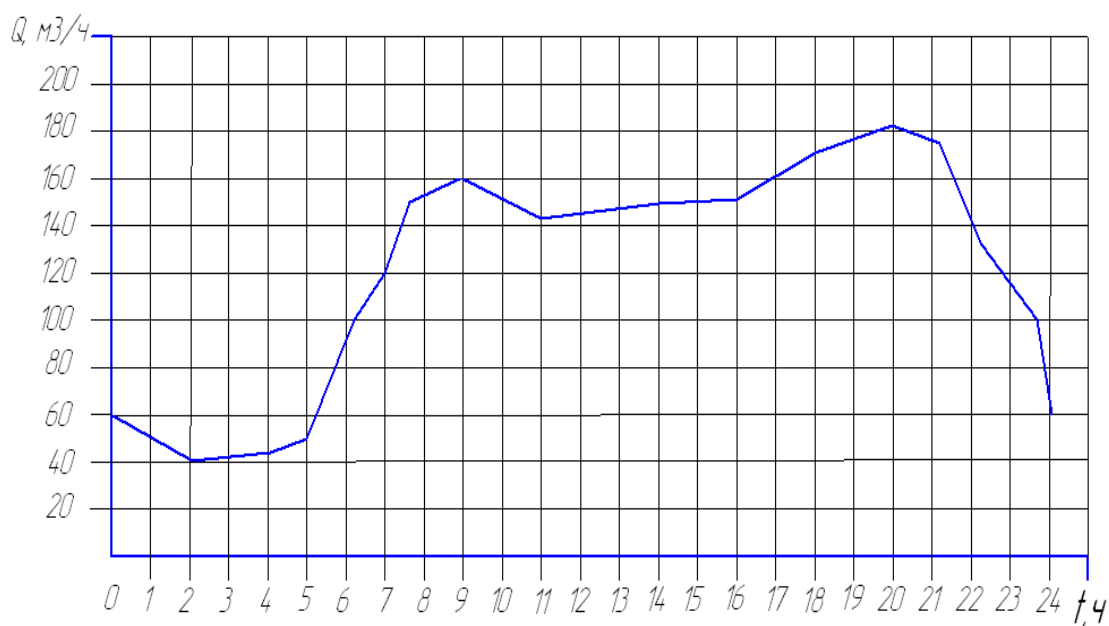


Рисунок 2.3 - График потребления воды в рабочие дни

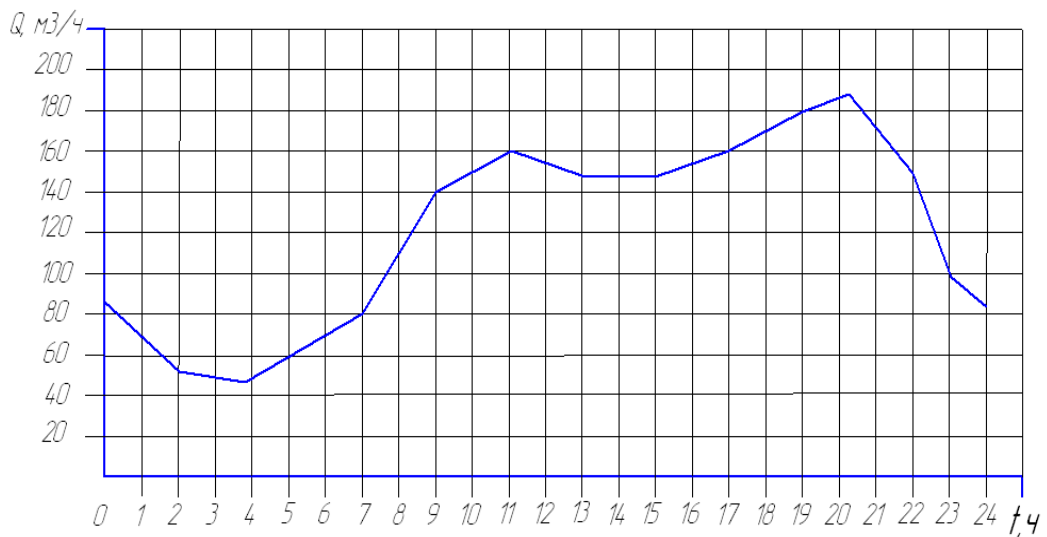


Рисунок 2.4 - График потребления воды в выходной день

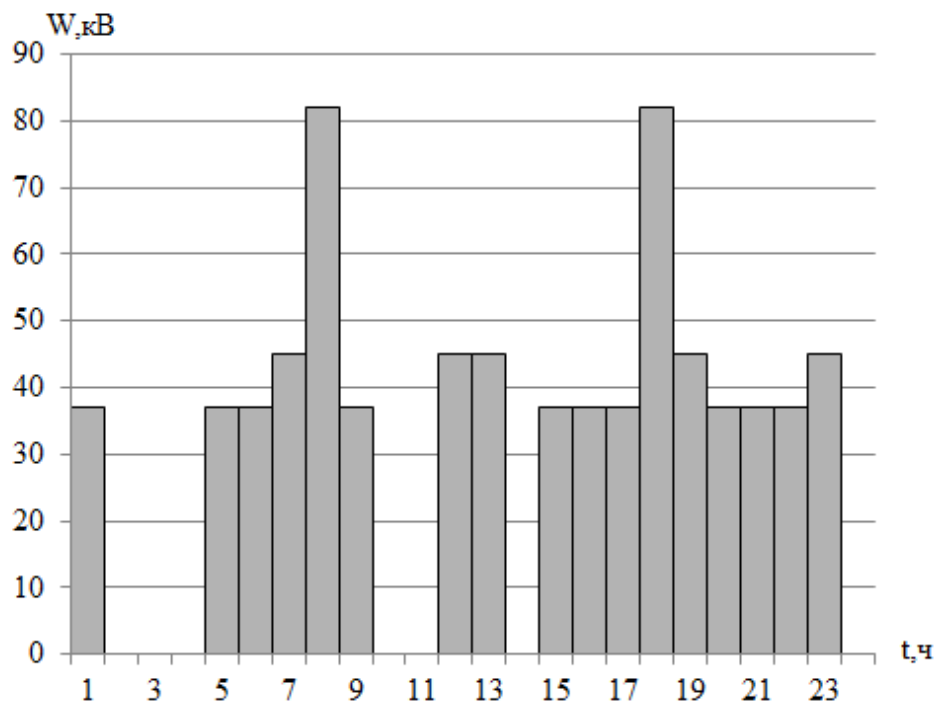


Рисунок 2.5 - Диаграмма работы насосов

## 2.2. Описание процесса работы канализационной насосной станции

В приемную часть сливаются стоки, которые благодаря плотной прокладке воды не просачиваются в грунт, и под давлением принудительно прокачиваются насосами в напорный трубопровод. Далее сточные воды попадают в распределительную камеру и по трубам транспортируются на очистные сооружения. Чтобы стоки не возвращались обратно в трубопровод насоса, предусмотрен обратный клапан. Если объем стоков существенно повышается, включается дополнительный

насос. Если насосы не справляются с объемами сточных вод, включается сигнализация.

Отходы жизнедеятельности человека и сточные воды поступают из центральной канализации района «Вокзал» в резервуар, после заполнения данного резервуара включаются насосы, которые направляют поток вод на КНС «Кварцит».

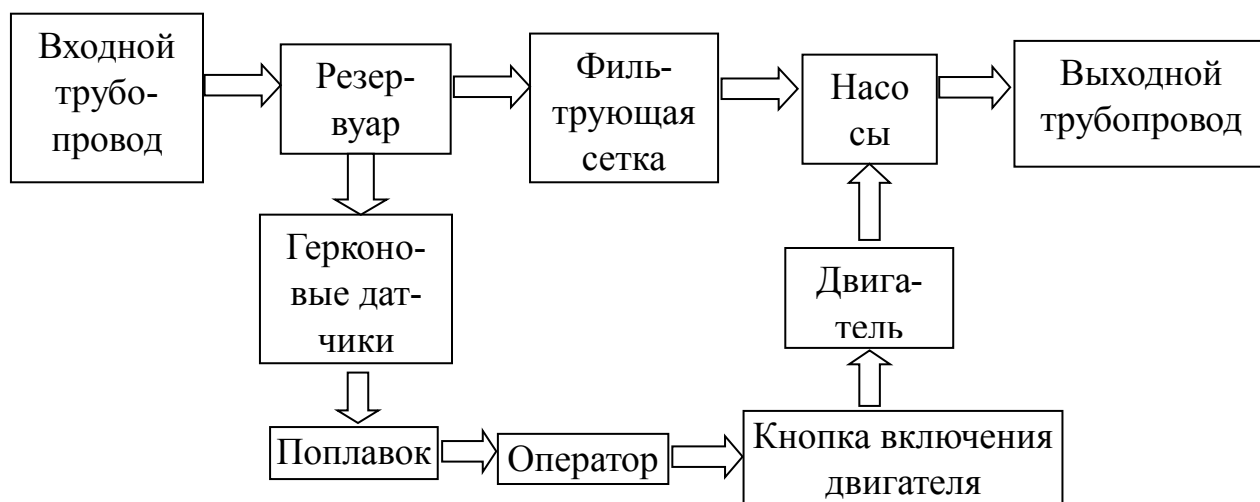


Рисунок 2.6 - Структурная схема КНС «Вокзал»

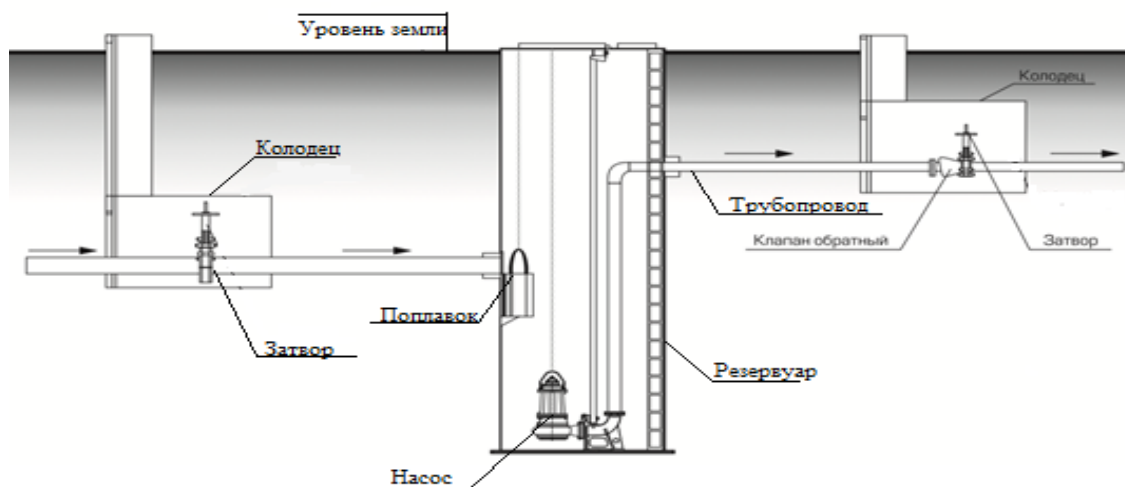


Рисунок 2.7 - Процесс работы КНС

КНС управляется с помощью оператора, который следит за уровнем поступающих отходов при помощи поплавковых датчиков, расположенных на разных уровнях, благодаря чему станция работает в таком режиме:

1. Датчики первого уровня указывают на малый объем стоков, насосы не работают.
2. Датчики второго уровня включают насос на перекачку скопившихся отходов. Объем стоков в пределах нормального.

4. Датчики третьего уровня срабатывают при повышенном объеме вод и включают резервный насос для откачки избытка стоков.

5. Датчики четвертого уровня включают аварийный сигнал, поскольку устройства для откачки сточных вод не справляются с их объемом. В этом случае обслуживающей бригаде необходимо принять меры для нормализации работы КНС, так как сигнализация может включиться в результате поломки одного из насосов.

Для упрощения обслуживания КНС оборудованы люком и лестницей. Когда перекачка отходов завершена, уровень стоков падает ниже первого датчика, система отключается.

Визуальный осмотр состояния запорной арматуры, насосов, проверка показателей панели управления. Если есть показатели ненормальной работы насоса, посторонние шумы или вибрации, агрегат извлекают из емкости, осматривают, промывают и проверяют.

Очистка насосов и корпуса станции производится чистой водой из шланга с помощью щеток без применения моющих средств. При очистке важно не допускать попадания воды под напором на панель управления.

Демонтаж насосов для проверки, последующий монтаж. При установке агрегатов нужно добиться, чтобы они закрепились на автоматической трубной муфте.

Техническое обслуживание предусматривает проверку состояния и очистку улавливателя крупного мусора.

Текущий ремонт предусматривает замену изношенных деталей, затягивание крепежей гаечными ключами.

При ремонте КНС обслуживающий персонал должен придерживаться требований безопасности, использовать защитные меры. Демонтаж насосов должен осуществляться только после полного остывания агрегата; необходимо отключить.

### 2.3. Исполнительные механизмы КНС

Основным элементом КНС является двигатель серии 4A200M4 [4].

В КНС используется 4A200M4 асинхронный трехфазный электродвигатель 37 кВт 1460 об/мин короткозамкнутый ротор, с привязкой мощности к габаритным размерам по Европейскому стандарту DIN (Cenelec), предназначен для подключения к трехфазной сети переменного тока напряжением 380В.

Таблица 2.4. Технические характеристики электродвигателя

Модель	4A200M4
Обороты, об/мин	1460
Скольжение, %	1,7
Мощность, кВт	37
Входное напряжение, В	380
КПД, %	91
Коэффициент мощности, Cos φ	0,90
Перегрузочная способность	K <sub>м</sub> = 2,2

#### Окончание таблицы 2.4

Кратность пускового момента	$K_{п} = 1,4$
Кратность пускового тока	$K_{I} = 7$

Электронасосный агрегат ФГ114/46 типа СМ состоит из насоса и электродвигателя, смонтированных на общей фундаментной плите.

Крутящий момент от электродвигателя к насосу передается через втулочно-пальцевую муфту. Муфта закрыта ограждением, закрепленным на фундаментной плите.

Насос состоит из трех основных узлов: приводной части, проточной и узла уплотнения.

На корпусе подшипников приводной части насоса предусмотрены резьбовые отверстия под установку термопреобразователя сопротивления ТСМ-0979 для контроля температуры подшипников.

Проточная часть состоит из корпуса насоса, рабочего колеса и переходного патрубка. Переходной патрубком имеет люк, предназначенный для прочистки проточного тракта перед рабочим колесом при его засорении.

В уплотнение вала на месте выхода из корпуса насоса (одинарное торцовое или двойное мягкий сальник) необходима подача технически чистой воды температурой не более 45°C под давлением, на 0,5-1 кгс/см<sup>2</sup> превышающим давление на всасывании. Расход воды составляет 1% подачи насоса.

Всасывающий патрубок направлен вдоль горизонтальной оси насоса, напорный выведен на вертикальную ось и направлен вверх.

Направление вращения вала насоса по часовой стрелке, если смотреть со стороны электродвигателя, проверяется пробным кратковременным пуском, при проверке насос должен быть заполнен водой.

Перед вводом в эксплуатацию агрегат должен быть заземлен.

Конструкция насоса обеспечивает его разборку и сборку на месте эксплуатации без демонтажа напорного и всасывающего трубопроводов.

Основные детали и детали проточной части насоса (корпус, рабочее колесо, корпус торцового уплотнения, корпус сальника, подшипников, защитная втулка) выполнены из серого чугуна СЧ 20 ГОСТ 1412-85, вал - из стали 35 - № ГП ГОСТ 1050-88.

Таблица 2.5. Технические характеристики насоса

Подача	118 м <sup>3</sup> /час
Напор	32 м
Мощность двигателя	45 кВт
Частота вращения	1500 об/мин
КПД насоса не менее	64 %
Номинальный диаметр рабочего колеса	335 мм.
Масса насоса	285 кг.
Масса агрегата	663 кг.
Габаритные размеры агрегата	1670x520x785 мм.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Предназначен для перекачивания бытовых и промышленных загрязненных вод с водородным показателем рН от 6 до 8,5, плотностью до 1100кг/м<sup>3</sup>, с температурой до 90°С, с содержанием абразивных частиц не более 1% по объему, размером частиц до 5мм.

Характер перекачиваемой жидкости, которая содержит большое количество загрязнений, предъявляет к конструкции такое требование, как незасоряемость насоса. Проточные каналы насоса выполняются более широкими по сравнению с каналами насосов, перекачивающих чистые жидкости. Обтекаемые поверхности рабочего колеса устанавливаются заподлицо с поверхностью спирального канала.

В сальниковое уплотнение подается затворная жидкость под давлением, превышающим давление перед уплотнением со стороны рабочего колеса на 0,5÷1кГс/см.

Конструкция чугунных насосов типа СМ к СМС соответствует международным стандартам, наличие монтажного проставив между валами насоса и электродвигателя позволяет демонтировать насос без демонтажа трубопроводов и электродвигателя.

Конструкция этих насосов не позволяет демонтировать его без отсоединения трубопроводов.

Фекальные судовые насосы типа ФС и ФГС - свободно-вихревые горизонтальные, моноблочные, предназначены для перекачивания сточных и бытовых вод с температурой до 55°С с посторонними включениями (фекалии, бумага, пищевые отходы) и предназначены главным образом, для судовых систем.

Насос СД 60/45 Предназначены для перекачивания городских и производственных сточных масс и других неагрессивных плотностью до 1050кг/м<sup>3</sup> с рН=6 - 8,5, с температурой до 353К (80°С) и с содержанием абразивных частиц размером до 5 мм. не более 1% по массе.

Предельная концентрация перекачиваемой массы 2%.

Предельное содержание газа в перекачиваемой среде 5%.

Насосы могут применяться и в других производствах, если по своим параметрам и исполнению они удовлетворяют условиям эксплуатации и безопасности на этих производствах.

Насосы (агрегаты) относятся к изделиям общего назначения (ИОН) вида I (восстанавливаемые) по ГОСТ 27.003-90 и выпускаются в климатическом исполнении УХЛ для категории размещения 3.1 и климатическом исполнении Т категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69.

Насосы и агрегаты предназначены для районов с сейсмической активностью до 7 баллов включительно по шкале MSK-64.

Насос выполнен в соответствии с общими требованиями безопасности по ГОСТ 31839-2012.

Электромеханическое коммутационное устройство, изменяющее состояние подключённой электрической цепи при воздействии магнитного поля от постоянного магнита или внешнего электромагнита, например, соленоида.

Конструктивно в герконе имеются ферромагнитные контакты, впаянные в герметичную стеклянную колбу. Эти контакты совмещают функции токопровода,

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

магнитопровода и пружины.

При увеличении внешнего магнитного поля свыше порогового, упругие контакты геркона «слипаются», замыкая электрическую цепь. При снятии внешнего поля за счет упругости контактов происходит размыкание цепи.

Контакты в герконе изолированы от вредного влияния внешней среды обычно стеклянным герметизированным корпусом, поэтому пригоден для использования в условиях повышенной запылённости, влажности, в агрессивных средах.

В качестве материала для контактных пластин обычно используются сталь и никель с напылением из более стойкого металла (родий, рутений) в местах контакта. Критическим показателем качества и надёжности геркона является герметичность в месте соприкосновения стекла корпуса и металла проводников. Преимущества:

- Долговечность герконов, обусловленная отсутствием трения между деталями (более  $10^{12}$  коммутационных циклов, в среднем —  $10^{10}$  срабатываний).
- Меньший размер по сравнению с классическим реле, рассчитанным на такой же ток.
- Способность коммутировать сигналы очень малой мощности (порядка нВ или фА) без значительного повышения цены конечного изделия.
- Отсутствие вносимого шума и искажения сигнала.
- Высокое быстродействие по сравнению с электромеханическими реле.
- Высокое сопротивление изоляции между контактами (до  $10^{15}$  Ом).
- Удобство применения: изоляция контактов от внешней среды (нет необходимости беспокоиться об их чистоте), гальваническая развязка управляющих и коммутируемых цепей («сухой контакт»), отсутствие механической привязки к воздействию элементу (постоянному магниту).
- Недостатки:
  - Дребезг контактов из-за их высокой упругости (для компенсации дребезга применяются контакты, смоченные ртутью, либо в схему включаются демпфирующие фильтры).
  - Большой вес по сравнению с открытыми контактами.
  - Восприимчивость к внешним магнитным полям (для защиты применяются магнитные экраны).
  - Хрупкость. Герконы нельзя использовать в условиях сильных вибраций и ударных нагрузок.
  - Ограниченная скорость срабатывания.
  - Возможность самопроизвольного размыкания контактов геркона при больших токах.

В результате износа нормально разомкнутые контакты геркона могут «залипать» (не размыкаться при выводе из магнитного поля). Существуют две основные причины такого явления:

- магнитострикционный эффект, когда после многократных срабатываний происходит притирание контактирующих поверхностей и удержание их в замкнутом положении под действием молекулярных сил;

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ				

– механическое заземление контактов из-за их электрической эрозии на постоянном токе, когда на одном из них образуется острый выступ, а на другом — кратер.

#### 2.4. Описание технического, метрологического и информационного обеспечения работы насосной станции

Основные части конструкции КНС «Вокзал» — емкость, двигатель и насосы. В резервуар воды сливаются самотеком, после наполнения до определенной точки включается насос и производит откачку водных масс, после чего данные массы поступают в трубопровод и транспортируются к месту утилизации или к очистным сооружениям. Резервуар КНС «Вокзал» представляет собой металлический бак, закопанный в землю. Горловина емкости выводится на поверхность для облегчения планового осмотра, ремонта и обслуживания станции. Она закрывается стальной крышкой. Внутри резервуара расположен трубопровод, подсоединенный через патрубки в стенках. Равномерность поступления вод обеспечивается за счет отбойника, а отсутствие завихрений потока — благодаря водобойной стенке.

Канализационная станция, используется для бытовых целей, оснащена 2 насосами. Так же станция предназначена для отвода стоков коммунальных предприятий. Для данной КНС необходимо использовать насосы для коммунальных нужд поскольку твердые отходы, попав в канализацию, могут стать причиной поломки режущего механизма.

#### Выводы по главе два

Анализ работы КНС «Вокзал» показал, что КНС не в полной мере справляется с поставленными задачами по причине засоров, постоянной работы двигателя и насосов на максимальную мощность и не корректными показателями поплавкового механизма. Внедрение частотного преобразователя позволит исключить эти негативные факторы и снизить энергозатраты.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26



### 3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

Объектом управления является КНС «Вокзал», для которого была реализована структурная схема автоматизации.

Структурная схема включает:

- контроль параметров;
- измерение уровня давления, температуры и т.д.;
- сигнализацию по превышению уровня воды в резервуаре, давления, засоров:

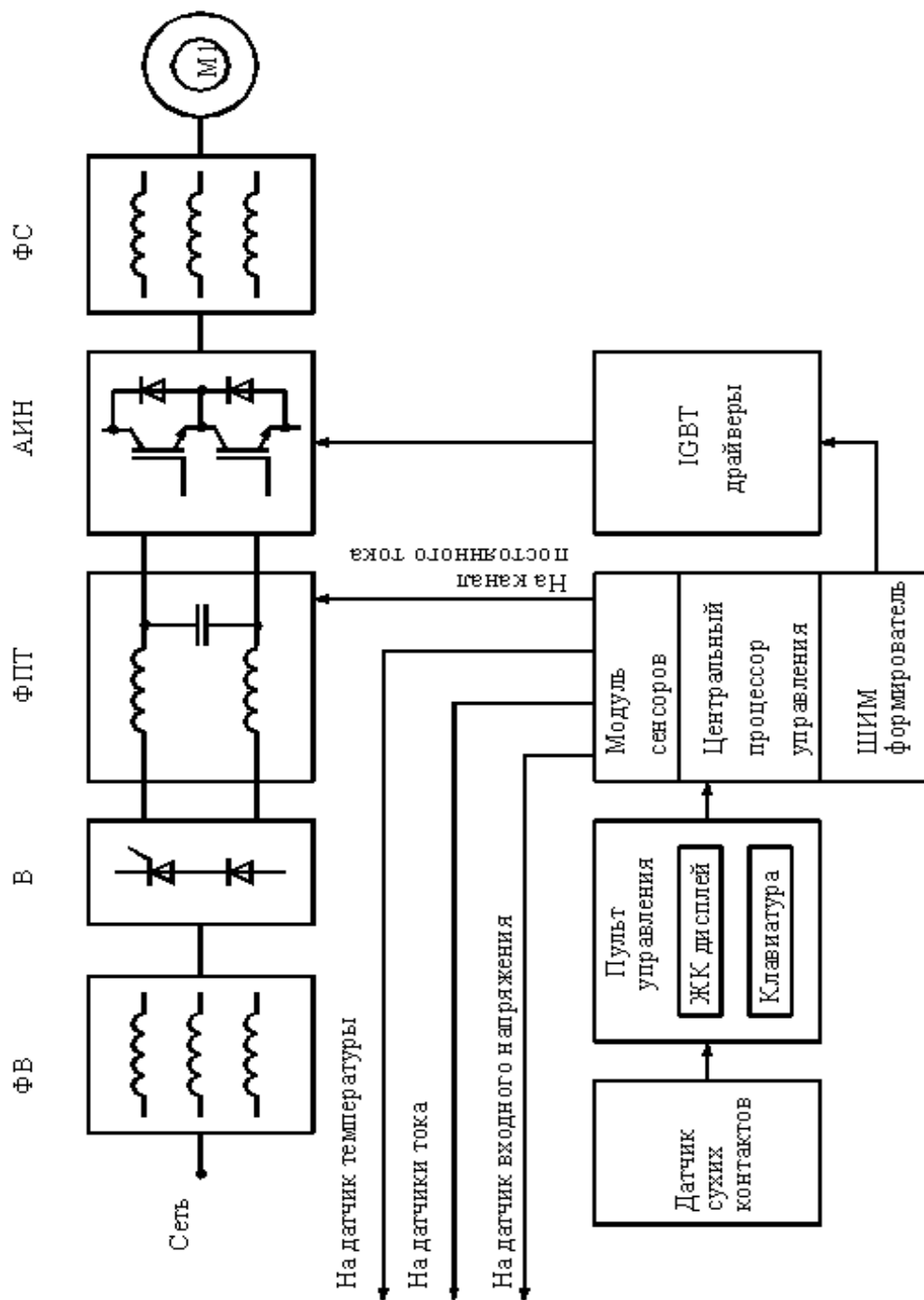


Рисунок 3.1 - Структурная схема преобразователя частоты

В состав системы управления КНС входят: преобразователь частоты для управления системой насосов, силовая, коммутационная аппаратура. Каждый блок контролирует свой участок процесса работы КНС и обеспечивает ее безаварийную работу.

АСУ должна выполнять следующие функции:

– сбор показаний аналоговых, дискретных датчиков и их первичная обработка;

– контроль состояния исполнительных механизмов;

– отображение информации о состоянии исполнительных механизмов и другого оборудования;

– контроль параметров технологических процессов и формирование предупредительных и аварийных сигнализаций;

– дистанционное управление исполнительными механизмами и технологическим оборудованием;

Основными задачами автоматизации КНС являются:

– увеличение стабильности работы всей системы;

– повышение технико-экономических показателей;

– сокращение потерь за счёт оптимизации режима транспортирования;

– точное выполнение требований технологического регламента, исключение ошибочных действий оперативного персонала;

– улучшение условий труда эксплуатационного персонала за счет централизации рабочих мест, разнообразного и удобного представления оперативной информации, упразднения рутинной работы операторов;

– повышение экологической безопасности за счет контроля уровня канализационных и сточных вод в режиме реального времени;

– реализация дистанционного контроля и управления технологическим процессом, т.е. превращение технологических установок в автоматизированные технологические звенья, работающие в соответствии с заданиями вышестоящего уровня управления.

Выводы по главе три:

В данной главе была разработана структурная схема выбранного частотного преобразователя ТППТ-630-380-50-УХЛ4.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

## 4 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является основным техническим документом, определяющим структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля и управления. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации.

Функциональная схема автоматизации определяет объем автоматизации технологических установок и отдельных агрегатов автоматизируемого объекта. Таким образом, с помощью ФСА определяются точки автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса, а также точки оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации.

В рамках выпускной квалификационной работы была разработана функциональная схема автоматизации.

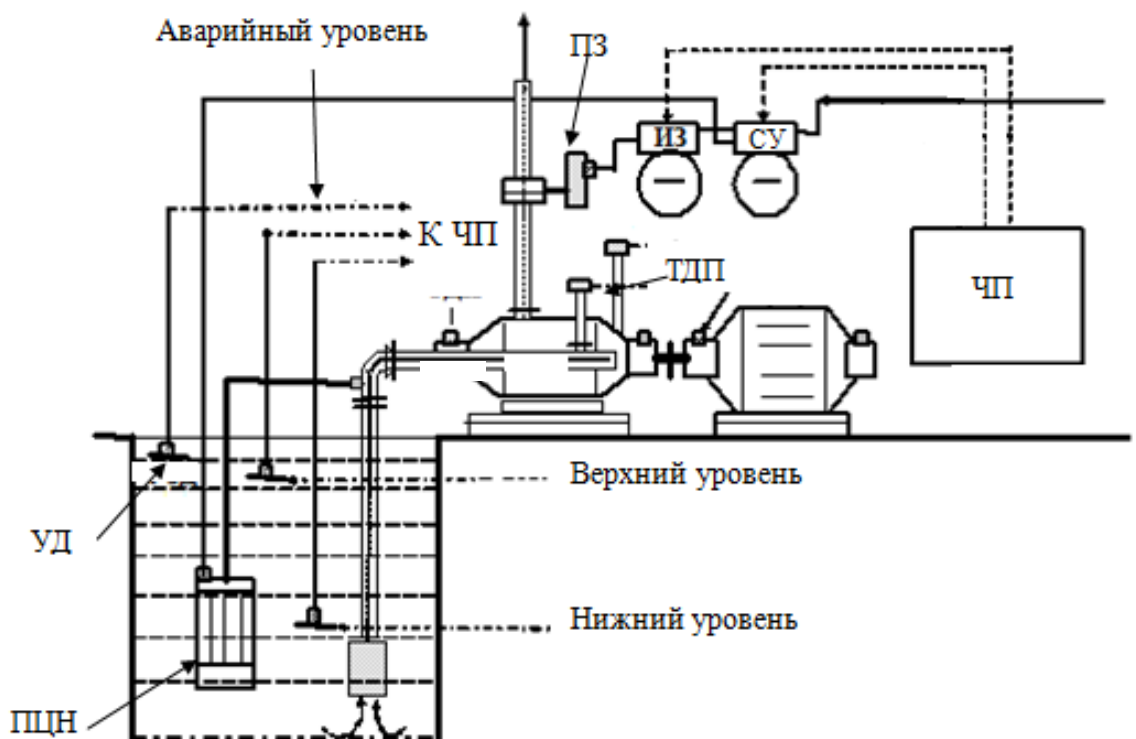


Рисунок 4.1 - Функциональная схема автоматизированной системы КНС

### 4.1 Требования к автоматизации водоотлива

Требования, предъявляемые к автоматизации водоотливных установок, определяются их назначением и мощностью. В соответствии с технологией угледобычи предусмотрено применение вспомогательных, участковых и главных водоотливов. При этом первые оборудуют одним-двумя насосами с подачей, не превышающей 50м<sup>3</sup>/ч, с низковольтным асинхронным двигателем. Участковые установки комплектуют двумя-тремя агрегатами с насосами подачи 100 - 150м<sup>3</sup>/ч и низковольтным асинхронными двигателями мощностью до 120кВт. Главные

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

водоотливы оборудуют тремя и более агрегатами с насосами подачи, как правило превышающей 150м<sup>3</sup>/ч, и высоковольтными электродвигателями.

Аппаратура и схемы автоматизации вспомогательных устройств должны обеспечивать:

1. автоматическое и ручное (местное) управления;
2. автоматический пуск и остановка насоса (насосов) в зависимости от уровня воды в водосборнике;
3. автоматическую поочередную работу насосных агрегатов;
4. гидравлическую защиту от резкого снижения или потери подачи работающего насоса;
5. тепловую (от перегрева подшипников) и электрические (нулевая, максимальная) защиты;
6. сигнализацию о состоянии установки и аварийном уровне воды в водосборнике.

Аппаратура и схемы автоматизации участковых и главных водоотливов, в дополнение к перечисленному, должны обеспечивать:

1. дистанционное управление от диспетчера;
2. возможность включения нескольких агрегатов на параллельную работу;
3. автоматическое включение резервных насосных агрегатов при выходе из строя работающих;
4. автоматическое отключение насоса, включенного диспетчером при достижении водой нижнего уровня, а также возможность дистанционного отключения при уровне воды ниже верхнего;
5. сигнализацию на диспетчерский пункт о наличии питания в цепях управления и работе насосных агрегатов (световую), об аварийном отключении любого агрегата, аварийном уровне воды в водосборнике, неисправностях сигнальных цепей (световую и звуковую) и в камеру водоотлива - о наличии питания в цепях управления и аварийном отключении насоса.

Вывод по четыре:

Разработана функциональная схема и определены точки автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса, а также точки оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

## 5 ВЫБОР И ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Выбор комплекса технических средств для реализации АС был осуществлен посредством анализа различных вариантов компонентов АС и выбора наиболее подходящих средств.

Комплекс технических средств включает в себя следующие составляющие:

- Измерительные устройства;
- Исполнительные устройства;
- Контроллерное оборудование;
- Система сигнализации и вспомогательное оборудование.

Измерительные устройства предназначены для сбора информации о параметрах технологического процесса.

Исполнительные устройства выполняют преобразование электрической энергии в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления.

Контроллерное оборудование предназначено для обработки сигналов с датчиков, осуществления алгоритмов управления. Контроллерное оборудование формирует сигналы управления для исполнительных устройств. Коммутационная аппаратура позволяет обеспечить связь технических средств верхнего и среднего уровней и осуществить передачу данных между ними.

### 5.1 Выбор датчиков уровня

Измерение уровня воды в резервуаре во избежание их затопления. При выборе прибора для измерения уровня были рассмотрены два варианта: датчик сигнализатор уровня ДСУ-4 и датчик уровня поплавковый (ультразвуковой) ДУУ2М.



Рисунок 5.1 – ДСУ-4

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ				



Рисунок 5.2 – ДУУ2М

Для разрабатываемой АСУ необходимо измерение уровней воды. Датчик сигнализатор уровня типа ДСУ-4 предназначен для работы с электропроводящей жидкостью, какой и является вода. Поэтому датчик типа ДСУ-4 подойдет для измерения уровня воды.

Набор контролируемых датчиком ДУУ2М сред более широк. Он включает нефтепродукты, растворители, сжиженные газы, кислоты, щелочи, другие агрессивные и неагрессивные среды. В связи с этим в качестве датчика сигнализатора уровня был выбран ДУУ2М. Технологические характеристики датчика приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Технические характеристики ДУУ2М

Наименование параметра	Значение
Длина чувствительного элемента (ЧЭ)	От 4,0 до 25,0 м
Температура контролируемой среды	- 10 до +100 °С
Давление контролируемой среды	до 0,15 Мпа
Плотность контролируемой среды	от 600 до 1500 кг/м <sup>3</sup>
Напряжение питания	+12 В
Ток питания, не более	36 мА
Степень защиты	IP68 по ГОСТ 14254
Климатическое исполнение	ОМ1,5 по ГОСТ 15150
Температура внешней среды	от -45 до +75 °С
Пределы изменения атмосферного давления	от 84,0 до 106,7 кПа
Срок службы	14 лет
Масса (не более)	13,5 кг
Габаритные размеры (не превышают)	186(278)x112x(133,5+длина ЧЭ) мм (без защитной крышки) 189(281)x130x(171,5+длина ЧЭ) мм (с защитной крышкой)
Цена	15000 руб.

Для питания датчика необходим вторичный прибор постоянного искробезопасного напряжения +12 В. Связь датчика с прибором осуществляется при помощи экранированного четырехпроводного кабеля. Для повышения устойчивости датчика к промышленным помехам рекомендуется применять кабель – две витые пары в экране. Нормальное функционирование датчиков обеспечивается при длине соединительного кабеля между датчиками и вторичными приборами не более 1,5 км. Для установки на вваренную в люк или фланец резервуара втулку из комплекта поставки датчика имеют штуцер с резьбой под накидную гайку.

Герметизация осуществляется установкой прокладки (из комплекта датчика), изготовленной из алюминия, между установочной втулкой и буртиком штуцера.

Для сигнализации предельного уровня воды в колодце трубопровода был выбран сигнализатор уровня ультразвуковой СУР-9. Он позволяет избежать превышения уровня жидкости в колодце.



Рисунок 5.3 – СУР-9

Сигнализатор уровня имеет технические характеристики, представленные в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Технические характеристики СУР-9

Наименование параметра	Значение
Вынос чувствительной зоны сигнализатора (L), м	1,95
Контролируемая среда	Конденсат, вода
Рабочее давление в емкости, МПа	0,05
Плотность среды, кг/м <sup>3</sup>	760-1000
Диапазон температур рабочей среды, °С	до + 60
Цена, руб.	32300

## 5.2 Выбор извещателя

КТ должны обеспечивать защиту находящегося в них оборудования от несанкционированного доступа, потому важно организовать сигнализацию вскрытия колодца. Также необходимо отслеживать положение крышки. Данные функции может осуществлять магнитоконтактный извещатель. При выборе устройства были рассмотрены извещатели ИО 102-26/В в исполнении 251 "Нержавейка 100" и ИО 102-26/В в исполнении 240 "Нержавейка".



Рисунок 5.4 – Извещатель ИО «Нержавейка 100»



Рисунок 5.5 – Извещатель ИО «Нержавейка»

Данные извещатели выпускаются одним производителем. Извещатель ИО «Нержавейка» имеет меньшие стоимостные характеристики, к тому же имеет меньшие габаритные размеры и, соответственно, массу. При этом его технические характеристики удовлетворяют требованиям разрабатываемой АСУ.

Потому для сигнализации вскрытия колодца, будет использоваться извещатель данного типа. Конструктивно извещатель состоит из датчика магнитоуправляемого (блок геркона) на основе геркона и задающего элемента (блок магнита). Работа устройства происходит следующим образом: при приближении блока магнита к блоку геркона происходит переключение контактов геркона, в момент, когда напряженность поля, создаваемого постоянным магнитом, становится равной напряженности поля срабатывания геркона.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34



Таблица 5.3 - Технические характеристики извещателя представлены в таблице

Наименование параметра	Значение
Материал корпуса	Нержавеющая сталь
Маркировка по взрывозащите	0ExiaIICT6
Тип контактов	НЗ/НР
Расстояние между магнитом и герконом, мм: при размыкании контактов, более; при замыкании контактов, менее	110 70
Максимально допустимые токи и напряжения: максимальное коммутируемое напряжение, В; максимальный коммутируемый ток, А	100 1
Диапазон рабочих температур, °С	От -40 до +50
Относительная влажность среды, %	98 (при 35°С)
Габаритные размеры, мм: корпус геркона; корпус магнита	75x11x8,4 75x11x8,4
Максимальная мощность, Вт	10
Масса, не более, кг	0,95
Степень защиты	IP66
Стоимость	7 100 руб.

Крепление извещателя ИО «Нержавейка» к металлической поверхности производится клёпочником с применением алюминиевых заклёпок АЛ 3.0x6.0 ISO 15977. Выводы датчика состоят из провода КСПВГ и имеют длину 400 мм.

Шаблон для крепления датчика или магнита продемонстрирован на рисунке.

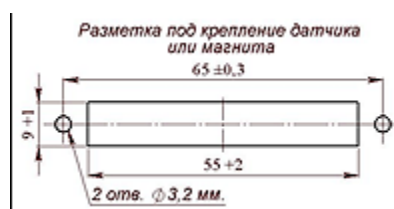


Рисунок 5.6 – Шаблон для крепления

Для подключения извещателей в шлейф сигнализации производитель рекомендует использовать устройство соединительное УС-4-Ех с маркировкой взрывозащиты 0ExiaIICT6 или УСБ-Ех "Север" с маркировкой взрывозащиты 0ExiaIICT6.

### 5.3 Система мониторинга и управления КНС

Система мониторинга и управления КНС функционирование системы обеспечивается путем использования комплекса измерительных и исполнительных

устройств, контроллерного оборудования и системы сигнализации.

Система мониторинга и управления КНС обеспечивает

1. Автоматическое управление технологическим оборудованием водоотлива без участия оперативного персонала по сигналам датчиков уровня воды в резервуаре;
2. Автоматизированное управление оборудованием водоотлива по команде оператора (диспетчера);
3. Достижение проектной производительности;
4. Предотвращение развития аварийных ситуаций;
5. Сокращение сроков устранения аварийных ситуаций;
6. Диспетчерский контроль работы;
7. Технологический учет мото часов насосных агрегатов и запорно-регулирующей аппаратуры;
8. Снижение удельных норм расхода электроэнергии;
9. Соответствие требованиям правил безопасности и требованиям системы стандартов безопасности в части управления машинами, производственными процессами и электрооборудованием.

Вывод по главе пять:

На основе анализа вариантов компонентов автоматизированной системы был произведен выбор датчиков уровня, извещателей, системы мониторинга и управления КНС

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

## 6 РАСЧЕТ МОДЕЛИ ДЛЯ ПАКЕТА VISSIM

Исходными данными для расчета являются паспортные данные двигателя, насоса представленные в таблицах 6.1,6.2.

Таблица 6.1. Технические характеристики насоса ФГ 114/46

Подача	118 м3/час
Напор	32 м
Мощность двигателя	45 кВт
Частота вращения	1500 об/мин
КПД насоса не менее	64 %
Номинальный диаметр рабочего колеса	335 мм.
Масса насоса	285 кг.
Масса агрегата	663 кг.
Габаритные размеры агрегата	1670x520x785 мм.

Таблица 6.2. Технические характеристики электродвигателя

Модель	4A200M4
Обороты, об/мин	1460
Скольжение, %	1,7
Мощность, кВт	37
Входное напряжение, В	380/660
КПД, %	91
Коэффициент мощности, Cos φ	0,90
Перегрузочная способность	Км = 2,2
Кратность пускового момента	Кп = 1,4
Кратность пускового тока	К <sub>1</sub> = 7

Момент асинхронного двигателя рассчитывается по формуле Клосса, Н·м

$$M = \frac{2 \cdot M_{\max}}{\left( \frac{s_{\text{ном}}}{s_{\text{к}}} + \frac{s_{\text{к}}}{s_{\text{ном}}} \right)}, \quad (6.1)$$

где  $M_{\max}$  – максимальный момент, Н·м;

$s_{\text{ном}}$  – номинальное скольжение;

$s_{\text{к}}$  – критическое скольжение.

Номинальная частота вращения  $\omega_{\text{ном}}$ , рад/с

$$\omega_{\text{ном}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{ном}}}{60}, \quad (6.2)$$

$$\omega_{\text{ном}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1460}{60} = 153 \text{ рад/с}$$

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ				

где  $n_{ном}$  – номинальная частота вращения, об/мин  
 Значение  $M_{max}$  определяем из соотношения, Н·м

$$M_{max} = \lambda \cdot M_{ном}, \quad (6.3)$$

$$M_{max} = 1,4 \cdot 240 = 336 \text{ Н·м}$$

где  $M_{ном}$  – номинальный момент двигателя, Н·м;  
 $\lambda$  – кратность максимального момента.

$$M_{ном} = \frac{P}{\omega_{ном}}, \quad (6.4)$$

$$M_{ном} = \frac{37000}{153} = 242 \text{ Н·м}$$

где  $\omega_{ном}$  – номинальная угловая скорость рад/с.  
 Номинальное скольжение  $s_{ном}$ ,

$$s_{ном} = \frac{\omega_0 - \omega_{ном}}{\omega_0}, \quad (6.5)$$

$$s_{ном} = \frac{157 - 153}{157} = 0,025$$

где  $\omega_0$  – угловая скорость идеального холостого хода, рад/с ,  
 Критическое скольжение  $s_k$ ,

$$s_k = s_{ном} \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}), \quad (6.6)$$

$$s_k = 0,025 \cdot (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,10$$

Момент электропривода,  $M_{np}$ , Н·м,

$$M_{np} = J \cdot \omega, \quad (6.7)$$

$$M_{np} = 0,615 \cdot 157 = 96,5$$

где  $J$  – суммарный момент инерции электропривода, кг/м<sup>2</sup>.

$$J = 1,5J_{пот} \quad (6.8)$$

$$J = 1,5 \cdot 0,41 = 0,615$$

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

где  $J_{рот}$  - момент инерции ротора

$$J_{рот} = \frac{m_p \cdot R^2}{2} = \frac{m_p \cdot \left(\frac{h}{2}\right)^2}{2} = \frac{m_p \cdot h^2}{8}, \quad (6.9)$$

$$m_p \approx \frac{m_{дв}}{3}$$

$$m_p \approx \frac{245}{3} = 82 \text{ кг}$$

$$J_{рот} = \frac{82 \cdot 0,200^2}{8} = 0,41$$

где  $m_{дв}$  - масса двигателя

$h$  – высота оси вращения ротора

В системе VisSim напорная характеристика насоса с достаточной степенью точности может быть реализована формулой вида

$$H = H_0 \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}}\right)^2 - C_4 \cdot Q^2, \quad (6.10)$$

$$H = 320000 \cdot \left(\frac{157}{153}\right)^2 - 2,7 \cdot 118^2 = 290771 \text{ Па}$$

где  $H_0$  – давление в насосе при  $Q = 0$ , Па;

$C_4$  – коэффициент определяемый по номинальным данным насоса,

$$C_4 = \frac{H_0 - H_{ном}}{Q_{ном}^2}, \quad (6.11)$$

$$C_4 = \frac{700000 - 320000}{118^2} = 2,7$$

где  $H_{ном}$  – номинальное давление насоса, Па;

$Q_{ном}$  – номинальный расход насоса, м<sup>3</sup>.

Сопротивление на выходе насоса  $R$ , Па/(кг<sup>2</sup>/с)<sup>2</sup>,

$$R = \frac{H}{Q^2}, \quad (6.12)$$

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$R = \frac{279632}{118^2} = 20,08 \text{ Па}/(\text{кг}^2/\text{с})^2$$

где  $H$  – давление на выходе из насоса, Па

Все исходные данные для расчета в программе VisSim сведены в таблицу 6.3

Таблица 6.3 – Исходные данные для расчета в программе VisSim

Наименование	Значения
Мощность двигателя $P$ , кВт	37
Скорость вращения $n$ , об/мин	1500
Кратность максимального момента $\lambda$	1,4
Критическое скольжение $s_k$	0,10
Суммарный момент инерции $J$ , кг·м <sup>2</sup>	0,615
Номинальный расход насоса $Q_{ном}$ , м <sup>3</sup> /ч	118
Давление в насосе при $Q_0 = 0$ Н, Па	700000
Номинальное давление в насосе $H$ , Па	320000
Сопротивление водопроводной сети $R$ , Па/(кг <sup>2</sup> /с) <sup>2</sup>	20,08

## 6.1 Модель электропривода в программе VISSIM

### 6.1.1 Модель действующего электропривода насоса

Для моделирования воспользуемся программой VisSim. Эта программа предназначена для создания моделей и развития взаимосвязи промежуточных величин, начальные условия которых задаются перед началом симуляции в удобной и наглядной форме в виде структурной схемы. Работа VisSim основана на моделировании процесса во времени от начальной и до конечной точки, с заданной точностью. Для визуализации полученных результатов в VisSim-е имеется возможность отражения полученных результатов в виде графиков.

Построим в программе VisSim модель электропривода насоса. Для моделирования данными являются: давление в сети; расход; сопротивление сети.

На рисунке 6.1 показана модель действующего электропривода насоса. Модель электропривода состоит из нескольких блоков: блок двигателя; блок насоса; блок сети.



Рисунок 6.1 - Модель электропривода насоса

где  $W$  - частота вращения двигателя;  
 $H$  - давление после насоса;

Нрд – давление после РД;  
Q - расход воды;  
Рпот.н - мощность потребляемая насосом

Блок асинхронного двигателя определяется из уравнения движения электропривода.

Модель блока двигателя в программе VisSim изображена на рисунке 6.2

Рисунок 6.2 - Блок асинхронного двигателя

$M_{дв}$  - момент асинхронного двигателя;  
 $M_{ст}$  - момент статический;  
J- момент инерции

Модель момента асинхронного двигателя изображена на рисунке 6.3

Рисунок 6.3 - Модель момента асинхронного двигателя

Блок насоса в программе VisSim изображен на рисунке 6.4, реализован по напорной характеристике насоса.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41



Рисунок 6.4 - Блок насоса

Блок сети в программе VisSim изображён на рисунке 6.5, реализован по сопротивлению сети.



Рисунок 6.5 - Блок сети

$H_k$  - давление воды после клапана

На рисунке 6.6 изображена модель действующего электропривода насоса

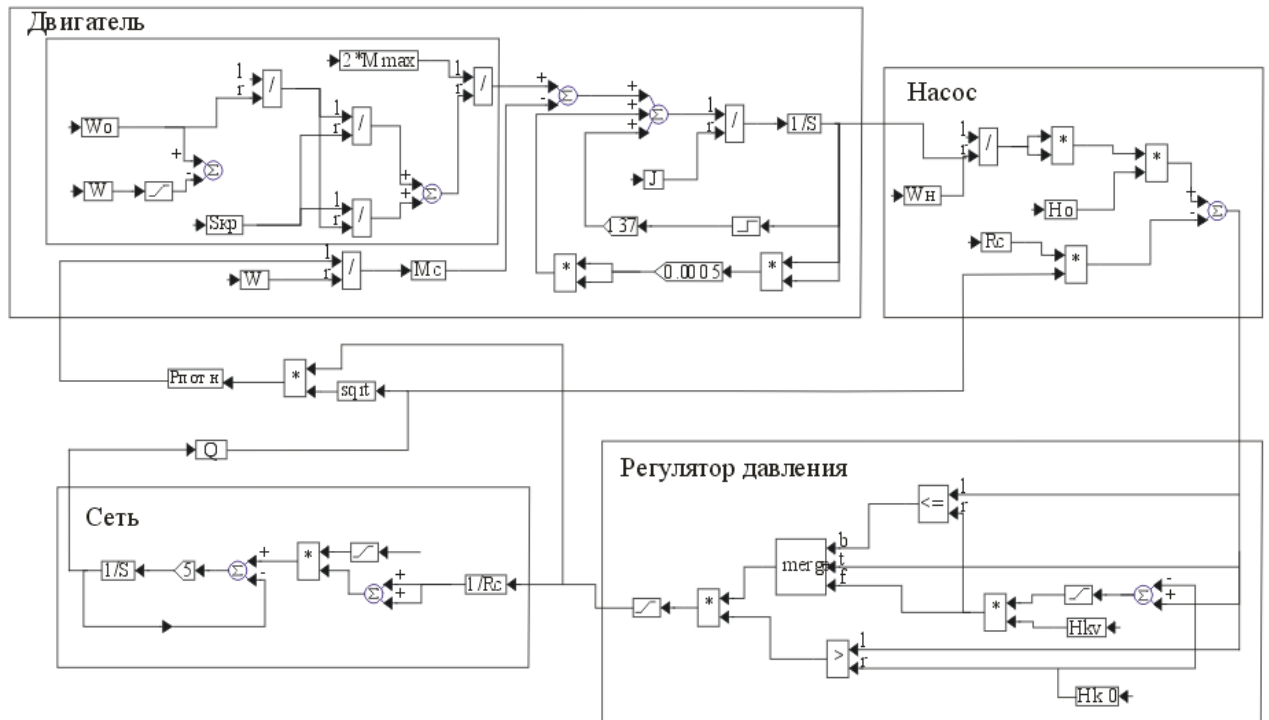


Рисунок 6.6 - Модель действующего электропривода насоса



## 6.2 Модель проектного электропривода насоса

В проектном варианте установка частотного преобразователя позволяет изменять производительность насоса путем изменения скорости вращения двигателя насоса.

Модель системы водоснабжения (рисунок 6.7) состоит из следующих блоков:

- блок двигателя;
- блок насоса;
- блок клапана;
- сеть;
- преобразователь частоты (ПЧ).

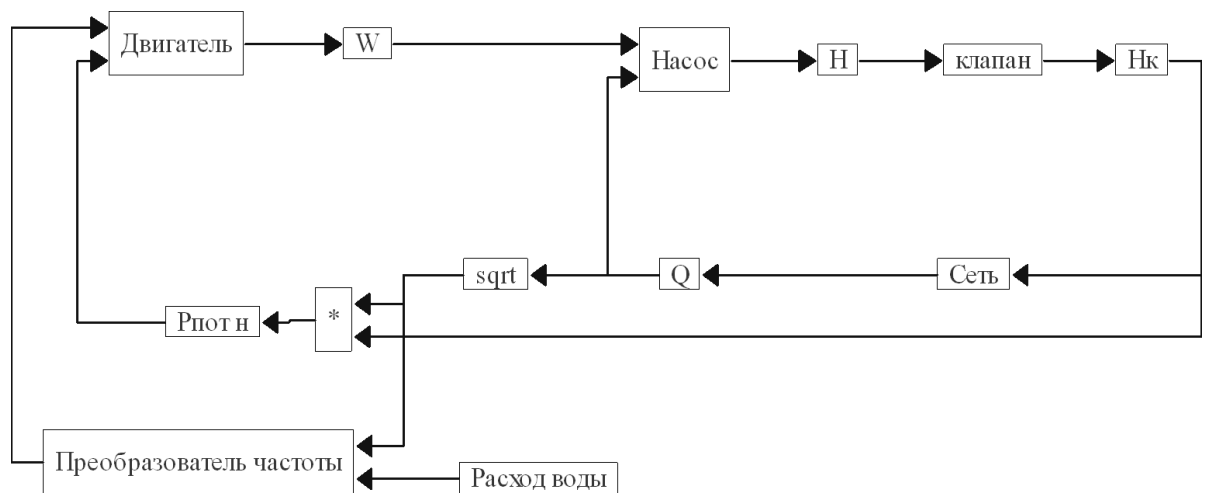


Рисунок 6.7 – Реализация модели системы водоснабжения в программе VisSim

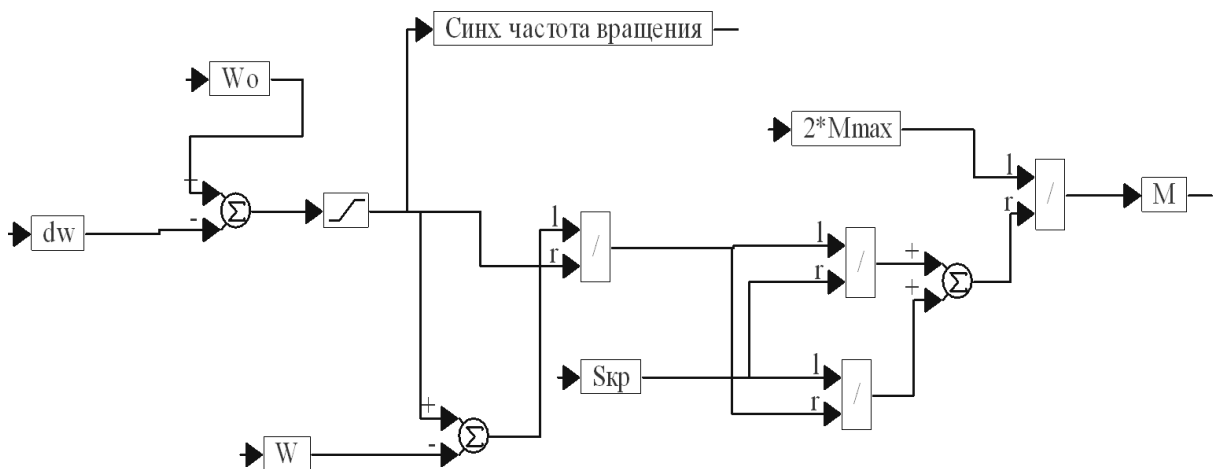


Рисунок 6.8 – Реализация блока «Характеристика двигателя» в программе VisSim

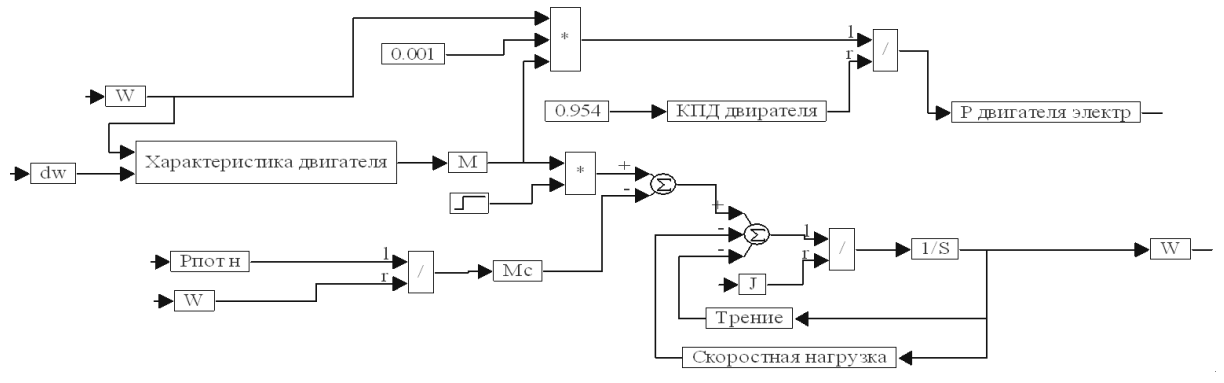


Рисунок 6.9 – Реализация блока «Двигатель» в программе VisSim

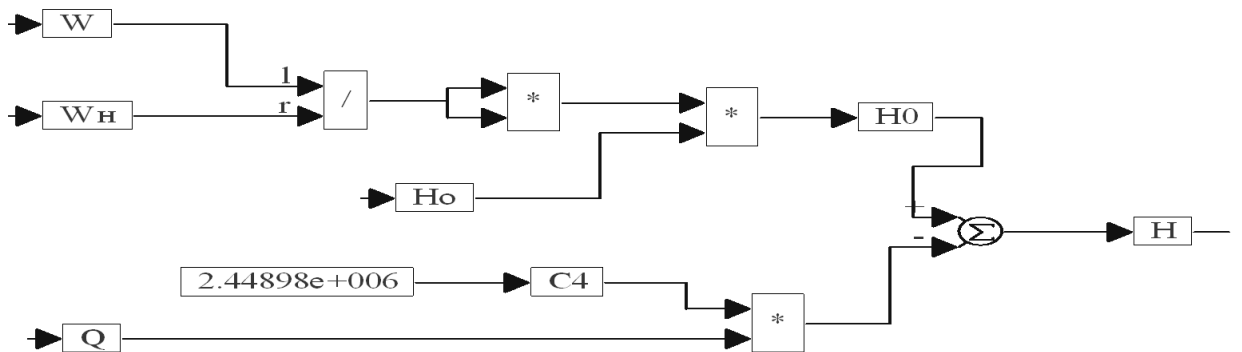


Рисунок 6.10 – Реализация блока «Насос» в программе VisSim

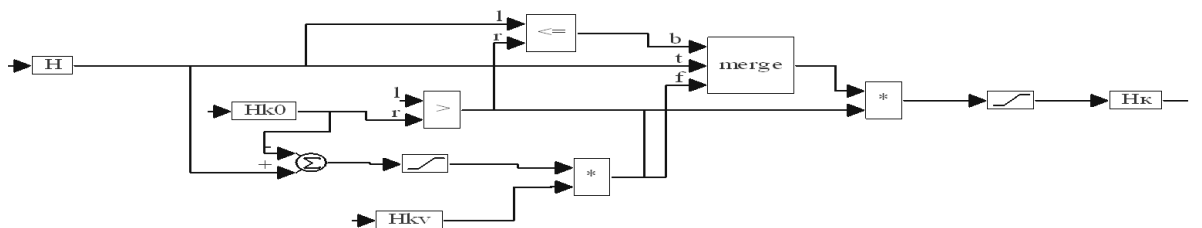


Рисунок 6.11 – Реализация блока «Клапан» в программе VisSim

На выходе сети реализовано апериодическое звено, так как при изменении сопротивления сети расход воды мгновенно измениться не может.

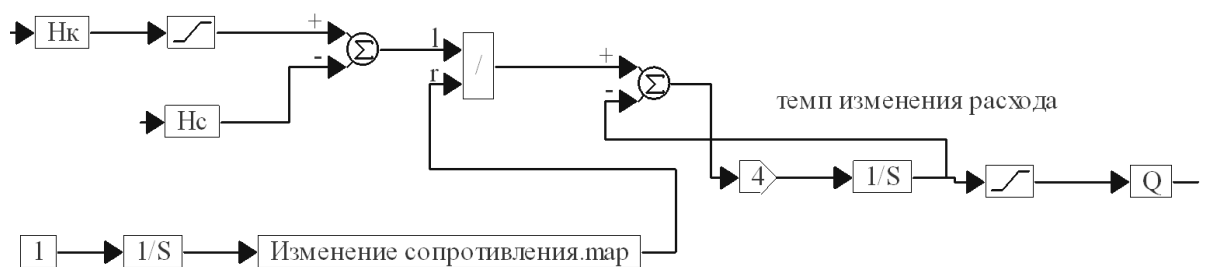


Рисунок 6.12 – Реализация блока «Сеть» в программе VisSim

Для моделирования в системе VisSim процесса изменения сопротивления сети используется карта изменения сопротивления при помощи файла с расширением *map*. График изменения расхода воды в течении суток также задается при помощи файла с расширением *map*. Карты изменения сопротивления и расхода воды в течение суток.

Для реализации автоматического поддержания расхода воды при помощи изменения частоты вращения двигателя моделируется блок преобразователя частоты (рисунок 6.13), с которого снимается разность частоты вращения двигателя  $\Delta\omega$ , которая вычитается из синхронной частоты вращения двигателя  $\omega_0$ . При регулировании подачи воды при помощи преобразователя частоты все задвижки на водоводе должны быть полностью открыты, то есть сопротивление сети должно быть минимальным и постоянным.

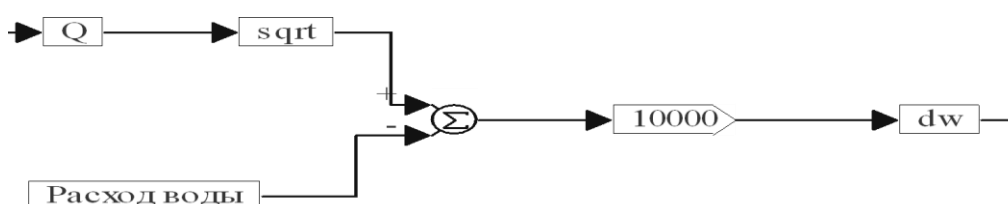


Рисунок 6.13 – Реализация блока «Преобразователь» в программе VisSim

В результате расчета математической модели в системе VisSim получены графики изменения мощности потребляемой двигателем, изменения расхода и подачи воды, изменения скорости двигателя в течении суток при изменении потребления воды без преобразователя частоты и с преобразователем частоты.

В результате расчета математической модели в системе VisSim получены данные по энергопотреблению двигателя при механическом и частотном регулировании (таблица 6.1) [6,7].

Таблица 6.1 – Энергопотребление до и после автоматизации

Наименование		Механическое управление	Частотное управление
Энергопотребление двигателя, кВт		90	76.5
Разница в энергопотреблении	кВт	13.5	
	%	15	

Выводы по главе шесть:

Моделирование работы оборудования КНС в базовом и проектном варианте показало, что автоматизация КНС позволит снизить энергозатраты на 13.5кВт.

## 7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА АВТОМАТИЗАЦИЮ

### 7.1 Расчет общей суммы затрат

Произведем расчет общей суммы единовременных затрат на автоматизацию канализационной насосной станции «Вокзал»

$$Z_k = C_{об} + C_m + C_{пнр}, \quad (7.1)$$

где  $C_{об}$  – стоимость устанавливаемого оборудования, руб;  
 $C_m$  – стоимость монтажа и установки оборудования, руб;  
 $C_{пнр}$  – стоимость пусконаладочных работ, руб.

#### 7.1.1 Расчет стоимости оборудования и его монтажа

Стоимость выбранного оборудования, предоставлены и сведены в таблицу 7.1

Таблица 7.1 – Основные материалы

Материал	Стоимость единицы материала, руб/шт.	Количество единиц материала, шт.	Стоимость материала, руб.
ГПТ-630-380-50-УХЛ4	590000	1	590000
ДУУ2М	15000	1	15000
СУР-9	32300	1	32300
«Нержавейка»	7100	1	7100
Итого:			644400

Произведем расчет стоимости оборудования  $C_{об}$ , руб.

$$C_{об} = C_1 + C_2, \quad (7.2)$$

где  $C_1$  – стоимость оборудования;  
 $C_2$  – стоимость транспортных расходов  
 $C_2$ , руб., принимается в размере 20 % от стоимости устанавливаемого оборудования  $C_1$  руб.

$$C_2 = C_1 \cdot 0,2 \quad (7.3)$$

$$C_2 = 644400 \cdot 0,2 = 128880 \text{ руб.}$$

Таким образом, стоимость оборудования  $C_{об}$ , руб.

$$C_{об} = 644400 + 128880 = 773280 \text{ руб.}$$

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Стоимость монтажа и установки оборудования  $C_m$ , руб.

$$C_m = C_{об} \cdot K_1, \quad (7.4)$$

где  $C_{об}$  – стоимость оборудования, рубль;  
 $K_1$  – коэффициент, величина которого принимается в размере 9 % от  $C_{об}$ , руб.

$$C_m = 773280 \cdot 0,09 = 69595 \text{ руб.}$$

#### 7.1.2 Расчет стоимости пусконаладочных работ

Стоимость пусконаладочных работ  $C_{пнр}$ , составляет 5-10 % от стоимости оборудования  $C_{об}$ , и согласовывается с заказчиком. На определение коэффициента стоимости ПНР  $K_2$ , влияют следующие факторы:

- сложность степени ПНР конкретного оборудования;
  - география местоположения заказчика (удаленность и стоимость проезда);
  - количество и стоимость оборудования, по которым будет проводиться ПНР.
- Исходя из всех данных принимаем  $K_2=10\%$ .

$$C_{пнр} = C_{об} \cdot K_2, \quad (7.5)$$

$$C_{пнр} = 773280 \cdot 0,1 = 77328 \text{ руб.}$$

В результате общая сумма затрат  $Z_k$ , составит

$$Z_k = 773280 + 69595 + 77328 = 920203 \text{ руб.}$$

Расчет общей суммы единовременных затрат на автоматизацию электрооборудования канализационной насосной станции «Вокзал» представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 - Единовременные затраты на модернизацию

Наименование работы	Стоимость работы	Единица измерения
Устанавливаемое оборудование	773280	руб.
Монтаж оборудования	77328	руб.
Пуско-наладочные работы	77328	руб.
Итого	920203	руб.

## 7.2 Расчет эксплуатационных затрат

Величину эксплуатационных затрат на функционирование оборудования определяем по следующим статьям. Для обеспечения технического обслуживания оборудования нет необходимости вводить новую штатную единицу. Необходимо подсчитать расход электроэнергии потребляемой в новом режиме работы оборудования.

Стоимость эксплуатационных расходов  $Z_{ЭР}$ , руб.

$$Z_{ЭР} = Z + C_{Э} + C_{А} + C_{Р}; \quad (7.6)$$

где  $Z$  – затраты на оплату труда со страховыми начислениями;

$C_{Э}$  – затраты на электроэнергию, руб.;

$C_{А}$  – амортизационные расходы, руб.;

$C_{Р}$  – затраты на ремонт оборудования, руб.

### 7.2.1 Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию составят  $C_{Э}$ , руб.

$$C_{Э} = N_{Э} \cdot T_{до} \cdot C_{н} \quad (7.7)$$

где  $N_{Э}$  – установленная мощность технических средств, согласно паспорту

$N_{Э} = 90$  кВт;

$T_{до}$  – действительный годовой фонд работы оборудования, ч/год;

$C_{н}$  – стоимость 1 кВт/часа электроэнергии, рубль,  $C_{н} = 3,03$

Действительный годовой фонд работы оборудования  $T_{до}$ , ч/год,

$$T_{до} = T_{ном} \cdot k_{п} \quad (7.8)$$

где  $T_{ном}$  – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год;

$k_{п}$  – коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт и текущее планово-предупредительное обслуживание,  $k_{п} = 0,88$ .

Номинальный годовой фонд времени работы оборудования  $T_{ном}$ , ч/год,

$$T_{ном} = \frac{D \cdot T_c}{D_n} \quad (7.9)$$

где  $D_g$  – число дней работы в году, день,  $D_g = 365$ ;

$T_c$  – число часов работы в неделю, час,  $T_c = 98$ ;

$D_n$  – число дней работы в неделю, день,  $D_n = 7$ .

$$T_{ном} = (365 \cdot 98) / 7 = 5110 \text{ ч/год.}$$

									Лист
									48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ				

Действительный годовой фонд работы оборудования,

$$T_{до} = 5110 \cdot 0,88 = 4497 \text{ ч/год.}$$

Затраты на электроэнергию  $C_{\text{э}}$ , руб.,

$$C_{\text{э}} = 90 \cdot 4497 \cdot 3,03 = 1226331 \text{ руб.}$$

Величина экономии электроэнергии при внедрении ЧП может составлять от 15-85 %. Принимаю величину экономии электроэнергии 18% [7]

$$C_{\text{э}}^1 = C_{\text{э}} - \frac{C_{\text{э}} \cdot 18\%}{100\%} \quad (7.10)$$

$$C_{\text{э}}^1 = 1226331 - \frac{1226331 \cdot 18}{100} = 1005591 \text{ руб.}$$

### 7.2.2 Затраты на оплату труда и социальные нужды

Затраты на оплату труда  $Z$ , руб. (с учетом основной, дополнительной зарплат и социальных отчислений) вычисляется следующей формулой:

$$Z = T_6 \cdot T_m \cdot K_c \cdot K_n \cdot K_y \cdot T_r \cdot \Phi_{со}, \quad (7.11)$$

где  $T_6$  – тариф электромонтера 5-го разряда, руб,  $T_6 = 42,4$ ;

$T_m$  – месячный фонд рабочего времени, час,  $T_m = 160$ ;

$K_c$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату,  $K_c = 1,1$ ;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий премию,  $K_n = 1,35$ ;

$K_y$  – районный коэффициент,  $K_y = 1,15$ ;

$T_r$  – число месяцев в году,  $T_r = 12$ ;

$\Phi_{со}$  – коэффициент, учитывающий социальные отчисления с фонда оплаты труда,  $\Phi_{со} = 1,34$

$$Z = 42,4 \cdot 160 \cdot 1,1 \cdot 1,35 \cdot 1,15 \cdot 12 \cdot 1,34 = 195607 \text{ руб.}$$

### 7.2.3 Затраты на амортизацию

Амортизационные отчисления определяются по установленным нормам на стоимость устанавливаемого оборудования и неучтенного оборудования:

$$C_a = C_1 \cdot K_5 + C_2 \cdot K_6, \quad (7.12)$$

где  $C_1$  – стоимость оборудования;

$K_5$  – коэффициент амортизационных отчислений на устанавливаемое оборудование,  $K_5 = 12\%$ ;

$C_2$  – стоимость неучтенного оборудования;

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$K_6$ —коэффициент амортизационных отчислений на неучтенное оборудование,

$$K_6 = 12,5\%.$$

Таким образом, амортизационные отчисления  $C_a$ , руб., составят:

$$C_a = 644400 \cdot 0,12 + 128880 \cdot 0,125 = 93438 \text{ руб.}$$

#### 7.2.4 Затраты на содержание и ремонт оборудования

Затраты на текущий ремонт технических средств  $C_p$ , руб.,

$$C_p = C_{об} \cdot K_7, \quad (7.13)$$

где  $C_{об}$  – стоимость оборудования, руб.;

$K_7$  – коэффициент определяющий затраты на ремонт,  $K_7 = 5 \%$ .

$$C_p = 773280 \cdot 0,05 = 38664 \text{ руб.}$$

Таким образом, стоимость эксплуатационных расходов:

$$Z_{ЭР} = 195607 + 1226331 + 93438 + 38664 = 1554040 \text{ руб.}$$

Расчет эксплуатационных затрат представлен в таблице 7.3

Таблица 7.3 - Эксплуатационные затраты

Наименование	Единица измерения	Значение
Затраты на электроэнергию	руб.	1226331
Расходы на оплату труда и социальные нужды	руб.	195607
Амортизация	руб.	93438
Содержание и ремонт оборудования	руб.	38664
Итого:	1554040	руб.

### 7.3 Расчет затрат при существующей схеме работы

#### 7.3.1 Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию  $C_э$ , руб., находятся по формуле 7.7.



Действительный годовой фонд работы оборудования  $T_{до}$ , ч/год, находится по формуле 7.8.

Номинальный годовой фонд времени работы оборудования  $T_{ном}$ , ч/год, находится по формуле 7.9.

$$T_{ном} = \frac{365 \cdot 168}{7} = 8760 \text{ ч/год}$$

$$T_{до} = 5110 \cdot 0,88 = 4497, \text{ ч/год}$$

$$C_{э} = 90 \cdot 4497 \cdot 3,03 = 1226331 \text{ руб.}$$

### 7.3.2 Затраты на оплату труда и социальные нужды

Затраты на оплату труда  $Z$ , руб. (с учетом основной, дополнительной зарплат и социальных отчислений) вычисляется по формуле 6.11:

$$Z = 42,4 \cdot 160 \cdot 1,1 \cdot 1,35 \cdot 1,15 \cdot 12 \cdot 1,34 = 195607 \text{ руб.}$$

### 7.3.3 Затраты на амортизацию

Амортизационные отчисления  $C_a$ , руб.

$$C_a = \sum_{i=1}^n \frac{C_{бсо} \cdot H_a}{100} \quad (7.14)$$

где  $C_{бсо}$  - балансовая стоимость единицы оборудования, тыс. руб., для двигателя 4А200М4, принимаем  $C_{бсо}=100000$  руб;

для насоса ФГ114/46, принимаем  $C_{бсо}=60000$  руб;

$H_a$  - годовая норма амортизационных отчислений, %, принимаем  $H = 13\%$ ;

$$C_a = \frac{2 \cdot 100000 \cdot 13}{100} + \frac{2 \cdot 60000 \cdot 15}{100} = 44000 \text{ РУБ.}$$

### 7.3.4 Затраты на содержание и ремонт оборудования

Затраты на текущий ремонт технических средств  $C_p$ , руб.:

$$C_p = C_{об} \cdot K_7, \quad (7.15)$$

где  $C_{об}$  – стоимость оборудования, рубль;

$K_7$  – коэффициент определяющий затраты на ремонт,  $K_7 = 5\%$ .

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$C_p = C_{об} \cdot K_7 = 773280 \cdot 0,05 = 38664 \text{руб.}$$

Таким образом, стоимость эксплуатационных расходов:

$$Z_{ЭР} = 195607 + 1226331 + 93438 + 38664 = 1554040 \text{руб.}$$

#### 7.4 Расчет показателей экономической эффективности

Рассчитаем экономический эффект от установки на станцию преобразователя частоты.

Экономический эффект Э, руб.:

$$\mathcal{E} = \Delta C - \Delta K \cdot E_i \quad (7.16)$$

где  $\Delta C$  - годовые текущие затраты на подготовку производства, руб;

$E_i$  - коэффициент экономической эффективности, принимаем  $E_i = 0,15$ ;

$\Delta K$  - капитальные вложения в подготовку производства, руб.

$$\mathcal{E} = 410684 - 160736 = 249948 \text{руб}$$

Разница эксплуатационных затрат действующего и проектного вариантов

$$\Delta C = C_{д} - C_{пр} \quad (7.17)$$

где  $C_{д}$  - эксплуатационные затраты действующей насосной станции

$C_{пр}$  - эксплуатационные затраты проектного варианта насосной станции

$$\Delta C = 1964724 - 1554040 = 410684$$

Срок окупаемости  $T_{ок}$ , год:

$$T_{ок} = \frac{\Delta K}{\mathcal{E}} \quad (7.18)$$

где  $\Delta K$  - капитальные вложения, руб.

$$T_{ок} = \frac{920203}{249948} = 3,7 \text{ Года}$$

Вывод по главе семь:

Рассчитаны стоимость оборудования и монтажа, а также эксплуатационные затраты. Экономический эффект составил 250тыс.руб., срок окупаемости – 3.7года [8,9].

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

## 8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 8.1 Краткое описание производственного участка

Производственный участок насосной станции в районе вокзала, в отдельно стоящем здании. Постоянный режим работы водяных сетей сопровождается расходом сетевой воды. Количество сетевой воды в системе водопроводной сети непостоянно: оно изменяется в зависимости от количества отбираемой воды на нужды водоснабжения. При изменении количества воды изменяется и давление. Расход воды в гидравлической системе зависит от времени суток, утром и в вечерние часы он более высок чем в дневные, в тоже время ночью он резко падает.

В организации, осуществляющей производственную деятельность по производству, передаче и распределению воды, организовывается круглосуточное оперативное управление оборудованием, задачами которого являются:

- ведение требуемого режима работы;
- производство переключений, пусков и остановов;
- локализация аварий и восстановление режима работы;
- подготовка к производству ремонтных работ.

Оперативное управление осуществляет оперативный персонал. Пульт управления сетевыми насосами находится в этом же помещении.

Для перекачки воды используются центробежные насосы с нерегулируемым асинхронным двигателем [10].

### 8.2 Анализ всех производственных и экологических опасностей

Место расположения канализационной насосной станции – район ж/д вокзала.

Физико-географические, климатические условия общие для горнозаводской зоны на имеющиеся электрические сети напряжением: 0,4 кВ.

Основные транспортные связи: автомобильные дороги.

В зоне обслуживания могут иметь место следующие опасные и вредные производственные факторы.

Физические:

- повышенный уровень вибрации;
- поражение электрическим током;
- движущиеся машины и механизмы;
- повышенный уровень шума;

Психофизиологические:

- монотонность труда;

### 8.3 Допустимые значения вредных производственных факторов для оперативного персонала станции

Категория вибрации по санитарным нормам третьего типа «а» граница снижения производительности труда. Способ передачи общая вибрация. Режим

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

труда должен устанавливаться при показателе превышения вибрационной нагрузки на оператора не менее 1 дБ, но не более 12 дБ (превышение в 4 раза). При показателе более 12 дБ запрещается проводить работы и использовать машины генерирующие такую вибрацию по ГОСТ 12.1.012-90.

Уровень шума не должен превышать 60 дБ, по ГОСТ 12.1.003-83 операторская работа по точному графику.

Действующие санитарные нормы приведены в Таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Санитарные нормы напряженности электромагнитного поля, шума и освещенности.

Освещенность $E_n$ , лк.		Уровень шума, дБА	Напряженность электромагнитного поля $E$ , кВ/м
Производственных помещений	Рабочих мест		
100	200	75	5

#### 8.4 Охрана труда на производственном участке

К работе на данную рабочую профессию допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению работы.

Рабочий при приеме на работу должен пройти вводный инструктаж. До допуска к самостоятельной работе рабочий должен пройти:

- первичный инструктаж на рабочем месте;
- проверку знаний и Инструкций по охране труда;
- проверку знаний по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования;
- проверку знаний по применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ;
- обучение по программе подготовки персонала;
- правил безопасности для рабочих, имеющих право подготавливать рабочее место, осуществлять допуск, быть производителем работ, наблюдающим и членом бригады в объеме, соответствующем обязанностям ответственных лиц за безопасное производство работ.

Допуск к самостоятельной работе оформляется соответствующим распоряжением.

Для защиты от поражения электрическим током необходимо применить диэлектрические перчатки, ковры, изолирующие подставки, и другие средства индивидуальной защиты.

Перед каждым пусковым устройством электродвигателей должны находиться диэлектрические коврики или изолирующие подставки.

Слесарь должен работать в спецодежде и спец обуви и применять другие средства защиты, выдаваемые в соответствии с действующими отраслевыми нормами.

#### 8.4.1 Требования правил безопасности при ремонтно-наладочных работах

Важной задачей эксплуатации электрооборудования является обеспечение безопасности при его обслуживании. Условия производства работ на действующих электроустановках и необходимые организационные и технические мероприятия для обеспечения безопасности строго регламентированы «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей».

Действующими электроустановками считаются такие, которые полностью или частично находятся под напряжением или на которые в любой момент может быть подано напряжение. В распределительных устройствах оборудование и ошиновку, находящихся под напряжением, ограждают или располагают на такой высоте, чтобы случайное прикосновение к ним было невозможно.

Чтобы обеспечить безопасность работ, правилами предусмотрены специальные технические и организационные мероприятия.

К техническим мероприятиям относятся:

- отключение напряжения;
- установка ограждений и вывешивание плакатов;
- проверка отсутствия напряжения;
- установка защитного заземления.

Отключение напряжения включает в себя следующее: все токоведущие части электроустановки, на которых будут производиться работы, должны быть отключены. Необходимо также отключить все токоведущие части, к которым возможно случайное прикосновение или приближение работников на расстояние менее: 0,6 м – при номинальном напряжении 10 кВ включительно. Отключать напряжение следует так, чтобы отключаемое оборудование отделялось со всех сторон от токоведущих частей, находящихся под напряжением. При этом с каждой стороны должен быть видимый разрыв. Работать на оборудовании, отключенном от токоведущих частей только выключателем, запрещается.

Отключив напряжение, необходимо принять меры, препятствующие самопроизвольной подаче напряжения. Для этого из рубильников убираются плавкие вставки, а приводы разъединителей запирают на замок, вывешиваются предупредительные плакаты.

Установка ограждений и вывешивание плакатов заключается в следующем: на всех приводах выключателей и разъединителей и на ключах управления, с помощью которых напряжение может быть подано к месту работ, вывешивают плакаты «Не включать - работают люди!», «Стоять – высокое напряжение!». Такие же щиты следует установить и во всех остальных местах, куда ремонтному персоналу вход воспрещен.

У места, предназначенного для выполнения работ, после окончания его подготовки помещают плакаты «Работать здесь».

Проверка отсутствия напряжения заключается в проверке с помощью указателя напряжения отсутствия напряжения на отключенном оборудовании.

Установка защитного заземления на токоведущие части производится непосредственно после проверки отсутствия напряжения. Переносное заземление

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ				

необходимо сначала присоединить к заземляющему устройству, а затем (после проверки отсутствия напряжения) установить на токоведущие части. Снимать переносное заземление необходимо в обратном порядке. Установка и снятие переносного заземления должны выполняться в диэлектрических перчатках с применением исправного электроинструмента.

К организационным мероприятиям, обеспечивающим безопасность производства работ, относятся:

- оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания

#### 8.4.2 Заземление

В качестве естественных заземлителей используются металлические каркасы зданий, различные трубопроводы. Кроме этого, имеется наружный контур заземления, выполненный из 12 электродов диаметром 12 мм, длиной 5 м соединенных стальными полосами 40 х 4 мм<sup>2</sup> проложенными на глубине 0,5 м от планировочной отметки земли. Наружный контур заземления соединен с внутренним контуром. Внутренний контур выполнен полосовой сталью 25 х 4 мм<sup>2</sup> и проложенной по стенам на высоте 0,7 м от уровня пола. Все соединения в сети заземления выполнены сваркой. Сопротивление растекания тока заземлителя не превышает 4 Ом.

#### 8.5 Производственная санитария

В соответствии с Федеральным законом от 30.03.99 № 52-ФЗ “О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения”[11] на насосной станции осуществляется производственный контроль за соблюдением требований Санитарных правил. Проводятся профилактические мероприятия, направленные на предупреждение возникновения заболеваний работающих в производственных помещениях. Осуществляется контроль за условиями труда и отдыха и выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия микроклимата.

При проведении работ на электроустановках необходимо обеспечить соблюдение санитарных норм допустимых уровней освещенности, шума, и напряженности электромагнитного поля в соответствии с санитарными нормами, утвержденными Минздравом России 12.05.85 №3323

##### 8.5.1 Освещение

В помещении насосной, а также на щите управления насосной светильники аварийного освещения обеспечивают на фасадах освещенность не менее 30 лк. Светильники аварийного освещения отличаются от светильников рабочего

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

освещения знаками или окраской. Эвакуационное освещение обеспечивает освещенность не менее 0,5 лк на уровне пола.

Рабочее и аварийное освещение в нормальном режиме питается от разных независимых источников питания. Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное. При отключении источников питания аварийное освещение и эвакуационное освещение автоматически переключаются на аккумуляторную батарею. Светильники эвакуационного освещения присоединены к сети, не зависящей от сети рабочего освещения. Присоединение к сети аварийного освещения других видов нагрузок, не относящихся к этому освещению, не допускается. Сети внутреннего, наружного, а также охранного освещения насосной станций имеют питание по отдельным линиям.

Для аварийного освещения применяем светильники с лампами накаливания, а для рабочего освещения применяем светильники ЛБ 40, освещение выполнено с двусторонним управлением.

Указатели выходов установлены световые, со встроенными в них источниками света, присоединяемыми к сети аварийного освещения. Обозначение выхода (надпись, знак и т.п.) освещается светильниками аварийного освещения.

Очистку светильников, замену ламп и плавких вставок, ремонт и осмотр осветительной сети производит персонал электромонтеров “Златоустовского Водоканала”.

Осмотр и проверка осветительной сети производится в следующие сроки:

- проверка действия автомата аварийного освещения - не реже 1 раза в месяц в дневное время;
- проверка исправности аварийного освещения при отключении рабочего освещения - 2 раза в год;
- измерение освещенности рабочих мест - при вводе в эксплуатацию и в дальнейшем по мере необходимости.

Обнаруженные при проверке и осмотре дефекты должны быть устранены в кратчайший срок.

#### 8.5.2 Расчет освещения

Согласно СНиП 23-05-95 [12] спроектировано искусственное освещение в помещении насосных агрегатов. Определим потребность количества светильников для соблюдения санитарных норм в производственных помещениях и на рабочих местах.

Расчет фактической освещенности ( $E_{\phi}$ ) производится по формуле:

$$E = \frac{\Phi_{н} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{100 \cdot s \cdot z \cdot k}, \quad (8.1)$$

где  $E_{н}$  - нормируемая минимальная освещенность, лк;

$\Phi$  - световой поток одной лампы, лм;

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

$S$  - площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;  
 $z$  - коэффициент неравномерности освещения, для люминесцентных ламп (ЛБ - лампы белого света), принимаем  $z = 1,1$ ;  
 $k$  - коэффициент запаса, принимаем  $k = 1,5$ ;  
 $N$  - число светильников в помещении, шт.;  
 $\eta$  - коэффициент использования светового потока ламп,  
 $n$  - количество ламп в одном светильнике, шт.;

$$E_{\phi} = \frac{3000 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 43}{100 \cdot 120 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 156 \text{лк}$$

Индекс помещения  $i$ :

$$i = \frac{A \cdot B}{H \cdot (A + B)}, \quad (8.3)$$

где  $A$  - длина помещения, м;

$B$  - ширина помещения, м;

$H$  - высота светильника над рабочей поверхностью, м.

Данные расчета сводятся в таблицу 8.2

Таблица 8.2 – Исходные данные и результаты расчета

Помещение	Длина, А м.	Ширина, В м.	Высота, Н м.	$i$	$\eta$
КНС	15	8	4	1,3	43

Данные расчета сводятся в таблицу 8.3.

Таблица 8.3 - Исходные данные и результаты расчета

Помещение	Площадь освещаемого помещения $S$ , м <sup>2</sup>	Нормируемая минимальная освещенность $E_H$ , лм.	Фактическая Освещенность $E_H$ , лм.	Число светильников в помещении $N$ , шт.
КНС	120	100	156	12

Вывод:

Для соблюдения санитарных норм в помещении насосной установлено - 12 светильников ЛБ 40.

### 8.5.3 Воздействие шума и вибрации на человека

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58



Шум и вибрация являются причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, что может привести к травматизму и авариям. Длительное воздействие интенсивных шумов может вызвать частичную, а иногда и полную потерю слуха. Степень вредности шума и вибрации зависит от частоты, уровня (силы), продолжительности и регулярности их воздействия. Классификация шумов, допустимые уровни шума на рабочих местах установлены в ГОСТ 12.1.003 – 76 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности»[13] и СН 245 -71.

Источником шума на станции являются насосные агрегаты. Шум возникает в результате плохой балансировки, центровки, неуравновешенности роторов, муфт, маховиков и других вращающихся деталей и вследствие неплотного крепления деталей и перекосов, недостаточной смазки. Обслуживающий персонал обязан тщательно следить за исправностью и нормальной работой оборудования, вовремя устранять подобные неполадки, которые к тому же могут явиться причиной аварии.

В число основных мер по предотвращению воздействия шума на персонал входят комплексная автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами, вызывающих шум.

Для ограничения распространения шума используют звукоизолирующие кожухи, полы, стены, перекрытия. Стены помещений, где размещаются вызывающие шум агрегаты, не рекомендуется окрашивать масляной краской и облицовывать плиткой, так как это увеличивает отражение звука. В таких помещениях используют акустическую штукатурку, акустическую черепицу, войлок, стекловолокно.

При эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места применяются средства и методы коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029. А также применяются средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051

Для предотвращения воздействия шума, на обслуживающий персонал предусмотрено звукоизоляционное помещение «Щитовой», а также средства индивидуальной защиты: специальные наушники, вкладыши в ушную раковину.

На насосной вибрация конструкций, так же как и шум вредно действуют на человека. Начальные стадии вибрационной болезни при воздействии общей вибрации характеризуются головными болями, нарушениями сна, повышенной утомляемостью и раздражительностью. Иногда наблюдаются головокружения. Вибрация может быть причиной функциональных расстройств нервной и сердечно-сосудистой систем, а также опорно-двигательного аппарата. Основные требования по устранению вибрации изложены в стандарте 12.1.012 – 78 «Вибрация. Общие требования безопасности»[14]. Защита от вибрации осуществляется путем устройства упругих элементов, размещенных между вибрирующей машиной и основанием, на котором она установлена.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

#### 8.5.4 Влияние электромагнитного поля на живые организмы

Непосредственное (биологическое) влияние электромагнитного поля на человека связано с воздействием на сердечно – сосудистую, центральную и периферийную нервную системы, мышечную ткань и другие органы. Вредные последствия пребывания человека в электрическом поле зависят от напряженности поля  $E$ , кВ/м, от продолжительности его воздействия и от расстояния до источника, данные указаны в таблице 8.1.

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 предельно допустимый уровень напряженности электромагнитного поля на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

В помещении насосной станции  $E=0,4$  кВ/м.

Вывод:

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 уровень напряженности электромагнитного поля на рабочем месте в течение всей смены гораздо меньше предельно допустимого. Из этого следует, что рабочий персонал может находиться на рабочем месте без средств защиты в течение смены без вреда для здоровья.

#### 8.5.5 Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха

Помещение участка насосной станции имеет механическую (искусственную) приточно-вытяжную вентиляцию. Приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции состоит из двух отдельных систем – приточной и вытяжной. Целью, которой является поддержание постоянного воздухообмена независимо от внешних метеорологических условий. Воздух, поступающий в помещение, при необходимости подогревается или охлаждается, очищается от пыли.

Отопление помещения осуществляется посредством от батарей отопления и тепловых регистров. Температура в помещении поддерживается в пределах  $20^{\circ}\text{C}$  при постоянном присутствии обслуживающего персонала. Это соответствует санитарным нормам проектирования промышленных предприятий. Температура наружного воздуха при расчёте систем вентиляции воздуха и воздушного отопления принимаются в соответствии с требованиями СНиП 11-33-75.

#### 8.6 Противопожарная безопасность

Руководители несут ответственность за противопожарную безопасность помещений и оборудования, а также за наличие и исправное состояние первичных средств пожаротушения.

Категория противопожарной безопасности для помещения и оборудования насосной станции определена как Д по НПБ 105-03, то есть производство, связанное с применением негорючих веществ и материалов.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Помещение насосной станции построено из негорючих материалов, стены сделаны из кирпича и бетона, перекрытия из железобетона, пол из бетона. Кабели в цехе проложены в кабельных каналах, подвесных металлических лотках с соблюдением требований и рекомендаций, обеспечивающих пожарную безопасность в кабельном хозяйстве. Основы пожарной защиты предприятия определены государственными стандартами ССБТ (ГОСТ 12.1.044-89 и ГОСТ 12.1.004-91) [15].

Персонал, обслуживающий станцию, проходит противопожарный инструктаж, занятия по пожарно-техническому минимуму, участвует в противопожарных тренировках.

На станции установлен противопожарный режим работы и выполняются противопожарные мероприятия, а также разработан оперативный план тушения пожара не допускающий действий, которые могут привести к пожару или возгоранию.

Разработана и утверждена инструкция о мерах пожарной безопасности, схема эвакуации людей в случае возникновения пожара, приказом руководителя назначены лица, ответственные за пожарную безопасность отдельных территорий, зданий, сооружений, помещений, участков, создана пожарно-техническая комиссия, добровольная пожарная дружина и система оповещения людей о пожаре.

По каждому происшедшему случаю пожара или загорания проводится расследование комиссией, создаваемой руководителем предприятия или вышестоящей организацией. Результаты расследования оформляются актом. При расследовании устанавливается причина и виновники возникновения пожара (загорания), по результатам расследования разрабатываются противопожарные мероприятия.

Насосная станция оборудована сетями противопожарного водоснабжения, установками обнаружения и тушения пожара в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.

В помещениях предусмотрены технические средства (противопожарные стены, наружные пожарные лестницы, аварийные люки и т. п.), имеющие устойчивость при пожаре и огнестойкость конструкций, необходимые для спасения людей при пожаре и расчетного времени тушения пожара.

На участке насосной станции предусмотрен набор первичных средств пожаротушения:

- огнетушители ОУ, ОП;
- противопожарный инвентарь (лопаты, песок, ломы, топоры, багры);
- на этаже установлены пожарные гидранты с таким расчетом, чтобы обеспечить подачу воды в любую точку помещения.

В каждом шкафу находится брезентовый рукав длиной не менее 10 м со стволом. На станции обеспечено своевременное оповещение людей о пожаре в его начальной стадии техническими или организационными средствами.

Окраска составных частей установок пожаротушения, включая трубопроводные коммуникации, соответствует требованиям ГОСТ 12.1.044—89 и отраслевых стандартов.

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ				

Огнетушители размещаются в легкодоступных и заметных местах. Обеспечивается возможность прочтения маркировочных надписей на корпусе, а также удобство и оперативность пользования ими.

### 8.7 Экологическая безопасность

Основным источником загрязнения окружающей среды на насосной станции является затопление водой территорий прилегающих к насосной станции и магистральным водоводам в случае порывов водопроводных сетей. Применение на насосной станции частотно-регулируемого привода позволяет исключить гидроудары, а следовательно значительно сократить количество аварий связанных с затоплением прилегающих территорий, а также уменьшить количество аварийно-восстановительных работ связанных с проведением земляных работ.

### 8.8 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

Российская система предупреждений и действий в ЧС призвана решать значительно больший круг задач, чем ранее ГО.

Центральная задача - проведение мероприятий:

- по предупреждению аварий, катастроф и стихийных бедствий;
- по обеспечению безаварийной работы;
- по максимальному снижению разрушений, людских и материальных потерь в случае возникновения непредвиденных аварийных обстоятельств;
- по повышению устойчивости.

Они охватывают инженерную, радиационную, химическую, медицинскую защиту.

#### 8.8.2 Радиационное и химическое обеспечение

Основными задачами радиационной и химической защиты являются:

- выявление и оценка радиационной и химической обстановки методом прогнозирования и по данным поста РХН;
- выбор наиболее целесообразных действий производственной деятельности предприятия в условиях радиоактивного и химического заражения;
- организация и проведение дозиметрического и химического контроля;
- обеспечение рабочих и служащих средствами индивидуальной защиты, приборами радиационной и химической разведки, дозиметрического контроля, поддержание их в постоянной готовности.

#### 8.8.3 Медицинское обеспечение

Медицинское обеспечение возложено на врача. Первая медицинская помощь может быть оказана непосредственно на рабочем месте с последующей транспортировкой пострадавшего в больницу. Практическое обучение

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

работников, по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшему на работе, осуществляется медицинскими работниками по специальной программе.

#### 8.8.4 Организация эвакуационных мероприятий

Эвакуационные мероприятия проводятся по распоряжению начальника станции. Утвержден состав комиссии, который подчиняется начальнику ГО “Златоустовского Водоканала”. Списки на эвакуацию находятся у начальника. Тренировочные занятия проводятся с каждой группой работников по плану-графику, составленному на основании утвержденной программы.

#### 8.8.5 Организация оповещения и связи

В случае возникновения опасности оповещение производится при помощи радио, сирен находящихся на территории станции и в городе.

Выводы по главе восемь:

В данном разделе рассмотрены вопросы охраны труда, производственной санитарии, экологической безопасности, обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций. Произведен анализ всех производственных и экологических опасностей. Рассмотрены мероприятия по пожарной безопасности, а также мероприятия для предотвращения ЧС и действия персонала в условиях ЧС.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы по автоматизации процесса управления водоотведения из резервуара канализационной насосной станции «Вокзал» была разработана структурная и функциональная схемы автоматизации, выбран комплекс технических средств.

В программе VisSim разработана математическая модель системы водоотведения, позволяющая рассчитать электрические характеристики и режимы работы элементов.

Эксплуатационные затраты составили 1554040тыс.руб., срок окупаемости 3.7года.

Автоматизация процесса управления водоотведения из резервуара канализационной насосной станции «Вокзал» позволит снизить энергопотребление на 13.5кВт/ч.

В разделе охрана труда проведен анализ вредных и опасных факторов производственной среды на насосной станции, рассмотрены мероприятия по охране окружающей среды. Рассмотрены мероприятия для предотвращения ЧС и действия персонала в условиях ЧС.

					13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. «Реконструкция систем водоснабжения и водоотведения в Златоустовском городском округе на 2016 – 2020 годы».
2. Правил холодного водоснабжения и водоотведения, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.07.2013г. № 644».
3. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
4. Проектирование электрических машин: Учеб. Пособие для вузов/И.П. Копылов, Ф.А. Горяинов, Б.К. Клоков и др.; И.П. Копылова.-М.: Энергия 1980.-496 с.
5. Клиначёв Н.В. Моделирование систем в программе VisSim: Справочная система. – Offline версия 1.0. – Челябинск 2001.
6. VisSim+Malhcad+MATLAB/ В.П. Дьяканов. – М.:СОЛОН, 2004.-384с.
7. Расчет экономической эффективности новой техники: Справочник. К.М.Великанов. – Л.: Машиностроение. 1990.
8. Гамрак – Курек Л.И. Экономическое обоснование дипломных проектов. М. Высшая школа 1985.
9. Кириллов В.Е. Некоторые рекомендации студентам электротехнических специальностей для подготовки экономического раздела дипломного проекта (расчет экономического эффекта)/ Уч. Пособие. – Златоуст: Изд.ЮУрГУ, 2006.
10. Трофимова, С.Н. Методические рекомендации для студентов электротехнических специальностей. Выполнение раздела «Безопасность жизнедеятельности» в дипломном проекте, С.Н. Трофимова. – Ч.: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 30 с.
11. Федеральным законом от 30.03.99 № 52-ФЗ “О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения”
12. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 21 с.
13. СНиП 23-03-2003 Защита от шума. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 25с.
14. 12.1.012 – 78 «Вибрация. Общие требования безопасности»
15. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 67 с.

										Лист
										65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.199.00.00 ПЗ					