

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Факультет «Заочный инженерно-экономический»
Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

Гуршинов А.А.

_____ г.



ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

С.Е. Денисов

[Signature]
_____ 20__ г.

Проект реконструкции золошлакоотвала Каширской ГРЭС

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва

В.Н. Кучин *[Signature]*

_____ 3 0 6 2016 г.

Руководитель проекта

Е.В. Николаенко

[Signature]
_____ 16.06. 2016 г.

Автор проекта

студент группы ЗИЭФ-559

А.С. Филонов

[Signature]
_____ 16.06. 2016 г.

Нормоконтролер


Е.В. Николаенко

[Signature]
_____ 16.06. 2016 г.

Челябинск
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)

Факультет «Заочный инженерно-экономический»
Кафедра «Водоснабжения и водоотведения»
Направление 270800.62 – Строительство
Профиль подготовки Водоснабжение и водоотведение

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
С.Е. Денисов

_____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студента
Филонова Антона Сергеевича

Группа ЗИЭФ-559

1 Тема выпускной квалификационной работы бакалавра

Проект реконструкции золошлакоотвала Каширской ГРЭС
(название ВКР бакалавра)

утверждена приказом по университету от 15.04 2016 г. № 661

(утверждена распоряжением по факультету от _____ 201_ г. № _____)

2 Срок сдачи студентом законченной ВКР 15.06.2016г

3 Исходные данные к выпускной квалификационной работе бакалавра

Материалы производственной практики

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация

1 Описание объекта строительства

1.1 Функциональное назначение объекта

1.2 Характеристика земельного участка

1.3 Топографические условия

1.4 Сведения о климатических условиях района строительства

1.5 Инженерно-геологические и гидрогеологические условия

1.6. Задачи проектирования

2 Обоснование проектных решений

2.1 Выбор типа труб для водопроводных сетей

2.2 Выбор типа труб для транспортирования золошлаковой пульпы

2.3 Выбор насосного оборудования

2.4 Выводы

3 Проектные решения по реконструкции золошлакоотвала Каширской ГРЭС.

3.1 Устройство ограждающих дамб

3.2 Насосная станция осветленной воды (НОВ)

3.3 Строительство водовода осветленной воды

3.4 Разводка пульпопроводов по дамбам первой и второй секций

3.5 Орошение пляжей

4. Технология строительного производства

4.1 Траншейная прокладка полипропиленовых труб

4.2 Составление календарного плана

4.3 Контроль качества производства

Заключение

Библиографический список

5 Перечень графического материала (не менее 6 листов формата А1)

1. Золошлакоотвал. Генплан
2. Золошлакоотвал. Разрезы.
3. Насосная станция осветленной воды. Генплан узла сооружений. М1:200
4. Насосная станция осветленной воды. Компонировка оборудования. План. Разрез.
5. Водовод осветленной воды. Продольный профиль водовода. Монтажная схема водовода.
6. Оросительная сеть на 1 и 2 секциях. Продольный профиль по оси магистрального трубопровода №1, №2, №3, №4.
7. Оросительная сеть на 1 и 2 секциях. Принципиальная схема.
8. Технология строительного производства.

Всего 8 листов

6 Консультанты по выпускной квалификационной работе бакалавра, с указанием относящихся к ним разделов ВКР



Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Технологическая часть	Е.В. Николаенко	<i>Е.В. Николаенко</i> 18.04.2016	<i>Студент</i> 18.04.2016
ТСП	В.Н. Кучин	<i>В.Н. Кучин</i> 15.05.16	<i>Студент</i> 15.05.2016


7 Дата выдачи задания 18.04.2016 *Е.В. Николаенко*

Руководитель Е.В. Николаенко

Задание принял к исполнению 18.04.2016 *Студент*

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы бакалавра	Срок выполнения этапов ВКР	Отметка о выполнении руководителя
Технологическая часть	25.04 – 20.06.2016	
ТСП	22.05 – 20.06.2016	

Заведующий кафедрой _____  /С.Е. Денисов/

Руководитель работы (проекта) _____  / Е.В. Николаенко /

Студент _____  /А.С. Филонов/

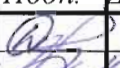
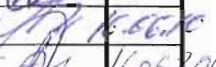
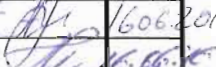


АННОТАЦИЯ

Филонов А.С. Выпускная квалификационная работа «Проект реконструкции золошлакоотвала Каширской ГРЭС» – Челябинск: ЮУрГУ, ЗИЭФ- факультет, 2016. – 86с. – 13ил. – 8 листов ф.А1 – библи. 33 назв.

Настоящий дипломный проект решает вопрос реконструкции золошлакоотвала (ЗШО) Каширской ГРЭС.

Необходимость реконструкции вызвана следующими причинами:

- существующая насосная станция осветленной воды находится в водоохранной зоне р.Ока и не обеспечивает подачу осветленной воды на ГРЭС в период максимальных нагрузок, в связи с чем часть осветленной воды (особенно в зимний период) сбрасывается в р.Ока.
- существующий пульпопровод, подающий золошлаковую пульпу с ГРЭС в секции 1 и 2 изношен и требует замены.
- Орошение водой сухих пляжей 1 и 2 секций необходимо в целях поддержания поверхности золотого массива во влажном состоянии в течение сухого периода года.

ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР								
Изм	Листа	№ докум.	Подп.	Дата	Пояснительная записка к ВКР	Стадия	Лист	Листов
Зав. каф.	Денисов					ВКР	6	86
Руковод.	Николаенко			16.06.2016		ЮУрГУ (НИУ) Кафедра ВВ		
Разработ.	Филонов							
Проверил	Николаенко							
Н. контр	Николаенко							

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	8
1 Описание объекта строительства	9
1.1 Функциональное назначение объекта	9
1.2 Характеристика земельного участка	10
1.3 Сведения о климатических условиях района строительства	11
1.4 Инженерно-геологические и гидрогеологические условия	11
1.5. Задачи проектирования	15
2 Обоснование проектных решений.....	16
2.1 Выбор типа труб для водопроводных сетей	16
2.1.1 Стальные трубы	16
2.1.2 Полимерные трубы	17
2.2 Выбор типа труб для транспортирования золошлаковой пульпы	19
2.2.1 Трубопроводы резиноканевые	20
2.2.2 Центробежнолитые износостойкие биметаллические трубы	22
2.2.3 Металлические трубы с футеровкой	23
2.2.4 Стеклопластиковые трубы	25
2.3 Выбор насосного оборудования	27
2.3.1 Грунтовые насосы	27
2.3.2 Центробежный насос двустороннего входа.....	29
2.3.3 Многоступенчатый центробежный насос.....	31
2.3.4 Центробежный консольный насос.....	33
2.4 Выводы.....	34
3 Проектные решения по реконструкции золошлакоотвала Каширской ГРЭС .	35
3.1 Устройство ограждающих дамб	35
3.2 Насосная станция осветленной воды (НОВ).....	38
3.2.1 Гидравлические расчеты по насосной станции осветленной воды Каширской ГРЭС.....	38
3.2.2 Пристанционные всасывающие трубопроводы	46
3.2.3 Пристанционные напорные трубопроводы.....	47
3.2.4 Основное и вспомогательное оборудование.....	49

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7.1

3.3	Строительство водовода осветленной воды	54
3.4	Разводка пульпопроводов по дамбам первой и второй секций	56
3.5	Орошение пляжей.....	58
3.5.1	Гидравлические расчеты по насосной станции Каширской ГРЭС (орошение)	59
4.	Технология строительного производства	63
4.1	Траншейная прокладка полипропиленовых труб.....	63
4.1.1	Технологические процессы производства работ	64
4.1.2	Подготовка траншеи.....	65
4.1.3	Стыковая сварка труб.....	66
4.1.4	Укладка трубопроводов в траншею.....	68
4.1.5	Засыпка трубопровода и уплотнение грунта	68
4.1.6	Гидравлические испытания трубопровода.....	69
4.1.7	Определение объемов земляных работ	71
4.2	Составление календарного плана	72
4.2.1	Определение трудоемкости работ и затрат машинного времени	72
4.2.2	Определение продолжительности работ	74
4.3	Контроль качества производства.....	76
	Заключение	78
	Библиографический список.....	79
	Приложение А. Спецификация арматурных элементов на устройство насосной станции осветленной воды	81
	Приложение Б. Спецификация труб, фасонных частей и арматуры на устройство водовода осветленной воды	84
	Приложение В. Спецификация арматурных элементов на устройство оросительной сети на 1 и 2 секциях.....	85

ВВЕДЕНИЕ

Выбранная тема является в настоящее время особо актуальной, так как существующие ГРЭС являются в большей степени устаревшими промышленными предприятиями России.

В настоящее время на ГРЭС сжигается уголь с удалением золошлаковых отходов гидравлическим способом, который заключается в подаче золы и шлака из золоуловителей и шлаковых ванн в смывные каналы внутростанционной системы гидрозолоудаления (ГЗУ), где эти составляющие перемещаются струями воды в зумпф багерной насосной станции. Далее золошлаковая пульпа в напорном режиме транспортируется по магистральному пульпопроводу в секции золошлакоотвала.

Так как проектирование и строительство большинства ГРЭС осуществлялось в прошлом веке, то существует ряд проблем, связанных с безопасной эксплуатацией данных сооружений, таких как:

- изношенность оборудования, промышленного транспорта;
- загрязнение воздуха;
- не соответствие современным требованиям нормативной документации;
- не соблюдение экологических требования к размещению объектов складирования отходов промышленного производства.

В связи с этим возникает необходимость реконструкции ГРЭС учетом современных технологических и экологических требований.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1 Функциональное назначение объекта

Каширская ГРЭС имени Г.М. Кржижановского является старейшим и крупнейшим промышленным предприятием Каширского района Московской области. С момента пуска на станции регулярно проводилась модернизация оборудования и интенсификация производственного процесса. В 1922 г. одновременно с ГРЭС в эксплуатацию была введена воздушная линия электропередачи Кашира-Москва, ставшая первой в стране ЛЭП напряжением 110 кВ. На станции была разработана новая технология сжигания бурого угля, с помощью которой ГРЭС стала лидером в стране по надежности и экономичности оборудования.

В 60-е годы была проведена крупномасштабная реконструкция с заменой основного оборудования: запущена газотурбинная установка мощностью 10 МВт; в опытную эксплуатацию принят энергоблок СКР-100; запущены три пылеугольных блока мощностью по 300 МВт каждый.

В 70-е годы были запущены три энергоблока на газомазутном топливе мощностью по 300 МВт каждый, а в 1983 г. – теплофикационный энергоблок № 7 мощностью 80 МВт. В 2005 г. было начато техническое перевооружение третьего энергоблока, который введен в эксплуатацию в 2009 г. В настоящее время станция является флагманом электроэнергетики Московской области.

Назначение золошлакоотвала (ЗШО) – складирование золошлаковых материалов (ЗШМ) Каширской ГРЭС гидравлическим способом. Золошлакоотвал – пятисекционный, равнинный пойменный, относится к сооружениям IV класса.

Система гидрозолоудаления и складирования золошлаковых отходов включает:

- багерную насосную станцию с пульпопроводами;
- золошлакоотвал (ЗШО) с сооружениями;
- насосную станцию осветленной воды (НОВ) с подводящим каналом и напорным водоводом.

На ГРЭС установлены 7 энергоблоков в главном корпусе (котлотурбинный цех №2), из которых 3 – пылеугольные, т.е. сжигающие уголь, а 4 – газомазутные. Наряду с углем на пылеугольных блоках сжигается природный газ и мазут.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Общая электрическая мощность электростанции – 1915 МВт:

- электрическая мощность пылеугольных блоков – 930 МВт;
- мощность газомазутных блоков – 985 МВт.

Общая установленная тепловая мощность электростанции – 399 Гкал/час.

В настоящее время на ГРЭС сжигается кузнецкий уголь с удалением золошлаковых отходов гидравлическим способом, который заключается в подаче золы и шлака из золоуловителей и шлаковых ванн в смывные каналы внутристанционной системы гидрозолоудаления (ГЗУ), где эти составляющие перемещаются струями воды в зумпф багерной насосной станции. Далее золошлаковая пульпа перемещается в напорном режиме по магистральному пульпопроводу в секции золошлакоотвала.

Общий объем складирования золошлаков с начала эксплуатации – 5,7 млн.м³ (7,1 млн.т), запас оставшейся емкости – 2,01 млн.м³ (2,49 млн.т), с учетом освободившейся емкости при отгрузке ЗШО сторонним потребителям.

Расход поступающей на ЗШО пульпы 2800...3200 м³/ч (в летний период возможно снижение до 1250 м³/ч), концентрация пульпы 1:60 и более.

1.2 Характеристика земельного участка

Промышленная площадка Каширской ГРЭС расположена на террасах правого берега р. Ока в г. Кашира-2 и занимает площадь – 318,4 га, из них площадь золошлакоотвала – 97,91 га. Площадь секций №1-5 соответственно: 9,25 га, 12,56 га, 14,8 га, 33,3 га, 28,0 га.

Непосредственно золошлакоотвал находится в пойме реки. Промплощадка спланирована на уровне абсолютных отметок (абс. отм.) ~ 107-109,0 м, имеет уклон в сторону р. Ока, отметки основания золошлакоотвала – 108-110 м. Выше ГРЭС и золошлакоотвала расположены террасы правого берега, поднимающиеся до отм. 160-180,0 м.

Территория промплощадки ГРЭС с северной стороны ограничена р. Ока, с южной и западной сторон – землями, находящимися в ведении администрации г. Кашира, с восточной стороны – землями, находящимися в ведении сельских администраций. С восточной стороны к промплощадке также примыкает золошлакоотвал ГРЭС, который граничит с территориями ТОО «Новоселки», ГП «Стройиндустрия» и землями, находящимися в ведении администраций д. Терново, д. Хворостянка. Граница между золошлакоотвалом (ЗШО) и другими собственниками проходит по внешнему контуру секций №1-5, т.е. по северной, восточной и южной ограждающим дамбам.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1.3 Сведения о климатических условиях района строительства

Район строительства относится к климатическому району ПВ (согласно СНиП 23-01-99* «Строительная климатология») по карте климатического районирования территории для строительства.

Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) согласно главы СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» составляет минус 27°C, абсолютная минимальная – минус 44°C. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца – плюс 23,1°C. [12]

Расчетная снеговая нагрузка (III снеговой район по СНиП 2.01.01-85* «Нагрузки и воздействия») составляет 1,8 кПа (180 кг/м²).

Нормативное ветровое давление (I ветровой район по СНиП 2.01.07-85*) - 0,23 кПа (23 кг/м²). Средняя годовая скорость ветра 4,5 м/с. Максимальная скорость ветра – 20 м/с, порыв – 28 м/с.

Наибольшая глубина промерзания грунта: глины, суглинки- 140 см, песок, супесь - 150 см.

Водотоком, из которого вода поступает на оборудование в системы ТВС и ГЗУ ГРЭС, является река Ока.

Река Ока – приток Волги, общая длина 1500 км, площадь водосбора (бассейна) 245 тыс. км², при этом площадь водосбора до ГРЭС ~ 70 тыс. км².

Минимальный уровень воды и расход в реке Ока имеют место в летне-осенний и зимний периоды (меженные).

1.4 Инженерно-геологические и гидрогеологические условия

Инженерно-геологические условия реконструируемого объекта золоотвала относятся в соответствии приложения Б. СП-11-105-97 ко II категории сложности (средней сложности).[15]

В геоморфологическом отношении исследуемая территория золоотвала располагается в пределах правобережной поймы р. Оки. Золоотвал состоит из 5-ти секций, отделённых от поймы ограждающей дамбой, а друг от друга разделительными дамбами.

В геологическом строении площадки золоотвала принимают участие до исследуемой глубины 13,0 метров современные техногенные и современные аллювиальные образования.

					<i>ЮУрГУ-270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Слагающие дамбы техногенные отложения (намывные и насыпные грунты) имеют крайне неоднородный состав и сложение.

Гидрогеологические условия характеризуются наличием двух четвертичных водоносных горизонтов (приуроченных к современным техногенным и современным четвертичным образованиям) имеющие между собой полную гидравлическую связь. Водовмещающими породами являются зола, шлак, суглинки с гнёздами песка, пески мелкие и пылеватые.

Питание водоносных горизонтов происходит в основном за счёт инфильтрации атмосферных осадков и притока осветлённых вод из действующих секций золоотвала, а также возможной подпитки по ослабленным зонам из нижележащего напорного водоносного горизонта, приуроченного к среднекаменноугольным образованиям (C2 ks).

Разгрузка грунтового потока осуществляется в р. Оку.

Установившиеся уровни грунтовых вод зафиксированы на абс. отметках 109,25 м.

В толще грунтов до исследуемой глубины 13 метров выделено 5 различных инженерно-геологических элементов (ИГЭ).

Ниже приводится характеристика каждого ИГЭ сверху вниз.

Современные техногенные отложения (tIV)

ИГЭ-1-искусственный намывной грунт – представлен золой пылеватой, средней плотности, с отдельными прослоями или включениями шлака (дресвянистого грунта). По результатам гранулометрического анализа зола отличается высоким содержанием пылеватой фракции 0,05-0,005 – 62,8%. По степени морозного воздействия согласно п. 219 ГОСТ 25 100-95 грунты ИГЭ-1 – слабопучинистые. Нормативные значения физико-механических свойств следующие:

- плотность – 1,56 г/см³
- плотность частиц грунта – 2,17 г/см³
- коэффициент пористости – 0,892
- сцепление – 10 кПа
- угол внутреннего трения – 25°
- модуль общей деформации – 10 МПа
- R₀ – 100 кПа (нормативные значения расчётных сопротивлений намывных грунтов по СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. т.5).[17]

Зола, по данным проведённых лабораторных исследований, характеризуется как грунт среднеплотного сложения, практически непластичный (относится к гидрофобным грунтам).

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Коэффициент фильтрации намывных грунтов – 0,046 м/сут. Зола относится к анизотропным породам (значения коэффициента фильтрации в горизонтальном направлении значительно меньше, чем в вертикальном).

ИГЭ-2 – насыпной грунт – представлен хаотичным переслаиванием тугопластичного и полутвёрдого суглинка, золы, песка, шлаков, дресвы и щебня карбонатных пород. Участвует в сложении ограждающих и разделительных дамб золоотвала.

Полученные значения сцепления и угла внутреннего трения колеблются, соответственно C – от 38 кПа до 44 кПа, φ - от 12° до 14° .

В результате статистической обработки получены следующие нормативные характеристики физико-механических свойств грунтов:

- плотность – $1,95 \text{ г/см}^3$
- плотность частиц грунта – $2,70 \text{ г/см}^3$
- коэффициент пористости – 0,700
- сцепление – 40 кПа
- угол внутреннего трения – 12°
- модуль общей деформации – 17 МПа.

Современные аллювиальные отложения (aIV)

ИГЭ-3 – суглинки мягкопластичные с линзами песка

Принимаются следующие нормативные характеристики физико-механических свойств:

- плотность – $1,89 \text{ г/см}^3$
- плотность частиц грунта – $2,70 \text{ г/см}^3$
- коэффициент пористости – 0,864
- сцепление – 16 кПа
- угол внутреннего трения – 16°
- модуль общей деформации – 8 МПа.

ИГЭ-3а – суглинок тугопластичный – полутвёрдый:

- плотность - $1,90 \text{ г/см}^3$
- плотность частиц грунта – $2,72 \text{ г/см}^3$
- коэффициент пористости – 0,828
- сцепление – 25 кПа
- угол внутреннего трения – 20°
- модуль общей деформации – 18 МПа.

ИГЭ-4 – глина тугопластичная:

- плотность – $1,87 \text{ г/см}^3$

					<i>ЮУрГУ-270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

- плотность частиц грунта – 2,72 г/см³
- коэффициент пористости – 0,897
- сцепление – 35 кПа
- угол внутреннего трения – 14°
- модуль общей деформации – 13 МПа.

ИГЭ-4 а – глина полутвёрдая:

- плотность – 1,86 г/см³
- плотность частиц грунта – 2,73 г/см³
- коэффициент пористости – 0,896
- сцепление – 47 кПа
- угол внутреннего трения – 18°
- модуль общей деформации – 17 МПа.

ИГЭ-5; 5а – песок мелкий, пылеватый, средней плотности

Коррозионная активность грунтов оценивается как средняя по отношению к углеродистой и низколегированной стали. Коррозионная агрессивность по отношению к бетону марки W4 по водонепроницаемости для грунтов, залегающих выше уровней грунтовых вод, не агрессивны.

Максимальная нормативная глубина сезонного промерзания составляет для:

- насыпных грунтов – 2,0м;
- глин, суглинков – 1,40м;
- песков – 1,70м.

Категории по трудности разработки согласно ГЭСН 81-02-01-2001г следует классифицировать как:

- намывные грунты – 42в
- насыпные грунты – 35в
- суглинки – 35а
- глины – 8б
- пески – 29а. [7]

Основанием все сооружений: как пространственных (дамбы, насосная станция осветленной воды) так и линейных (трубопроводы, пульпопроводы) являются зольные отложения (слой ИГЭ-1). Устройство дамб и насыпь под площадку насосной станции осветленной воды осуществляется из привозного местного грунта (глины) Ожерельевского месторождения.

Укладка грунта глины в качественную насыпь площадки под насосную станцию осветленной воды производится с коэффициентов уплотнения грунта

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$k_{\text{com}} = 0,95$ при максимальной плотности – 2,03 т/м³. (СНиП 3.02.01-87 табл.8).
[24]

1.5 Задачи проектирования

Реконструкции ЗШО Каширской ГРЭС предусматривает:

- проектирование новой насосной станции осветленной воды в третьей секции с увеличением производительности, позволяющей исключить сброс осветленной воды в р.Ока, взамен старой, находящейся в водоохранной зоне;
- проектирование водовода осветленной воды;
- устройство разводящей сети по периметру первой и второй секций золошлакоотвала;
- устройство оросительной сети на первой и второй секциях золошлакоотвала;
- реконструкцию третьей секции ЗШО.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

2 ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

2.1 Выбор типа труб для водопроводных сетей

Выбор типа труб для строительства водоводов и сетей систем водоснабжения должен производиться с учетом всех требований к бесперебойности их работы, санитарных требований и соблюдения наибольшей экономичности и целесообразности их использования с народнохозяйственной точки зрения.

При выборе материала труб учитываются разные факторы: протяжённость трубопровода, его назначение, климатическая зона и место прокладки внутри или снаружи здания.

2.1.1 Стальные трубы

Стальные трубы выпускаются в широком диапазоне диаметров, толщин стенок и марок стали. Они обладают высокой прочностью, относительно небольшой массой, пластичностью, индустриальностью монтажа. Для этих труб имеется широкий ассортимент соединительных фасонных частей, что весьма облегчает и упрощает процесс монтажа узлов сети.

Стальные трубы следует применять преимущественно в местах, где имеется опасность значительных внешних динамических нагрузок на трубы: при поверхностных прокладках, на эстакадах, при переходе через реки и под путями дорог, в просадочных и вечномерзлых грунтах.

Возможность применения стальных труб должна быть строго обоснована. Для наружных трубопроводов используют сварные трубы, выпускаемые промышленностью диаметрами до 1400 мм по ГОСТ 10704-91, ГОСТ 8696 – 76*, и ГОСТ 3262 – 75*. Применение бесшовных стальных труб целесообразно лишь в том случае, если в соответствии с расчетами на прочность установлена невозможность использования сварных труб.

Стальные трубы соединяют сваркой. При монтаже узлов трубопроводов употребляют гнутые, штампосварные и сварные стальные фасонные части, привариваемые к трубам.

Электросварные стальные трубы для внешних водо- и газопроводов изготавливают по ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент», разброс их диаметров велик – от 10 до 1420мм. По своим механи-

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

ческим свойствам и химическому составу они подразделяются на четыре группы, каждая из которых отвечает требованиям определённых ГОСТов.

- группа А. Изделия из кипящей, спокойной и полуспокойной стали (ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки»)

- группа В. Включает в себя все марки стали вышеназванных групп.

Недостатком этого типа трубы считается ее небольшой срок службы – примерно 20 лет. Низкая коррозионная устойчивость с течением времени приводит к образованию внутри трубы ржавчины, которая существенно ухудшает качество питьевой воды, подаваемой в системе. Сниженная проходимость коммуникаций отрицательно влияет на затраты по подаче воды потребителю. Коррозия металла влечет за собой аварии и поломки в процессе использования стальных систем. Стоит отметить также высокую трудоемкость при монтаже и замене участков стального водопровода. Метод соединения таких труб – либо резьбовые переходники, либо сварочные соединения. Все это увеличивает затраты времени и стоимость работ по установке и обслуживанию таких систем, однако следует отдать должное высокой прочности и относительно низкой стоимости такого типа труб.[3]

2.1.2 Полимерные трубы

Изготавливаются и регламентируются трубы напорные из полиэтилена ГОСТ 18599-2001. Что же касается их применения, то их чаще всего используют в следующих областях:

- для возведения и ремонта наружных трубопроводных трасс, осуществляющих транспортировку воды различного назначения;
- для устройства подземных трубопроводов;
- при прокладке новых и реставрации старых, поврежденных коррозией скважин;
- в устройстве промышленных трубопроводов;
- в крупном трубопроводном транспорте;

Напорные трубы ПНД производятся согласно ГОСТ 18599-2001 из полиэтилена низкого давления (ПНД). Для производства ПНД труб используется первичный полиэтилен ПЭ 80 ПЭ 100 (полиэтилен с MRS 8 МПа и 10 МПа). Синие продольные маркировочные полосы, выполненные методом соэкструзии, указывают на предназначение трубы для питьевой воды.

Наружный диаметр – от 10 до 1200 мм.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Трубы малых диаметров (10-90 мм) выпускаются в бухтах по 100 и 200 метров. Трубы средних диаметров (75-110 мм) выпускаются в бухтах по 150, 200, 250 и 350 метров или в отрезках по 12 метров по согласованию с потребителем. Трубы больших диаметров (125-1200 мм) выпускаются в отрезках по 12 метров и связываются в пакеты.

Преимущества труб из полиэтилена:

- высочайшие гигиенические свойства самого полиэтилена как материала трубы, его химическая стойкость;
- отсутствие коррозии и отложения – основного места для развития биопленок;
- исключительно низкая аварийность благодаря минимальному количеству соединений и высокой надежности сварочных швов;
- гибкость, позволяющая без ограничений прокладывать полиэтиленовые трубы в нестабильных грунтах, а также свести к минимуму расходы на подготовку траншей;
- способность выдерживать множество циклов замораживания-оттаивания без потери работоспособности;
- высокая экономическая эффективность в течение всего срока службы вследствие низкой стоимости монтажа и эксплуатации, т.е. до 100 лет (а для труб из ПЭ 100 последнего поколения – до 150 лет);
- высокая пропускная способность;
- экологичность производства.

Минусы напорных труб ПЭ:

- несколько ограниченные возможности температурного характера – не рекомендуется использовать в системах горячего водоснабжения, а также в трубопроводах отопления.
- проведение монтажных работ по специфической технологии.
- продолжительность службы трубопровода ПНД зависит от степени подвижности грунта.
- плохая сопротивляемость ультрафиолетовому воздействию, снижающему эксплуатационные характеристики трубопровода.
- невысокое сопротивление раздавливанию.
- цена, по сравнению со стальными трубами аналогичного диаметра.[4]

2.2 Выбор типа труб для транспортирования золошлаковой пульпы

Пульпопровод состоит из труб, соединительной и предохранительной арматуры. Традиционно в пульпопроводах используются сварные трубы из низкоуглеродистых сталей, стойкость которых против истирания чрезвычайно низкая. В процессе работы внутренние стенки труб разрушаются от интенсивного гидроабразивного изнашивания; наружная поверхность подводного трубопровода подвергается также коррозионно-механическому изнашиванию. Срок службы труб снижается из-за пульсаций давления, являющихся следствием неравномерной работы насоса, нарушения правил пуска оборудования или неправильного переключения запорной арматуры. Особо нежелательны гидравлические удары, которые могут разрушить трубопровод или его арматуру.

Толщину стенок труб необходимо рассчитывать на воздействие давления транспортируемой массы, временных нагрузок и нагрузок от гидравлического удара. Износ стенок труб допускается не более 50% первоначальной толщины. На прямолинейных участках изнашивается в основном нижняя часть труб, поэтому для увеличения срока службы трубы периодически поворачивают: на 120° трубы диаметром больше 400 м и на 180° – остальные. Для удобства поворота вокруг оси сварные магистральные пульпопроводы следует разбивать на плети, соединяемые между собой фланцами.

Фасонные участки пульпопроводов литые или сварные со стандартными фланцами изнашиваются наиболее интенсивно и неравномерно. Зоны повышенного износа целесообразно упрочнять путем наплавки износостойчивыми электродами.

Изношенные участки труб восстанавливают путем электронаплавки, причем сужения и утолщения (навары) во внутренней части труб недопустимы из-за интенсивного изнашивания следующих за наплавленными участками трубы.

Сквозные выработки (свищи) и трещины труб устраняют с помощью наварных накладок, бандажей, предварительно зачищая поврежденный участок. Небольшие трещины заваривают. Заварку трещин на фасонных участках труб из-за их большей жесткости рекомендуется выполнять по специальной технологии с подогревом восстанавливаемой зоны и медленным охлаждением после заварки. Корродированные трубы восстанавливают путем вырезки поврежденных участков и постановки заплат.

Вмятины на трубах устраняют следующим образом. Деформированный участок трубы разрезают газовой горелкой вдоль оси и поперек в двух местах. Затем участки трубы нагревают до красного каления, выгибают и разрезы зава-

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

ривают. На прямолинейных участках всасывающего и нагнетательного пульпопроводов между опорами труб для компенсации их температурных деформаций и непосредственно у грунтового насоса для упрощения демонтажа передней крышки устанавливают сальниковые компенсаторы.

Нагрузки и воздействия и соответствующие им коэффициенты надежности по нагрузкам следует принимать по СП 20.13330.

Наружные поверхности пульпопроводов следует защищать от атмосферной коррозии путем нанесения битумных покрытий по ГОСТ 9812-74 или антикоррозионных красок на очищенную от ржавчины и окалины обезжиренную поверхность.

Пульпопроводы и другие сооружения гидротранспорта должны быть защищены от коррозии, вызываемой блуждающими токами, в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602-2005.

Для магистральных участков пульпопроводов, имеющих большое количество поворотов и арматуры; или при транспортировании гидросмеси высокой концентрации в верхней части трубы должны быть предусмотрены устройства (специальные отверстия, закрываемые заглушками) для промывки пульпопроводов.

Для транспортирования золошлаковой пульпы могут использоваться различные типы труб, далее рассмотрим некоторые из них.

2.2.1 Трубопроводы резинотканевые

Трубопроводы резинотканевые, пульпопроводы напорные, напорно-всасывающие и всасывающие, предназначены для транспортировки абразивных песчано-гравийных смесей, песка различной категории, а также продуктов переработки горно-обогатительных комбинатов на участках измельчения, извлечения и хвостового хозяйства, для перекачивания жидкости и высокоабразивных материалов. Применяются в горнодобывающей промышленности, в гидромеханизации, на гидроэлектростанциях, сталелитейных заводах, в химической промышленности, в технике защиты окружающей среды, в строительстве надземных и подземных сооружений, при добыче песка и гравийно-песчаных смесей.

Конструкция трубопровода резинотканевого состоит из внутреннего резинового износостойчивого слоя, силового каркаса и защитного наружного резинового слоя. Для обеспечения радиальной (кольцевой) жесткости и устойчивости трубопроводы снабжены армирующими элементами (проволокой, метал-

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

лическими кольцами), которые являются основными несущими нагрузку элементами и воспринимают сопротивление смятию при изгибе или вакууме. Изготавливаются трубопроводы с фланцами или без фланцев (муфтовое соединение).

Благодаря своей особой конструкции, в которой элементы взаимосвязаны, трубопроводы резиноканевые сохраняют исходные технические характеристики на протяжении длительного срока службы и не требуют замены с течением времени.

Трубопроводы резиноканевые – допускает монтаж и эксплуатацию в ограниченном пространстве и на сложном ландшафте без ущерба качеству.



Рисунок 1 - Конструкция трубопровода

Монтаж:

- быстро, просто и недорого. Экономия затрат составляет около 50 % по сравнению с аналогичными работами со стальными трубопроводами
- допускает возможность монтажа в ограниченном пространстве или на сложном ландшафте без привлечения дополнительных ресурсов и материалов
- трубопроводы изготавливаются необходимой длины и соединяются при помощи болтов и гаек.
- длина секции резиноканевой трубы позволяет выполнить прокладку трубопровода на большое расстояние.
- обрезиненные металлические кольца во фланцах трубопровода обеспечивают надежное и герметичное соединение, без дополнительных прокладок.

Эксплуатация и техобслуживание:

- повышенная стойкость к абразивному износу и истиранию. Коррозионная стойкость – затраты на техобслуживание снижаются во много раз, затраты на защиту от коррозии практически равны нулю
- эксплуатируется в соответствии с заданными характеристиками на протяжении длительного срока службы.
- компенсация гидроударов, монтажных, температурных и рабочих смещений, соединяемых трубопроводов, снижения уровня вибрации и шума трубопроводов и насосных установок.
- снижение гидropотерь и малое сопротивление потоку пульпы позволяют существенно повысить производительность.

Таблица 1 - Основные технические параметры напорных трубопроводов

Обозначение трубопровода	Внутренний диаметр		Внешний диаметр		Толщина внутреннего износостойкого слоя		Рабочее давление	Минимальный радиус изгиба		Масса трубопровода (справочная)		Присоединительные размеры фланцев		Диаметр отверстий под болт		Количество отверстий
	d		D									D1		d1		
	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм		МПа	мм	фут	3м	10м	мм	дюйм	мм	
ТН-Ф-102	102	4	124	4 ^{7/8}	6	1/4	1,0	1000	3,28	24±2	80±4	180	7	18	23/32	8
ТН-Ф-200	200	7 ^{7/8}	235	9 ^{1/4}	7	9/32	1,0	2000	6,56	55±3	110±6	295	11 ^{5/8}	22	7/8	8
ТН-Ф-219	219	8 ^{5/8}	251	9 ^{7/8}	7	9/32	1,0	2200	7,22	70±3	140±10	305	12	18	23/32	12
ТН-Ф-273	273	10 ^{1/4}	309	12 ^{5/32}	7	9/32	1,0	3000	9,84	72±5	150±7	370	14 ^{9/16}	22	7/8	12
ТН-Ф-300	300	11 ^{13/32}	335	13 ^{3/16}	8	5/16	1,0	3300	10,83	82±5	180±12	400	15 ^{3/4}	22	7/8	12
ТН-Ф-325	325	11 ^{27/32}	361	14 ^{7/32}	8	5/16	1,0	3600	11,81	97±5	205±14	450	17 ^{23/32}	22	7/8	16
ТН-Ф-400	402	15 ^{27/32}	442	17 ^{13/32}	12	15/32	1,0	4000	13,12	120±6	235±20	515	20 ^{9/32}	22	7/8	16
ТН-Ф-426	426	16 ^{3/4}	462	18 ^{3/16}	12	15/32	1,0	4300	14,11	140±8	260±20	550	21 ^{21/32}	22	7/8	16
ТН-Ф-530	530	20 ^{7/8}	566	22 ^{9/32}	12	15/32	1,0	5300	17,39	160±10	480±25	660	26	22	7/8	20
ТН-Ф-630	530	24 ^{13/16}	674	26 ^{17/32}	15	19/32	0,8	6500	21,33	210±15	650±50	770	30 ^{5/16}	26	1 ^{1/32}	20

2.2.2 Центробежнолитые износостойкие биметаллические трубы

Биметаллические трубы с различным сочетанием слоев (более 35 сочетаний), обеспечивающим специальные свойства – коррозионную стойкость в агрессивных средах, повышенное сопротивление радиации, теплостойкость и др. Слои могут выполняться в соответствии с требованиями заказчика, специальными свойствами могут обладать внутренний, наружный или одновременно оба слоя.

Для производства центробежнолитых труб используется центробежное литье – специальная разновидность литейной технологии. При такой разновидности литья характерно действие центробежных сил для металла в процессе заполнения формы, охлаждения и кристаллизации. Воздействующие на металл

центробежные силы обеспечивают распределение расплава по внутренней поверхности вращающегося кокиля.

Стойкость биметаллических труб более чем в 15 раз превышает стойкость традиционно используемых для пульпопроводов сварных и бесшовных труб из углеродистых сталей.

Наружный слой биметаллических труб как правило выполняется из низкоуглеродистой стали. Это позволяет заказчикам монтировать трубопроводы (пульпопроводы, продуктопроводы) с помощью сварки по внешнему слою. Также возможен монтаж с помощью приварных фланцевых соединений.

Биметаллические трубы дороже, чем обычные электросварные либо горячедеформированные трубы. Однако, стойкость к истиранию биметаллических труб в пульпопроводах больше в 15-20 раз в сравнении с обычными трубами. Также экономится время на ремонте трубопроводов.

Таблица 2 - Характеристика центробежнолитых биметаллических труб

Материал	35X23H7СЛ 12X18H9ТЛ 20X20H14C2Л 40X24H12СЛ 20X25H19C2Л 20X25H20C 15X18H22B6M2РЛ 35X18H24C2 30X18H35C2C 25X28H49B5C 45X25H20C
Внешний диаметр трубы	50÷1600мм
Длина L	<8500мм
Толщина стенки δ	6 – 100 мм
Механическая обработка	По внутренней и/или внешней поверхности с подготовкой кромок под сварку

2.2.3 Металлические трубы с футеровкой

Футеровка трубопроводов полиуретаном – это оптимальный способ предохранить металл трубопровода от негативного воздействия транспортируемых материалов, а так же окружающей среды. Для выполнения футеровки, трубы разделяются на отдельные секции длиной до 10 метров и на торцы секций мон-

тируются фланцы. Футеровка труб выполняется как с внутренней стороны, так и с внешней.

Самым надежным способом защиты труб с внутренней стороны, является установка в трубу полиуретанового вкладыша. Этот вкладыш изготавливается на специальном оборудовании и фиксируется внутри трубы методом горячей посадки или с помощью специального клеящего состава.

Футеровка труб с внешней стороны может выполняться несколькими способами:

- напыление на поверхность трубы жидкой полиуретановой системы с ее последующей полимеризацией
- оклейка трубы листовым полиуретаном с фиксацией листов клеящими составами и последующей герметизацией шва

Футеровка внутренних поверхностей труб полиуретаном с использованием окиси алюминия, позволяет, увеличить срок службы покрытия в несколько раз. Футерованные трубы оказывают максимальное сопротивление износу по сравнению с резиновым гуммированием, что позволяет сократить расходы на последующие футеровки.

Футерованные трубы отлично подходят для транспортировки высоко абразивного рудного шлама, такого как медь, фосфаты, цинк, никель, каолин, золото, железо, марганец, вольфрамхром, титан, магний и т.д. Также они применяются для обезвоживания, заполнения ствола скважины, очистки от шлама, размещения хвостов обогащения.

Таблица 3 - Характеристики металлических труб с футеровкой

Диаметр, мм.	От 150 до 1420
Длина трубы, мм.	От 6 до 10
Толщина полиуретанового слоя, мм.	От 2 (определяется индивидуально и зависит от технических требований)
Толщина стенки металлической трубы, мм.	Может быть различной и зависит от технических требований

Продолжение таблицы 3

Исполнение соединения - фланцевое (в зависимости от внутритрубного давления фланцы изготавливаются согласно действующих нормативных документов либо по чертежам и особым требованиям заказчиков.

Преимущества футерованной трубы:

- высокая стойкость к абразивному износу продлевает срок службы трубопроводов и сокращает трудозатраты на их ремонт;
- отличная стойкость к истиранию;
- работоспособность при температурах от - 50 до 80 с;
- хорошая способность выдерживать высокое давление;
- гидролитическая, коррозионная и химическая стойкость полиуретана;
- стойкость к гидроударам в трубопроводах за счет высокой эластичности полиуретана;
- небольшой вес полиуретана (в сравнении с футеровкой каменным литьем) упрощает монтаж и демонтаж;
- возможна поставка как полиуретановых труб в стальном корпусе, так и сменных полиуретановых вкладышей.
- повышенная проходимость продукта транспортировки за счет увеличения скольжения (гладкая внутренняя поверхность с низким коэффициентом трения) и устойчивости к налипаниям;
- увеличение срока службы трубы;
- обеспечивается значительная экономия средств при замене;
- снижается количество протечек (случаи разгерметизации) трубы;
- экологичность.

2.2.4 Стеклопластиковые трубы

Трубы из стеклопластика предназначены для использования в системах гидрозолоудаления тепловых электростанций как для золошлакопроводов, так и для трубопроводов возврата осветленной воды с золоотвалов.

Внутренняя оболочка трубопровода имеет гладкую поверхность, позволяющую существенно уменьшить потери на трение, а, следовательно, и потребление мощности при перекачке гидросмеси.

Соединение труб фланцевое через герметизирующую прокладку.

Перекачиваемая среда:

- золошлаковые абразивные гидросмеси плотностью до 2200 кг/м³ с водородным показателем рН от 6 до 12;
- твердые включения объемной концентрацией до 20%, микротвердостью до 11000 МПа.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Таблица 4 - Технические характеристики стеклопластиковых труб

Параметр	Значение
Условный проходной диаметр (Ду),мм:	100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700
Стандартная длина:	до 8 м.п.(для Ду 100 – 250мм), до 9 м.п.(для Ду 300 – 800мм)
Футеровка:	резина, нетканое полотно, корунд, пленка ПЭ сшитого
Номинальное рабочее давление:	1,0; 1,6; 2,5; 4,0 МПа
Соединения труб	фланцевое, муфтовое, раструбно-нипельное, резьбовое, клеевое
Температура эксплуатации, °С:	от -50 до + 110
Соединение:	фланцевое, муфтовое, раструбное
Фитинги:	отводы, полуотводы, тройники равнопроходные и не равнопроходные, переходы, седельчатые соединения.

Стеклопластиковые трубы, по сравнению с трубами, изготовленными из металла, имеют ряд существенных преимуществ:

- труба из стеклопластика весит в 4_8 раз меньше такой же стальной трубы, что значительно облегчает транспортировку труб и монтаж трубопровода;
- большая прочность;
- низкие затраты на техническое обслуживание, так как стеклопластиковая труба не подвержена коррозии и не требует проведения антикоррозийных мероприятий;
- отсутствие электрокоррозии;
- отсутствие влагопоглощения позволяет отказаться от применения гидроизолирующих материалов;
- большая стойкость к неблагоприятным атмосферным воздействиям обеспечивает продолжительную эксплуатацию в любых климатических условиях;
- быстрый монтаж и небольшие затраты на восстановительные работы из-за простоты конструкции соединительных узлов;
- срок службы золошлакопроводов по сравнению со стальными трубами больше в 3-4 раза

2.3 Выбор насосного оборудования

Подача золошлаковой пульпы от главного корпуса до золошлакоотвала осуществляется с помощью грунтовых насосов.

Для перекачки осветленной воды из 3-ей секции ЗШО в систему ГЗУ, а также для подачи осветленной воды на орошение ЗШО секций 1, 2, 4 и 5. применяются центробежные насосы.

2.3.1 Грунтовые насосы

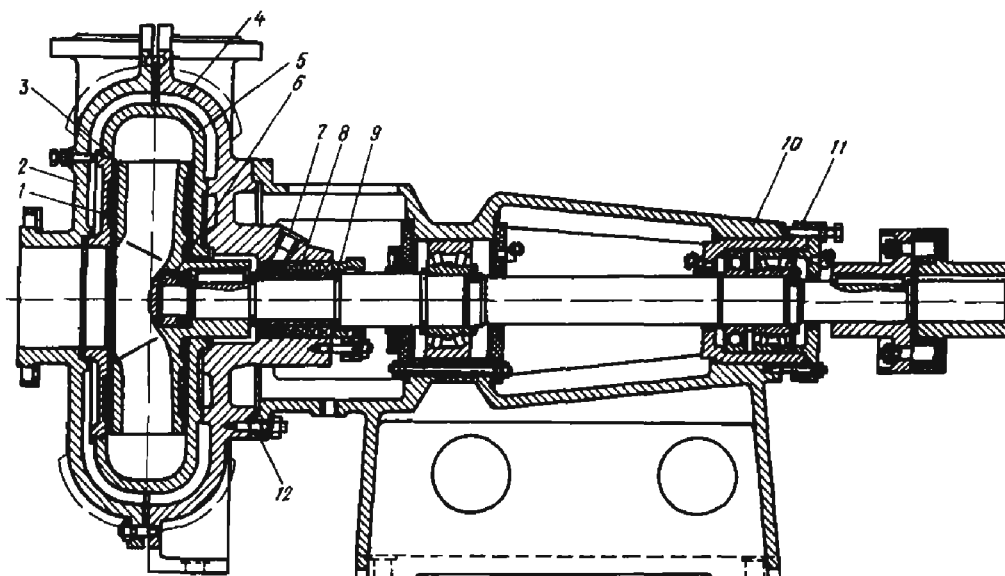
Грунтовые насосы типа Гр предназначены для перекачивания гидросмесей грунта, руды, шлака и горных пород. Насосы Гр применяются для гидросмесей плотностью до 1300 кг/м³, с температурой 5 – 70°С, с рН = 6 – 8, с концентрацией твердых включений до 15% и микротвердостью до 9000 МПа.

По конструктивному исполнению грунтовые насосы изготавливаются:

- с увеличенными размерами проходного сечения на 25% по сравнению с номиналом (У);
- с уменьшенным проходным сечением на 15% от номинала (О);
- с деталями из износостойких металлов, резины (Р), абразивных материалов – корунд на органической связке (К);
- одно- и двухкорпусными (Т) – внутренний корпус из износостойкого металла;
- с сальниковым, торцовым (Б), манжетным (М) и комбинированным (С) уплотнением вала.

Насосы всех типов изготавливаются с горизонтальным и вертикальным (В) расположением вала.

Конструкция грунтового насоса представлена на рисунке 2



1 – защитный диск; 2, 4 – передняя и задняя половины корпуса, 3 – рабочее колесо 5 – виутреиний корпус, 6 – гайка 7 – подвод промывной воды; 8 – сальниковое уплотнение, 9 – защитная втулка; 10 – кронштейн; 11 – стакан; 12 – фланец кронштейна

Рисунок 2 – Грунтовой насос двухкорпусной ГрТ

Основными деталями насоса ГрТ (рис. 2) являются: наружный корпус насоса, состоящий из передней и задней половин; внутренний корпус; рабочее колесо; защитный диск; защитная втулка и вал.

Рабочее колесо закрытого типа, четырехлопастное, установлено с торцовыми зазорами между колесом и внутренним корпусом (с одной стороны) и между колесом и защитным диском (с другой стороны). Величину зазоров (0,4 – 0,6 мм) регулируют перемещением ротора насоса с помощью регулировочного стакана, установленного в задней стойке кронштейна. Внутренняя улитка насоса выполнена из износостойких материалов. Конструкция ее дает возможность относительно легко и быстро заменять подвергающийся износу внутренний корпус.

Рабочее колесо насажено на консольную часть вала и закреплено гайкой. Вал вращается в двух шарикоподшипниковых опорах с жидкой смазкой. Опорой насоса служит кронштейн. К фланцу кронштейна прикреплена задняя крышка корпуса насоса, в которой расположен узел сальникового уплотнения с мягкой набивкой, предохраняющей вал от воздействия пульпы. В кольцо сальника подается чистая вода под давлением, на 0,05 – 0,1 МПа большим рабочего давления в насосе.

Для предохранения крышек грунтовых насосов от истирания абразивным транспортируемым материалом между крышками и рабочим колесом устанавливают защитный диск толщиной 25 мм. Кроме того, в это пространство подводится промывная вода, выносящая из него твердые частицы. Промывная вода подается под давлением, на 0,1 – 0,2 МПа превышающим давление в напорном патрубке насоса.

При работе насоса типа Гр на гидросмесях потребляемая ими мощность изменяется пропорционально отношению плотности гидросмеси к плотности воды, что необходимо учесть при выборе мощности электродвигателя.

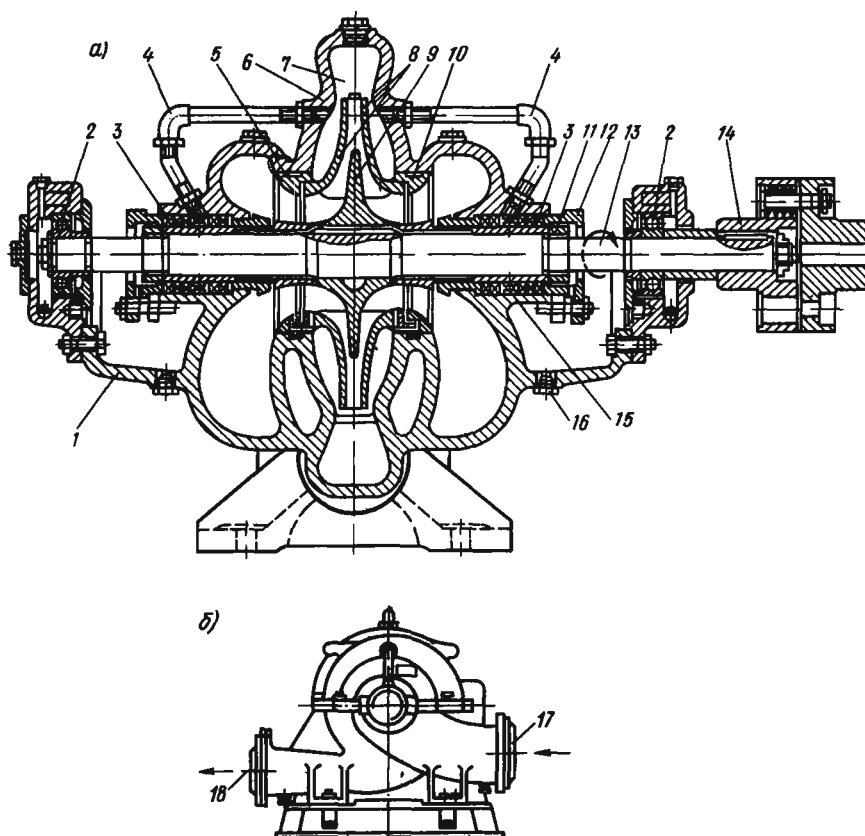
Грунтовые насосы выпускают с подачей 7 – 16000 м³/ч при напоре 8 – 80 м. По гидравлическим параметрам, КПД, размерам проходных сечений и скорости вращения рабочего колеса отечественные насосы мало отличаются от насосов зарубежных фирм. Применение износостойкой футеровки из корунда на бакелитовой основе позволяет, как показывает опыт эксплуатации, увеличить срок службы насосов примерно в 3 раза.

2.3.2 Центробежный насос двустороннего входа.

Центробежные насосы двустороннего входа типа Д (ГОСТ 10272-87) предназначены для перекачивания воды и чистых жидкостей (сходных с водой по вязкости и химической активности) с температурой 85°С и содержанием твердых включений размерами до 0,2 мм, не превышающим 0,05% по массе.

Эти насосы применяются на насосных станциях I и II подъема городских, сельскохозяйственных и промышленных систем водоснабжения, в системах мелиорации и ирригации и в других отраслях народного хозяйства.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29



а – продольный разрез; б – поперечный, 1 – кронштейн; 2 – шарикоподшипник; 3 – сальники, 4 – трубки; 5, 10 – защитные и уплотняющие кольца, 6 – корпус насоса, 7 – спиральный канал, 8, 9 – ведомые и ведущий диски; 11 – защитная втулка; 12 – крышка сальника, 13 – вал рабочего колеса, 14 – муфта, 15 – кольцо гидроуплотнения; 16 – отверстие для стока воды, 17 – входной патрубок; 18 – выходной патрубок

Рисунок 3 – Насос типа Д

Центробежные насосы типа Д (рис. 3) – горизонтальные с осевым горизонтальным разъемом корпуса, с полуспиральным подводом жидкости к рабочему колесу двустороннего входа имеют ряд преимуществ по сравнению с другими типами насосов. Насосы Д имеют хорошую всасывающую способность. Вал этих насосов разгружен от осевых гидравлических сил за счет раздвоения общего потока на входе в насос и симметричности конструкции рабочего колеса. Рабочее колесо с двусторонним подводом жидкости обладает по сравнению с колесом одностороннего подвода (при одинаковых значениях напора, подачи и частоты вращения) существенно лучшими кавитационными качествами; одновременно достигается уравновешивание осевых сил на опорный ведущий диск колеса. Случайные осевые усилия воспринимаются дальше от муфты шарикоподшипниковой опорой вала.

Для увеличения ресурса работы насоса корпус и крышка корпуса защищены сменными уплотнительными кольцами.

Привод насосов типа Д осуществляется электродвигателем с помощью упругой муфты. В нормальном исполнении вал вращается против часовой стрелки, если смотреть на насос со стороны электродвигателя; входной патрубок расположен с левой стороны насоса. По особому заказу насосы типа Д поставляются с обратным вращением вала.

Отличительной особенностью насосов типа Д являются высокие значения КПД (73 – 88%), которые сохраняются в течение всего срока службы насоса, гарантийный ресурс 20 тыс. ч – без ремонта рабочих органов. Работают эти насосы плавно, без вибраций; они удобны и надежны в эксплуатации.

Насосы типа Д имеют подачу 100 – 12 500 м³/ч, напор 14 – 125 м и допустимый кавитационный запас для рабочей части характеристики 3 – 7,5 м.

ГОСТ 10272-87 регламентирует давление на входе в насос, что в некоторых случаях позволяет использовать эти насосы по схеме последовательной работы.

Широкое применение насосов типа Д на оросительных системах, а также при перекачивании сбросных и дренажных вод ставит перед конструкторами задачу по созданию насосов, способных работать в условиях повышенного содержания взвешенных частиц абразивного и агрессивного характера, причем узлы уплотнения должны работать без подачи осветленной воды.

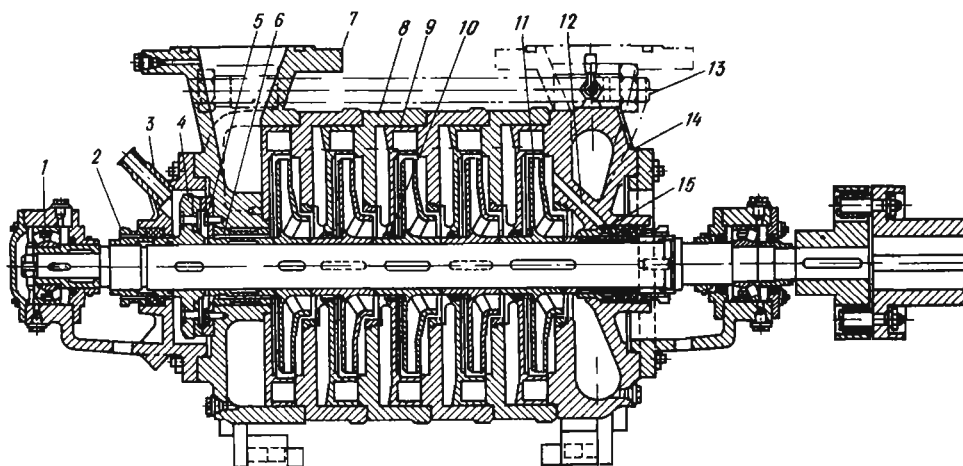
Также для перекачки осветленной воды может использоваться многоступенчатый центробежный насос.[1]

2.3.3 Многоступенчатый центробежный насос.

В многоступенчатых насосах механическая энергия двигателя передается потоку перекачиваемой жидкости последовательно несколькими рабочими колесами, смонтированными на одном валу, в одном секционном корпусе. Напор этих насосов равен сумме напоров, создаваемых каждым установленным рабочим колесом. Многоступенчатые насосы (ГОСТ 10407-88), предназначенные для перекачивания чистой воды с температурой до 60° или до 105° С, разделяются на нормальные и высокооборотные.

Корпус многоступенчатого секционного насоса (рис. 4) состоит из отдельных секций, число которых равно числу ступеней минус единица, так как одно колесо расположено в передней крышке. Уплотнение между секциями обеспечивается резиновыми прокладками. Секционная конструкция корпуса

насоса позволяет увеличивать или уменьшать число секций и тем самым увеличивать или уменьшать напор, не изменяя подачи. Крышки насоса отлиты за одно целое с всасывающим (задняя крышка) и напорным (передняя крышка, дальняя от электродвигателя) патрубками. Сальник всасывающей секции имеет гидравлический затвор, вода к которому подводится по трубке, выполненной в задней крышке корпуса насоса.



1 – роликовый подшипник; 2 – втулка сальника; 3 – трубка разгрузки; 4 – диск разгрузки; 5 – кольцо разгрузки; 6 – втулка разгрузки; 7 – задняя крышка с напорным патрубком; 8 – корпус направляющего аппарата; 9 – направляющий аппарат; 10 – кольца уплотняющие; 11 – рабочее колесо; 12 – канал; 13 – стяжной болт; 14 – передняя крышка с всасывающим патрубком; 15 – кольцо гидроуплотнения при входе

Рисунок 4 - Насос типа ЦНС

Многоступенчатые насосы типа ЦНС выпускают с числом рабочих колес от 2 до 10. Перекачиваемая жидкость передается от одного рабочего колеса к следующему по внутреннему каналу и лопастям направляющего аппарата. Уплотнение направляющего аппарата и рабочих колес осуществляется уплотняющими кольцами.

Ввиду того что в секционных насосах устанавливается большое число рабочих колес с осевым входом воды, возникают большие гидравлические осевые усилия, для разгрузки которых применяют автоматические разгрузочные устройства в виде уравновешивающего диска (гидравлическая пята). Некоторые насосы типа ЦНС выпускают с двумя рабочими колесами осевого входа левого и правого вращения. Осевые усилия уравновешиваются симметричным расположением колес.

Нормальные насосы изготовляют одного типа – секционные с рабочими колесами осевого входа. Подача этих насосов 8 – 850 м³/ч, напор 40 – 1440 м, допустимая вакуумметрическая высота всасывания 4 – 7 м, КПД 67 – 77%.

Высокооборотные насосы имеют подачу 38 – 1000 м³/ч при напоре 136 – 2000 м. Насосы устанавливаются с подпором на 2 – 6 м; их КПД 72 – 80%.

Насосы типа ЦНС предназначены для откачивания воды из шахт угольной и горнорудной промышленности. Они находят также применение в высоконапорных системах пожаротушения, для подачи воды в высотные здания, для питания паровых котлов, в строительной промышленности, на транспорте и т. д.

Достоинство секционных насосов состоит в возможности изменения напора путем добавления или уменьшения числа секций и в малых габаритах насоса при больших напорах. Недостатки заключаются в сложности разборки и сборки насосов, в невысоком КПД и в большом числе деталей, требующих высокой точности обработки на металлообрабатывающих станках.[2]

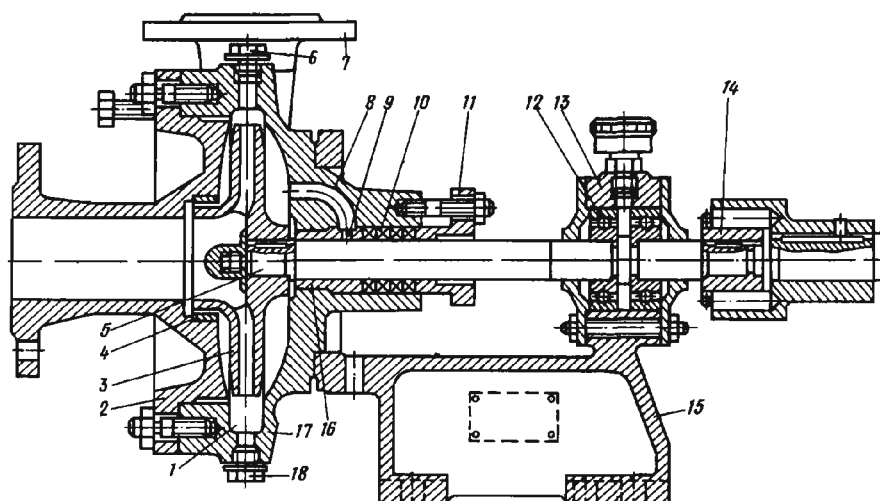
2.3.4 Центробежный консольный насос.

Консольные насосы типа К (ГОСТ 22247-96) предназначены для перекачивания воды (кроме морской и агрессивной) с рН = 6,5÷8, с температурой 0 – 85°С и содержанием твердых включений размерами до 0,2 мм, не превышающим 0,1% по массе, а также других жидкостей, подобных воде по плотности и химической активности. Насосы изготовляются с подачей 5 – 360 м³/ч (1,4 – 100 л/с), напором 10 – 90 м (давлением 0,1 – 0,9 МПа), КПД 50 – 84% и с допустимым кавитационным запасом 4 – 5,5 м. Коэффициент быстроходности $n_s = 604-250$. Напор на входе не более 20 м.

Насосы – горизонтальные одноступенчатые консольные, с односторонним горизонтальным подводом воды к рабочему колесу, изготовляются двух типов:

- К – с горизонтальным валом на отдельной опорной стойке;
- КМ – с горизонтальным валом моноблочные с электродвигателем.

Насосы типа К, на отдельной стойке, по согласованию с заводом-изготовителем могут быть изготовлены для перекачивания воды с температурой до 105°С.



1 – спиральный канал; 2 – крышка корпуса; 3 – колесо рабочее, 4 – защитно уплотняющее кольцо, 5 – вал; 6 – верхняя пробка, 7 – выходной патрубок; 8 – канал, 9 – кольцо гидроуплотнения; 10 – набивка сальника; 11 – крышка сальника; 12 – подшипник, 13 – опорный кронштейн; 14 – муфта вала; 15 – опорная станина, 16 – втулка вала, 17 – корпус; 18 – нижняя пробка

Рисунок 5 – Консольный насос типа К

Насосы типа К поставляются комплектно с электродвигателем, муфтой и фундаментной рамой. По заявке заказчика насос может быть изготовлен со шкивом для ременной передачи. Вал насосов типов К и КМ вращается против часовой стрелки, если смотреть со стороны привода.

Консольные насосы всех типов широко применяют в городском и промышленном водоснабжении, на транспорте, в сельском хозяйстве, в водоснабжении микрорайонов и жилых домов, школ, больниц, а также в качестве циркуляционных насосов для подачи воды в системах горячего водоснабжения и центрального отопления.[5]

2.4 Выводы

1. В данном проекте принимаем футерованные стальные трубы для транспортирования пульпы на золошлакоотвал, а для отвода осветленной воды и системы орошения пляжей – стальные и полимерные трубы.

2. Подача золошлаковой пульпы от главного корпуса до золошлакоотвала осуществляется с помощью грунтовых насосов типа Гр или Гр(Т)

3. Для перекачки осветленной воды применяются центробежные насосы типа Д либо ЦНС. В качестве дренажного насоса может использоваться центробежный консольный насос типа К.

					ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

3 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ЗОЛОШЛАКООТВАЛА КАШИРСКОЙ ГРЭС

Организация оперативного золошлакоотвала на секциях № 1, 2, 3, эксплуатирующегося в режиме поочередного намыва и разработки золошлаков со складированием их в сухом виде на секции № 4 и 5, т.е. устройство насыпного (сухого) золошлакоотвала. Секция № 3 используется в качестве отстойного пруда, в котором происходит доосветление воды. Проектом реконструкции предусматривается:

- восстановление работоспособности третьей (пруда-осветлителя) секций с подсыпкой ограждающей дамбы на отметку 120 м;
- исключение сбросов в р. Ока и вынос (строительство новой) насосной станции осветленной воды из водоохранной зоны с размещением ее в 3-ей секции ЗШО;
- устройство водовода осветленной воды от проектируемой насосной станции осветленной воды до точки врезки в существующий водовод осветленной воды;
- замена изношенного пульпопровода;
- устройство оросительной сети для пылеподавления.

3.1 Устройство ограждающих дамб

Третья секция ЗШО используется как пруд-осветлитель в которую поступает вода из первой и второй секций. На момент разработки проекта секция заилена (рис. 6). Проектом предусматривается использовать третью секцию в прежнем качестве, т.е. как пруд-осветлитель. Для этой цели секция очищается до отметки 111,00 м, с перемещением золы на четвертую секцию для сухого складирования. Северная дамба досыпается суглинистым грунтом до отметки 120,00 м с целью создания единой отметки гребня северных дамб всех секций ЗШО. Аварийный сброс воды из секции предусмотрено осуществлять через существующий колодец К-4, находящийся в северо-западной части третьей секции.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35



Рисунок 6- Каширская ГРЭС. Золошлакоотвал. Секция №3

В северо-западном углу секции предлагается разместить насосную станцию осветленной воды.

Дамбы отсыпаются из глин Ожерельевского месторождения. Физико-механические свойства глины, используемой для отсыпки дамб и золошлаковых материалов, являющихся основанием дамб, приведены в разделе 1.5.

Согласно [25] СТО 17330282.27.140.002-2008 «Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования» и [21] СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов» При проектировании земляных насыпных плотин на нескальном основании следует отдавать предпочтение однородным плотинам, а также плотинам с грунтовым противифльтрационным устройством (призмой, ядром, экраном).

Земляные насыпные плотины можно возводить из всех видов грунтов, за исключением:

- содержащих водорастворимые включения хлоридных солей более 5 % массы, сульфатных или сульфатно-хлоридных более 10 % массы;

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

– содержащих не полностью разложившиеся органические вещества (например, остатки растений) более 5 % массы или полностью разложившиеся органические вещества, находящиеся в аморфном состоянии, более 8 % массы.

Крутизну откосов плотины надлежит назначать, исходя из условия их устойчивости, с учетом:

- физико-механических характеристик грунтов тела плотины и основания;
- действующих на откосы сил: собственного веса грунтов тела плотины, воздействия воды (взвешивания, фильтрационных сил, капиллярного давления), сейсмических и динамических воздействий, внешних нагрузок на гребне и откосах и др.;
- высоты плотины;
- производства работ по возведению плотины;
- свойств материала и особенностей конструкции противофильтрационных устройств.

При предварительном назначении крутизны откосов допускается пользоваться аналогичными данными построенных сооружений с последующей проверкой расчетом устойчивости откосов.

На откосах плотин, как правило, следует предусматривать устройство берм, определяя их число в зависимости от высоты плотины, условий производства работ, типов крепления откоса и его общей устойчивости.

Ширину гребня плотины следует устанавливать в зависимости от условий производства работ и эксплуатации (использования гребня для проезда, прохода и других целей), но не менее 4,5 м.

Ширину гребня плотины в местах сопряжения с другими сооружениями или с берегами следует устанавливать в соответствии с конструкцией сопряжения и необходимостью создания технологических площадок.

Отметку гребня плотины следует назначать на основе расчета возвышения его над расчетным уровнем пульпы в золоотвале, полученной по расчету на наполнение секций золоотвала.

Запас по высоте для всех классов плотин должен быть не менее 0,5 м. Отметку гребня плотины проектируют с учетом строительного подъема, назначаемого сверх определенного возвышения h_s . Величину строительного подъема определяют по прогнозируемой осадке гребня.

Верховой откос дамб принят без крепления. В пятой секции он будет постепенно засыпаться золошлаковыми материалами, а его сохранность от волно-

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

вого воздействия в первой секции гарантируется за счет устройства пляжа по всему периметру секции, ширина пляжа должна составлять 20-30 м.

Крепление низового откоса следует выбирать в зависимости от материала, из которого возведена низовая призма плотины, с целью защиты его от атмосферных воздействий и разрушения землеройными животными. Для крепления низового откоса из песчаных или глинистых грунтов следует, как правило, применять посев трав по растительному слою толщиной 0,2 - 0,3 м, отсыпку щебня или гравия слоем толщиной 0,2 м и другие виды облегченных покрытий. Низовой откос дамб будет закреплен растительным грунтом толщиной 20 см с последующим посевом трав. [21, 25]

В связи с незначительной высотой дамб и соответственно незначительным напором на дамбу первой секции, заложение низового и верхового откоса дамбы назначено из условия физико-механических свойств грунтов тела дамбы и основания по типовому проекту 820-04-28.87 Плотины земляные насыпные высотой до 15 м с укрепленным верховым откосом (секции). Альбом 2» таблица 1 и соответствует:

- низовой откос – 2;
- верховой откос – 2.

3.2 Насосная станция осветленной воды (НОВ)

Насосная станция предназначена для подачи осветленной воды из 3-ей секции ЗШО в систему ГЗУ Каширской ГРЭС, а также для подачи осветленной воды на орошение ЗШО секций 1 и 2.

НОВ представляет собой сооружение, включающее подземную часть, выполненную из монолитного железобетона, и наземную часть из кирпича со сборным ж/б покрытием. Насосная расположена около ограждающей дамбы секции № 3. Забор воды осуществляется насосами марки ЦНС 180-128 и 550Д50. Напорные трубопроводы предназначены для подачи осветленной воды в магистральные водоводы, по которым вода подается на орошение отвалов 1 и 2 секций.

3.2.1 Гидравлические расчеты по насосной станции осветленной воды Каширской ГРЭС

Данные для расчетов приведены в табл. 5. Расчетная схема приведена на рис. 7.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Таблица 5 – Расчетные данные

1. Производительность группы насосов, подающих осветленную воду, м ³ /ч (л/с)	3200 (890)
2. Количество насосов в группе, шт -	2
3. Производительность одного насоса, м ³ /ч (л/с) -	1600 (445)
4. Отметки уровней воды в отстойнике:	
– максимальный уровень, м	114,75
– минимальный уровень, м	114,00
5. Отметка воды в водоприемнике, м	121,50
6. Магистральный водовод их стальных труб диаметром:	
– новые трубы диаметром 920x10, м	225
– существующие трубы 530x10, м	823
– полиэтиленовые трубы 900x51, м	1170
7. Геодезический напор Нгеод.=121,5-114,2, м	7,30
8. Напор насоса 550Д50 при Q=445 л/с, м	

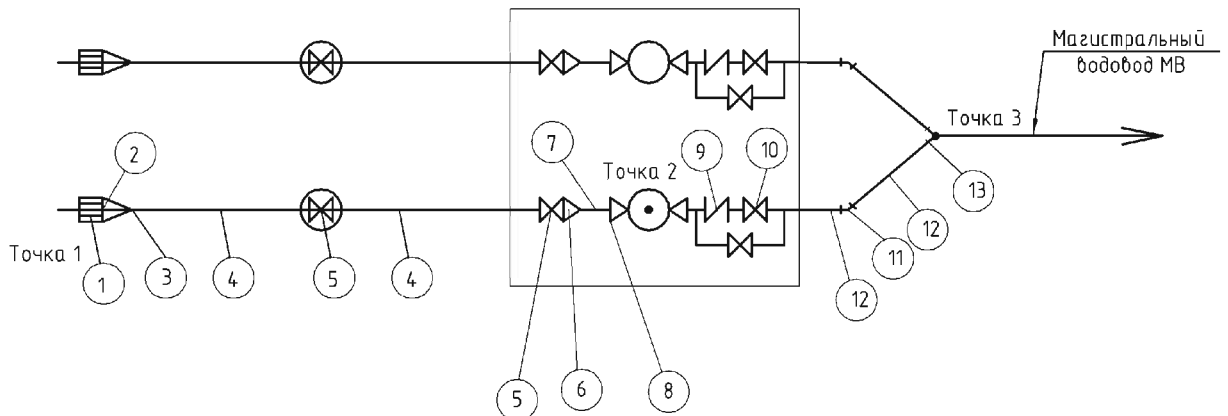


Рисунок 7 – Расчетная схема

Таблица 6 - Гидравлические расчеты по определению потерь напора в коммуникациях насосов и в магистральном водоводе подачи осветленной воды насосной станции

№№ п/п	Наименование сопротивлений	ξ	V	$V^2/2g$	h
1	2	3	4	5	6
Всасывающий трубопровод т.1-т.2					
1	Решетка				0,100
2	Переход 800x600	0,08	1,53	0,118	0,009

1	2	3	4	5	6
3	Вход в трубу Ду=600	0,50	1,53	0,118	0,090
4	Труба 600, $\ell=0,027$	1,1x0,027x39,34x0,118			0,138
5	Задвижка Ду=600 (2 шт)	0,10	1,53	0,118	0,012
6	Переход 600x500 (1 шт)	0,06	2,18	0,2423	0,015
7	Труба Ду=500, $\ell=0,0003$	1,1x0,0003x49,02x0,2423			0,040
8	Вход в насос Ду=500		2,18	0,2423	0,242
	<i>Итого т.1-т.2</i>				<i>0,646</i>
Напорный трубопровод т.2-т.3 (участок т.2-т.3)					
9	Обратный клапан Ду=400	2,3	3,40	0,5914	1,360
10	Задвижка Ду=400	0,10	3,40	0,5914	0,059
11	Отвод 30° Ду=400	0,53	3,40	0,5914	0,313
12	Труба 426x9, $\ell=0,013$	1,1x0,013x65,68x0,5914			0,555
13	Вход в трубу 400	0,50	3,40	0,5914	0,296
	<i>Итого т.2-т.3</i>				<i>2,583</i>
	<i>Всего т.1-т.2-т.3</i>				<i>3,23</i>

Расчет расчетного напора насоса 550Д50 учетом потерь напора в коммуникациях насоса от т. 1 до т.3

Напор насоса по паспорту $H=53$ м при $Q=450$ л/с.

Потери напора в коммуникациях насоса от точки 1 до точки т. 3 $h_{1-3} = 3,23$ м.

$H_p = H_{nc} - h_{1-3} = 53,0 - 3,23 = 49,77$ м.

$H_p = 49,77$ м на кривой $Q-H_w$.

Расчет потерь напора в магистральном водоводе при работе 2-х насосов при $Q=890$ л/с. Расчетная схема приведена на рис. 8.

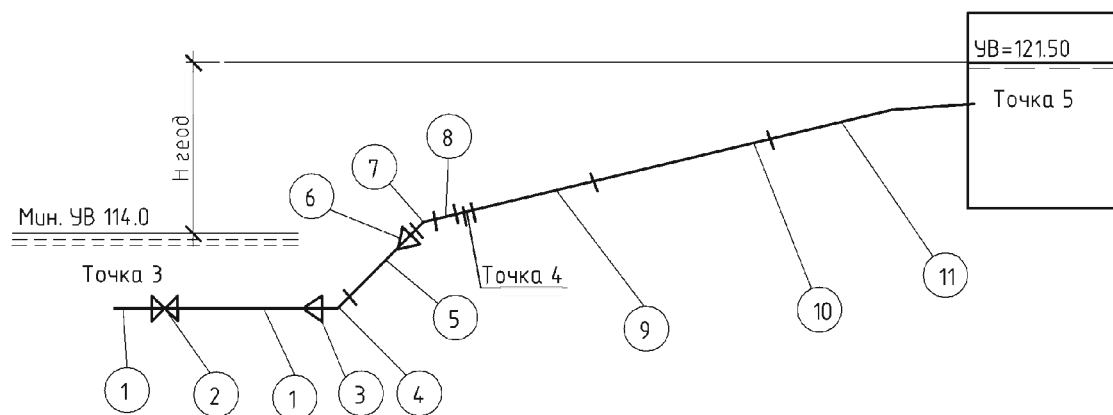


Рисунок 8 – Расчетная схема

Определяем $H_{геод}=121,50-114,20=7,30\text{м}$

Результаты расчетов приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Гидравлические расчеты магистрального водовода при работе 2-х насосов $Q=0,889\text{ м}^3/\text{с}$ ($Q=889\text{ л/с}$)

№№ п/п	Наименование сопротивлений	ξ	V	$V^2/2g$	h
1	2	3	4	5	6
Магистральный водовод т.3-т.4					
1	Труба 630x10, $\ell=0,022\text{ км}$	$1,1 \times 0,022 \times 18,83$			0,460
2	Задвижка Ду=600	0,10	3,043	0,4726	0,047
3	Переход 600x700 (1шт)	0,10	2,311	0,2725	0,027
4	Отвод 60° Ду=700 (2шт)	0,80	2,311	0,2725	0,218
5	Труба 720x10, $\ell=0,011\text{ км}$	$1,1 \times 0,011 \times 9,06$			0,110
6	Переход 700x900 (1 шт)	0,22	1,398	0,0997	0,022
7	Отвод 90° Ду=900 (1 шт)	0,48	1,398	0,0997	0,048
8	Труба 920x10, $\ell=0,001\text{ км}$	$1,1 \times 0,001 \times 2,37$			0,003
<i>Итого т.3-т.4</i>					<i>0,935</i>
9	Полиэтиленовая труба 900x51 $\ell=1,17\text{ км}$	$1,1 \times 1,17 \times 2,511$			3,23
10	Стальная труба 920x10, $\ell=0,225\text{ км}$	$1,1 \times 0,225 \times 2,37$			0,59
11	Стальная труба 530x8, $\ell=0,823\text{ км}$	$1,1 \times 0,823 \times 46,88$			42,44
<i>Итого т.4-т.5</i>					<i>46,26</i>
<i>Итого т3-т.4-т.5</i>					<i>47,20</i>
Геодезический напор $H_{геод}=121,50-114,2=7,30$					7,30
<i>Итого с $H_{геод}$.</i>					<i>54,50</i>
Потери напора в коммуникациях т.1-т.2-т.3					3,23
Расчетный напор H_p					57,73
Напор насоса составляет $H_{нс}=53,0\text{м}$ при $Q=445\text{ л/с}$ ($Q=1600\text{ м}^3/\text{ч}$)					

Таблица 8 - Гидравлические расчеты магистрального водовода при работе одного насоса при Q=445 л/с

№№ п/п	Наименование сопротивлений	ξ	V	$V^2/2g$	h
1	2	3	4	5	6
Магистральный водовод т.3-т.4					
1	Труба 630x10, $\ell=0,022$ км	1,1x0,022x4,717			0,114
2	Задвижка Ду=600	0,10	1,523	0,1184	0,018
3	Переход 600x700	0,10	1,157	0,0683	0,007
4	Отвод 60° Ду=700 (2шт)	0,80	1,157	0,0683	0,055
5	Труба 720x10, $\ell=0,011$ км	1,1x0,011x2,27			0,027
6	Переход 700x900	0,22	0,70	0,025	0,006
7	Отвод 90° Ду=900	0,48	0,70	0,025	0,012
8	Труба 920x10, $\ell=0,001$ км	1,1x0,001x0,59			0,001
	<i>Итого т.3-т.4</i>				0,240
9	Полиэтиленовая труба 900x51 $\ell=1,17$ км	1,1x1,17x0,734			0,945
10	Труба 920x10, $\ell=0,225$ км	1,1x0,225x0,594			0,147
11	Труба 530x8, $\ell=0,823$ км	1,1x0,823x11,75			10,63
	<i>Итого т.4-т.5</i>				11,72
	<i>Итого т3-т.4-т.5</i>				11,96
	Геодезический напор Нгеод=121,50-114,2=7,30				7,30
	<i>Итого с Нгеод.</i>				19,26
	Потери напора в коммуникациях т.1-т.2-т.3				3,23
	Расчетный напор Нр				22,49
	<i>Напор одного насоса при Q=445 л/с</i>				22,49

При работе одного насоса на магистральный водовод (Q=445 л/с) общие потери напора составят $\Delta H=19,26$ м, напор насоса расчетный $H_{нс}=53,0$ м, т.е. необходимо гасить излишний напор насоса Δh

$$\Delta h = H_{нс} - H = 53,0 - 19,26 = 33,74 \text{ м}$$

$$\Delta h = 33,74 \text{ м.}$$

Для гашения излишнего напора Δh необходимо увеличить потери напора в коммуникациях насоса на участке т.1-т.3.

Для увеличения потерь напора предусматриваем устройство обводной линии диаметром 200 мм вокруг задвижки Ду=400 (в здании насосной станции).

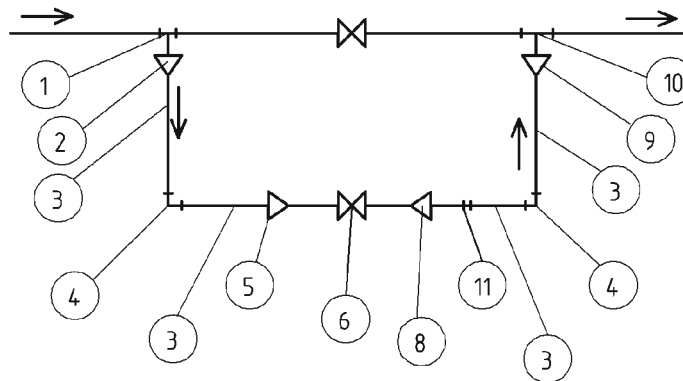


Рисунок 9 - Расчетная схема устройства обводной линии.

Результаты расчетов по устройству обводной линии приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Гидравлические расчеты обводной линии Ду=250 Q=445 л/с

№№ п/п	Наименование сопротивлений	ξ	V	$V^2/2g$	h
1	2	3	4	5	6
Обводная линия Ду=250					
1	Вход в трубу Ду=300	1,5	6,01	1,845	2,767
2	Переход 300x250	0,07	8,73	3,884	0,272
3	Труба 273x8, $\ell=0,006$ км	1,1x0,006x121,57x3,884			3,120
4	Отвод 90° Ду=250 (2шт)	1,28	8,73	3,884	4,970
5	Переход 250x200	0,08	13,76	9,654	0,772
6	Задвижка Ду=200	0,20	13,76	9,654	1,931
7	Труба 219x8, $\ell =0,0003$ км	1,1x0,0003x167,49x9,654			0,533
8	Переход 200x250	0,05	8,73	3,884	0,194
9	Переход 250x300	0,05	6,01	1,845	0,092
10	Выход в трубу Ду=300	1,5	6,01	1,845	2,768
	<i>Итого:</i>				<i>17,41</i>

Потери напора в обводной линии составляют $h_{обв}=17,41$ м.

Определяем потери напора вместе с потерями напора в коммуникациях насоса. Расчеты приведены в табл. 10.

Таблица 10 – Потери напора

№№ п/п	Наименование сопротивлений	Потери напора
1	2	3
1	Потери напора в коммуникациях	3,23
2	Потери напора на обводной линии	17,41
	Общие потери $\sum H$	20,64

Общие потери напора будут составлять $\sum H=20,64$ м.

Излишки напора при работе одного насоса на магистральный водовод через обводную линию будут составлять:

$$\Delta H = \Delta h - \sum H,$$

$$\Delta H = 33,74 - 20,64 = 13,10 \text{ м.}$$

Излишки напора составили $\Delta H = 13,10$ м.

Излишки напора предусматривается гасить с помощью установки диафрагмы в трубе 273х9 обводной линии, т.е. $\Delta H = \Delta h_q = 13,10$ м.

Приступаем к расчету диаметра отверстия в диафрагме по формуле

$$H_q = \xi_q \times \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

$$\text{Тогда } \xi_q = \frac{H_q \times 2g}{V^2} \quad (2)$$

где ξ_q – коэффициент местных сопротивлений диафрагмы;

$V^2/2g$ – скоростной напор в трубе 273х9;

$\omega_{тр}$ – площадь живого сечения труб 273х9,

$$\omega_{тр} = 0,785 \times d_e \quad (3)$$

$$\omega_{тр} = 0,785 \times 0,255^2 = 0,05104;$$

V – скорость движения воды;

$$V = \frac{Q}{\omega_{тр}} \quad (4)$$

$$V = \frac{0,455}{0,05104} = 8,72$$

$$V^2/2g = 8,72^2 / 19,6 = 3,88$$

Отсюда При $h_q = 13,10$ м и $V^2/2g = 3,88$ определяем

$$\xi_q = \frac{13,1 \times 19,6}{8,72^2} = 3,3762$$

Определяем площадь отверстия диафрагмы:

$$\omega_{\partial} = \omega_{mp} \times n \quad (5)$$

где ω_{∂} – площадь отверстия диафрагмы;

ω_{mp} – площадь живого сечения трубы 273x9

n – отношение площади отверстия диафрагмы к площади живого сечения трубы, т.е.

$$n = \frac{\omega_{\partial}}{\omega_{mp}} \quad (6)$$

По «Справочнику по гидравлическим расчетам» под редакцией П. Г. Киселева (табл.4-20 стр.42) при $\xi_q=3,3762$ определяем « n ».

При $\xi_l=4,40$; $n=0,50$ и $\varphi_2=2,34$; $n=0,60$

Отсюда $\xi_{cp} = (4,40+2,34)/2 = 3,37$

$n_{cp} = (0,5+0,6)/2 = 0,55$

Принимаем $\xi_{\partial} = 3,37$, $n=0,55$

Определяем площадь отверстия диафрагмы $\omega_{\partial} = \omega_{mp} \times n$

$\omega_{\partial} = 0,051045 \times 0,55 = 0,028075$

$\omega_{\partial} = 0,028075$

$$\omega_{\partial} = 0,785 \times d_d^2 \quad (7)$$

$$\text{Отсюда } d^2 = \sqrt{\frac{\omega_{\partial}}{0,785}} = \sqrt{\frac{0,028075}{0,785}} = 0,1891 \text{ м}$$

$d_d = 0,189 \text{ м} = 189 \text{ мм}$

Диаметр отверстия диафрагмы должен быть $d_d = 189 \text{ мм}$

Определяем потери напора в диафрагме с отверстием $d_d = 189 \text{ мм}$. Расчет ведем в табличной форме. Результаты расчетов приведены в табл. 11.

Таблица 11 - Потери напора в диафрагме

№№ п/п	Наименование сопротивлений	ξ	V	$V^2/2g$	h
1	2	3	4	5	6
1	Потери напора в диафрагме Ø196 мм	3,37	8,72	3,88	13,08
				h	=13,10

Определяем общие потери напора. Результаты расчетов приведены в табл. 12.

Таблица 12 - Общие потери напора

№№ п/п	Наименование сопротивлений	Потери напора
1	2	3
1	Потери напора в коммуникациях	3,23
2	Обводная линия Ду=250	17,41
3	Диафрагма Ø196 мм	13,08
	Итого:	33,72

Как видно из таблицы 12 общие потери напора от т. 1 до т. 3 составляют – 33,72 м, т.е. «излишний напор» погашен полностью.

По гидравлическому расчету принимаем:

1. Установить два рабочих насоса марки 550Д50 производительностью по $Q = 445$ л/с при напоре $H = 51,0$ м с электродвигателями мощностью по 400кВт, напряжением – 400 кВ.

2. Подачу воды по магистральному водоводу производить расходом $Q = 860$ л/с ($Q = 3096$ м³/ч).

3. Магистральный водовод выполнить из стальных труб диаметром 920х10 мм и диаметром 530х8 мм (сущ.) и полиэтиленовых труб 900х51, в том числе:

- трубы 920х10 длиной 225 м;
- трубы 530х8 (сущ.) длиной 823 м;
- трубы полиэтиленовые диаметром 900х51 длиной 1170 м.

4. Предусмотреть устройство обводных линий диаметром Ду=250 мм вокруг электрифицированных задвижек Ду=400. На обводных линиях Ду=250 установить задвижки с электроприводом диаметром Ду=200 мм и диафрагмы с отверстием Ø181 мм.

5. Установить электрифицированные задвижки диаметром Ду=600 мм на всасывающих трубопроводах (в здании) и в колодцах переключений, а также на общем напорном трубопроводе Ду=600 мм.

3.2.2 Пристанционные всасывающие трубопроводы

Всасывающие трубопроводы предназначены для забора воды насосами первой группы (550Д50) и насосами второй группы (ЦНС180-128) из 3-ей секции ЗШО.

Всасывающие трубопроводы насосов 550Д50 выполняются из стальных труб диаметром 720x10мм длиной 23,0 м и труб Ø 630x10мм длиной 7,7 м. Один конец выведен в 3-ю секцию, а второй конец подключен к трубам Ø 630x10мм. Один конец труб Ø 630x10мм подключен к трубам 720x10мм, а второй конец подключен к всасывающим патрубкам насосов 550Д50. На трубах 630x10 установлены отключающие задвижки 30ч930бр диаметром 600мм с электроприводом. Задвижки устанавливаются в колодцах переключений КП-2. Все трубы и фасонные части, находящиеся в земле, покрываются усиленной изоляцией, а трубы расположенные в колодцах окрашиваются каменноугольным лаком за 2 раза по грунтовке. Конструкция всасывающих трубопроводов приведена на листе 3.

Всасывающие трубопроводы насосов ЦНС180-128 выполняются из стальных труб диаметром 273x8мм длиной 31 м. Один конец труб 273x8 выведен в 3-ю секцию, а второй конец подключен к всасывающим патрубкам насосов ЦНС180-128. На трубах 273x8 установлены отключающие задвижки 30ч6бр диаметром 250 мм с ручным приводом. Задвижки установлены в колодцах переключений КП-4. Все трубы и фасонные части, находящиеся в земле, покрываются усиленной изоляцией, а трубы расположенные в колодцах окрашиваются каменноугольным лаком за 2 раза по грунтовке. Конструкция всасывающих трубопроводов приведена на листе 3.

3.2.3 Пристанционные напорные трубопроводы

Напорные трубопроводы насосов 550Д50 выполняются из стальных труб диаметром 426x9, 630x10 и 720x10 по ГОСТ 10704-91. Напорные трубопроводы диаметром 426x9 длиной 7,0 м, одним концом подключены к напорным трубопроводам насосов 550Д50, а вторым концом подключаются к общему напорному трубопроводу из труб 630x10 длиной 20,0 м. Трубопровод 630x10 подключается к напорному трубопроводу из труб диаметром 720x10. Трубопровод 720x10 проложен по откосу площадки и подключен к магистральному водоводу МВ-1, по которому осветленная вода подается в систему ГЗУ.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Для отключения магистрального водовода МВ-1 от насосной станции – на водоводе 630x10 предусмотрена установка отключающей задвижки 30ч930бр диаметром 600 мм с электроприводом. Задвижка устанавливается в колодце переключений КП-1 из монолитного ж/бетона.

Для предотвращения вредных последствий от гидравлического удара, на трубопроводе 630x10 устанавливается предохранительный клапан диаметром 150 мм с задвижкой диаметром 150 мм. Клапан и задвижка устанавливаются в «Колодце установки обратного клапана КУК-1», выполненного из монолитного железобетона.

Для опорожнения пристанционных напорных трубопроводов предусмотрена установка задвижки опорожнения диаметром 100 мм и устройство колодца опорожнения КО-1 из монолитного железобетона. Задвижка устанавливается в «Колодце установки предохранительного клапана КУК-1».

Для измерения объема перекаченной воды и расхода подаваемой насосами 550Д50 воды предусмотрена установка ультразвукового расходомера «Акрон-01». Расходомер устанавливается в «Колодце установки расходомера КУР-1» из монолитного железобетона.

Все трубопроводы и фасонные части, расположенные в земле, покрываются усиленной изоляцией, а трубы расположенные в колодцах окрашиваются каменноугольным лаком за 2 раза по грунтовке.

Конструкция пристанционных напорных трубопроводов приведена на листах 3 и 4.

Напорные трубопроводы насосов ЦНС180-128 предназначены для подачи осветленной воды в магистральные водоводы МВ-2 по которому вода подается на орошение отвалов 1 и 2. На площадке предусмотрено два напорных трубопровода длиной по 36,0 м каждый (по количеству насосов ЦНС180-128).

Трубопроводы выполняются из стальных труб диаметром 219x8 по ГОСТ 10704-91. Одним концом трубопроводы подключены к напорным трубопроводам насосов ЦНС180-128, а вторым концом к магистральным водоводам МВ-2. Для отключения магистральных водоводов от насосной станции на трубопроводах 219x8 устанавливаются отключающие задвижки 30ч906бр диаметром 200 мм с электроприводом. Для переключения подачи воды насосом с одного напорного трубопровода на другой (в случае выхода из строя одного из насосов ЦНС180-128) предусмотрена установка задвижки с электроприводом - 30ч906бр диаметром 200 мм. Задвижка устанавливается на перемычке между трубопроводами 219x8. Все задвижки 30ч906бр устанавливаются в колодцах переключений КП-3, выполненных из монолитного железобетона.

					<i>ЮУрГУ-270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Для предотвращения вредных последствий от гидравлического удара, на трубопроводах 219x8 устанавливаются предохранительные клапаны диаметром 50 мм с задвижкой диаметром 50 мм. Клапаны и задвижки устанавливаются в «Колодце установки предохранительных клапанов КУК-2», выполненного из монолитного железобетона.

Для опорожнения пристанционного напорного трубопровода предусмотрена установка задвижки опорожнения диаметром 100 мм и устройство колодца опорожнения КО-2, выполненных из монолитного железобетона. Задвижка устанавливается в «Колодце установки предохранительных клапанов КУК-2».

Конструкция пристанционных напорных трубопроводов приведена на листах 3 и 4.

3.2.4 Основное и вспомогательное оборудование

Основное оборудование.

В здании насосной станции установлены две группы насосных агрегатов. Первая группа насосных агрегатов марки 550Д50 с электродвигателями А4-355У-4 мощностью $N_{дв} = 400$ кВт напряжением 6,0 кВ в количестве 2-х штук, оба насосных агрегата – рабочие. Кроме двух установленных агрегатов представлен складской резерв в количестве одного насосного агрегата 550Д50 с электродвигателем А4-355У-4.

В состав системы основного агрегата входят:

- центробежный насос 550Д50;
- асинхронный электродвигатель А4-355У-4;
- шкаф управления основным агрегатом;
- задвижка с электроприводом 30ч930бр диаметром $Dу = 600$ (на всасывающем трубопроводе насоса);
- обводная линия вокруг задвижки с электроприводом $Dу = 400$ – из труб диаметром 250 мм с задвижкой с электроприводом 30ч906бр диаметром 200 мм и диафрагмой с отверстием $D_{диаф.} = 189$ мм;
- обратный клапан 19ч21бр диаметром 400 мм;
- мановакууметр ДА1001-500 кПа (на всасывающем трубопроводе насоса);
- манометр ДМ1001-1,6 МПа (перед задвижкой $Dу = 400$);
- электроконтактный манометр ЭКМ1-IV (после задвижки $Dу = 400$);
- реле давления ДЕМ-102-2-02.2 – 2 шт. (перед задвижкой $Dу = 200$ на обводной линии);

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

- реле давления ДЕМ-102-2-02.2 (после задвижкой Ду = 200 на обводной линии);
- сигнализатор уровня ЭРСУ-4 (на корпусе насоса).

Вторая группа насосных агрегатов марки ЦНС180-128 с электродвигателями 4АМ280S4 мощностью $N_{дв}=110$ кВт напряжением 380В в количестве двух штук, оба насосных агрегата – рабочие. Кроме двух установленных агрегатов предусмотрен складской резерв в количестве одного насосного агрегата ЦНС180-128 с электродвигателем 4АМ280S4.

В состав системы насосного агрегата ЦНС180-128 входят:

- центробежный многосекционный насос ЦНС180-128;
- асинхронный электродвигатель 4АМ280S4;
- шкаф управления;
- задвижка с электроприводом 30ч906бр Ду = 200 (на напорном трубопроводе насоса);
- задвижка с ручным приводом 30ч6бр Ду = 250 (на всасывающем трубопроводе насоса);
- обратный клапан 19ч21бр Ду = 200;
- мановакуумметр ДА1001 - 500кПа (на всасывающем трубопроводе насоса);
- манометр ДМ1001 - 1,6 МПа (перед задвижкой Ду = 200);
- манометр ДМ1001 - 1,6 МПа (после задвижкой Ду = 200);
- электроконтактный манометр ЭКМ1-IV (после задвижки Ду = 200);
- реле давления ДЕМ-102-2-02.2 (перед задвижкой Ду = 200);
- сигнализатор уровней ЭРСУ-4 (на корпусе насоса).

Вспомогательное оборудование.

В состав вспомогательного оборудования входят следующие системы:

- дренажная система;
- система опорожнения напорных и всасывающих трубопроводов насосов 550Д50;
- система опорожнения напорных и всасывающих трубопроводов насосов ЦНС180-128;
- система опорожнения пристанционных напорных трубопроводов;
- система контроля за уровнями воды в 3-ей секции;
- система гашения гидроудара;
- система пожаротушения;
- система водоучёта;

					<i>ЮУрГУ-270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

– подъемно-транспортное оборудование.

Дренажная система предназначена для предотвращения затопления заглубленной части насосной станции.

Дренажная система включает в себя:

- два насосных агрегата марки К100-80-160 с электродвигателями 4АМ160S2 мощностью $N_{дв} = 15$ кВт напряжением 380/220В;
- шкаф управления насосными агрегатами;
- дренажный колодец из стальных труб диаметром 1420х14. На крышке колодца установлены сигнализаторы уровней ЭРСУ-4 (5 штук);
- всасывающие трубопроводы из труб 219х8. На всасывающих трубопроводах установлены (обратные приемные клапаны 16ч21р диаметром 200 мм, мановакуумметры ДА1001–500 кПа, сигнализаторы уровней ЭРСУ-4).
- напорные трубопроводы выполняются из труб 159х6. На напорных трубопроводах установлены (задвижки с электроприводом 30ч906бр диаметром 150 мм, обратные клапаны 19ч21бр Ду = 150, манометры ДМ1001-1,6 МПа).

Трубы 159х6 подключены к общему напорному трубопроводу из труб 219х8. Трубопровод 219х8 выведен в 3-ю секцию (дренажная вода сбрасывается в 3-ю секцию).

Система опорожнения напорных и всасывающих трубопроводов насосов 550Д50. Система предназначена для опорожнения напорных трубопроводов от обратных клапанов до отключающей задвижки в колодце переключений КП-1 и для опорожнения всасывающих трубопроводов от задвижек, расположенных в колодцах переключения КП-2, до всасывающих патрубков насосов 550Д50.

Опорожнение напорных трубопроводов предусмотрено по стальным трубам диаметром 50х3,5 на которых установлены вентили 15ч8п2 диаметром 50мм. Одним концом трубы 50х3,5 присоединяются к напорным трубопроводам насосов 550Д50 (за обратными клапанами), а вторым концом трубы подключаются к водосборному коллектору из труб 108х5,5 – по коллектору вода поступает в дренажный колодец.

Опорожнение всасывающих трубопроводов предусмотрено по стальным трубам диаметром 50х3,5 на которых установлены вентили 15ч8п2 диаметром 50мм. Одним концом трубы подключены к всасывающим трубопроводам насосов 550Д50, а вторым концом к водосборному коллектору из труб диаметром 50х3,5. Водосборный коллектор выведен в дренажный колодец. По коллектору вода поступает в дренажный колодец.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Система опорожнения напорных и всасывающих трубопроводов насосов ЦНС180-128. Система предназначена для опорожнения напорных трубопроводов от обратных клапанов до отключающих задвижек в колодцах переключений КП-3 и для опорожнения всасывающих трубопроводов от задвижек, расположенных в колодцах переключений КП-4, до всасывающих патрубков насосов ЦНС180-128.

Опорожнение напорных трубопроводов предусмотрено по стальным трубам диаметром 50х3,5 на которых установлены вентили 15ч8п2 диаметром 50 мм. Одним концом трубы подключены к напорным трубопроводам насосов (за обратными клапанами), а вторым концом к водосборному коллектору из труб 108х5,5, по коллектору вода поступает в дренажный колодец.

Опорожнение всасывающих трубопроводов предусмотрено по стальным трубам диаметром 50х3,5 на которых установлены вентили 15ч8п2 диаметром 50мм. Трубы 50х3,5 подключены к всасывающим трубопроводам насосов ЦНС180-128, а вторым концом к водосборному коллектору из труб диаметром 50х3,5. По коллектору вода поступает в дренажный колодец.

Система опорожнения пристанционных напорных трубопроводов.

Система предназначена для опорожнения напорных трубопроводов и магистральных водоводов. Для опорожнения напорных трубопроводов предусмотрена установка задвижек с ручным приводом 30ч6бр диаметром 100мм. Задвижки устанавливаются в колодцах установки предохранительных клапанов КУК-1 и КУК-2. Сброс воды из напорных трубопроводов предусмотрен в колодцы опорожнения КО-1, КО-2 и КО-3 по стальным трубам диаметром 108х5,5.

Система контроля за уровнями воды в 3-ей секции ЗШО. Система предназначена для обеспечения автоматического включения и отключения насосных агрегатов 550Д50 в зависимости от уровней воды в 3-ей секции, а также для автоматического отключения насосных агрегатов ЦНС180-128 при минимальном уровне воды в 3-ей секции. Для обеспечения управления насосными агрегатами по уровням предусмотрена установка колонны с сигнализаторами уровней ЭРСУ-4. Колонна устанавливается в заглубленной части здания насосной станции. Для подвода воды из 3-ей секции к колонне предусмотрен подводящий трубопровод из стальных труб диаметром 108х5,5 длиной 29,0 м с задвижкой диаметром 100мм.

Колонна представляет собой цилиндр из стальной трубы диаметром 325х7 высотой 3,15 м. Снизу колонны приварена заглушка из листовой стали. Сверху

					ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

колонны устанавливается съемная крышка. На крышке устанавливаются сигнализаторы уровней ЭРСУ-4 в количестве 6-ти штук.

Для визуального контроля за уровнями воды в колонне предусмотрена установка запорного устройства указателя уровня кранового типа 12Б1бк со стеклянной трубкой диаметром 20мм.

Для опорожнения колонны от воды предусмотрен трубопровод опорожнения из труб диаметром 20x2,8 с вентилем 15Б3р диаметром 20мм, трубопровод подключен к водосборному коллектору. Вода по коллектору поступает в дренажный колодец.

Система гашения гидроудара. Система гашения гидравлических ударов предназначена для предотвращения вредных последствий от гидравлических ударов при внезапной остановке насосных агрегатов 550Д50 и ЦНС180-128, в случае внезапного отключения электроснабжения насосной станции.

Для гашения гидроударов в пристанционных напорных трубопроводах насосов 550Д50 предусмотрена установка предохранительного клапана 17с13нж диаметром 150мм. Для отключения клапана от трубопровода предусмотрена отключающая задвижка с ручным приводом 30ч6бр диаметром 150 мм. Клапан и задвижка устанавливаются в «Колодце установки предохранительного клапана КУК-1». Сброс воды от клапана предусмотрен в колодец опорожнения КО-1 по сбросному трубопроводу из труб 219x8.

Для гашения гидроударов в пристанционных напорных трубопроводах насосов ЦНС180-128 предусмотрена установка предохранительных клапанов 17с13нж диаметром 50 мм. Для отключения клапанов от напорных трубопроводов предусмотрена установка отключающих задвижек с ручным приводом 30ч6бр диаметром 50мм. Клапаны и задвижки устанавливаются в «Колодце установки предохранительных клапанов КУК-2». Сброс воды от клапанов предусмотрен в колодцы опорожнения КО-2 и КО-3 по сбросным трубопроводам из труб 89x5,5.

Система пожаротушения. Система предназначена для наружного пожаротушения. Забор воды на пожаротушение предусмотрен из напорных трубопроводов насосов 550Д50 и насосов ЦНС180-128. Для забора воды на напорных трубопроводах предусмотрена врезка патрубков из труб диаметром 50x3,5 с пожарными кранами 15Б1р диаметром 50мм. К пожарным кранам присоединяются рукава пожарные напорные диаметром 50 мм со стволами пожарными КР-Б диаметром 50 мм. Система работает только во время работы насосов 550Д50 и ЦНС180-128.

					<i>ЮУрГУ-270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Система водоучета. Для измерения объема перекаченной воды и расхода подаваемой воды насосами 550Д50 предусмотрена установка ультразвукового расходомера «Акрон-01». Расходомер включает в себя первичный преобразователь ПП-1 и электронный блок БЭ-1, соединенные между собой двумя кабелями.

Первичный преобразователь ПП-1 состоит из двух ультразвуковых излучателей и устройства для крепления на трубе. Преобразователи устанавливаются в «Колодце установки расходомера КУР-1».

Электронный блок БЭ-1 (дисплей) устанавливается в «Помещении дежурных».

Между преобразователями ПП-1 и блоком БЭ-1 проложены два соединительных кабеля РК75-3-32.

Блок БЭ-1 запитан от электросети напряжением 220В.

Подъемно-транспортное оборудование. Монтаж и демонтаж насосов, электродвигателей, трубопроводной арматуры предусматривается выполнять с помощью однобалочного электрического крана грузоподъемностью 3,2 тс и длиной 5,1 м.

3.3 Строительство водовода осветленной воды

Данным разделом проекта предусмотрено проектирование наружных сетей водоснабжения (водовод осветленной воды) для отвода осветленных вод из 3 секции в оборотную систему технического водоснабжения Каширской ГРЭС.

Трасса водовода проходит: от запроектированной насосной станции в третьей секции золоотвала Каширской ГРЭС по существующей западной дамбе 3 секции, далее - по южным дамбам секций 1 и 2 до существующего водовода осветленной воды, уложенного по западной дамбе первой секции. От точки врезки в существующий водовод осветленной воды напорный проектируемый водовод проходит по существующей трассе водовода до забора Каширской ГРЭС, где производится врезка в существующий водовод. Строительство напорного водовода осветленной воды начинается после отсыпки ограждающей дамбы 3-й секций. Отсыпка строительной дамбы предусматривает расширение существующей дамбы на данных участках для прохождения строительной техники. Строительная дамба после окончания работ не разбирается. Ширина дополнительной дамбы назначена из условия расстановки строительной техники согласно СП 12.135-2003 п.5.16.14 Таблица - Минимальные расстояния установки машины вблизи выемок с откосами. [16]

					<i>ЮУрГУ-270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

От ПК 0+00 (место врезки проектируемого водовода в напорный водовод насосной станции) до ПК 11+61,5 водовод укладывается на глубину 2,50 м от естественной поверхности земли. Сначала устраивается траншея под укладку трубопровода шириной по дну 1,30 м с откосами $m=0,5$. После укладки полиэтиленового трубопровода ПЭ 80 SDR17,6-900x51 техническая ГОСТ 18599-2001, траншея засыпается с тщательным уплотнением до $1,95 \text{ т/м}^3$. Далее с ПК 11+61,5 до ПК 11+70,1 полиэтиленовый трубопровод переходит в стальной диаметром 920x10 мм и поднимается с отметки - 2,50м на поверхность земли на ПК 11+70,1. После укладки трубопровода производится подбивка пазух, обратная засыпка трубы вручную на высоту 0,2 м от верха трубы, обратная засыпка траншеи бульдозером привозным мягким грунтом из 4 секции. В связи со стесненными условиями производства работ, грунт, вынимаемый из траншеи, полностью вывозится в 4 секцию. Для обратной засыпки используется грунт из 4 секции, предварительно увезенный из траншеи.

От ПК 11+70,1 до ПК 13+86,3 первоначально производится демонтаж существующих стальных труб $\text{Ø}530 \times 10$, затем стальной трубопровод $\text{Ø} 920 \times 10$ ГОСТ 10704-91 укладывается по существующим опорам до ПК 13+86,3 (точка врезки в существующий водовод $\text{Ø}530 \times 10$ мм).

По данным гидравлического расчета совместной работы насосов и водовода, в проекте приняты: полиэтиленовые трубы ПЭ 80 SDR 17,6-900x51 техническая ГОСТ 18599-2001 и стальные трубы $\text{Ø}920 \times 10$ ГОСТ 10704-91. От насосной станции ПК 0+00 до ПК 11+61,5 проложены полиэтиленовые трубы $\text{Ø}900$ длиной 1161,5м, от ПК 11+61,5 до ПК 13+86,3 проложены стальные трубы $\text{Ø}920 \times 10$ длиной 208 м. На участке ПК 12+79,6 ÷ ПК 12+96,6 существующие трубы $\text{Ø}530 \times 10$ мм не меняются. В данных точках производится врезка проектируемых труб $\text{Ø}920 \times 10$ в существующие трубы $\text{Ø}530 \times 10$. В конце водовода ПК 13+86,3 производится врезка трубы $\text{Ø}920 \times 10$ в существующую трубу $\text{Ø}530 \times 10$.

Стальные трубы укладываются на существующие опоры с усиленной гидроизоляцией и теплоизоляцией.

На участке водовода ПК 7+00,7 ÷ ПК 7+18,7, где водовод проходит под автодорогой, предусмотрена укладка трубы ПЭ 80 SDR 17,6-900x51 техническая ГОСТ 18599-2001 в стальном кожухе $\text{Ø}1220 \times 10$ мм ГОСТ 10704-91 длиной 18 м.

На водоводе в самой высокой точке на ПК 6+41,3 установлен колодец 1 из сборных железобетонных элементов (блоки ФБС) размером 2x2м для установки вантуза, предназначенного для удаления воздуха из сети на момент запуска водовода. На ПК 7+27,7, ПК 9+56,7, ПК 11+61,5 установлены соответст-

					<i>ЮУрГУ-270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

венно колодцы 2, 4, 6 из сборных железобетонных элементов (блоки ФБС) для опорожнения трубопровода на момент ремонта. Опорожнение трубопровода будет осуществляться через мокрые колодцы 3, 5, 7 из сборных железобетонных элементов по серии 3.900.1-14 вып 1.

В месте врезки проектируемого водовода на ПК 11+70,1 на существующем водоводе Ø530x10мм на расстоянии 3,5 м в сторону существующей насосной станции осветленной воды устанавливается колодец 8 диаметром 2,0 м, в котором предусмотрена задвижка, выводящая существующий водовод осветленной воды из работы.

Проект водовода представлен на листах 1 и 5.

3.4 Разводка пульпопроводов по дамбам первой и второй секций

Для транспортирования гидравлическим способом золошлакового материала в секции 1 и 2 предусмотрено устройство разводящей сети из трех ниток пульпопроводов:

К6-1 – проектируемый разводящий пульпопровод по поверхности дамб (южной, западной и северной) секции 1 с подключением к существующему пульпопроводу от первого багерного насоса 12 ГР-8т;

К6-2 – проектируемый разводящий пульпопровод по разделительной дамбе секций 1 и 2 с подключением к багерному насосу 1ГрТ 1600/50;

К6-3 – проектируемый разводящий пульпопровод по дамбам (южной, восточной и северной) секции 2 от проектируемого насоса 1ГрТ 1250/71.

Разводящую сеть выполняют из стальных труб футерованными камнелитыми вкладышами марки ТФ 530 (ТУ 110457148405773333-005) на бандажном соединении. Использование стальных труб, футерованных камнелитыми вкладышами, для гидротранспортировки абразивных материалов обосновано увеличением срока эксплуатации трубопроводов в среднем до 18 лет.[26]

Трасса пульпопроводов принята в проекте по возможности прямой, с минимальным количеством поворотов и резких изменений уклона. Профиль пульпопроводов соответствует общему характеру рельефа местности, за исключением микрорельефа, который во избежание резких изломов профиля, сглаживается укладкой труб на отдельных опорах.

Опорожнение разводящих пульпопроводов осуществляется самотеком:

– прокладываемых по дамбам - через проектируемые выпуски в емкость секций;

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

– участков пульпопроводов от подключения разводящей сети к существующим магистральным пульпопроводам до максимальной точки подъема на южную дамбу секций 1 и 2 - через проектируемые выпуски Ø150мм длиной 1м, закрываемые заглушками в аварийный бассейн емкостью не менее 30м³.

Для уменьшения напряжений, возникающих при нагреве пульпопроводов, проектом предусматривается установка сальниковых компенсаторов диаметром Ду=500мм ($P_y=16\text{кгс/см}^2$, $L=1160\text{мм}$) с компенсирующей способностью 300мм, всего принято 7 компенсаторов.

Разводящие пульпопроводы укладывают по гребню дамб на расстоянии не менее 1,5 от внутреннего откоса на опорах типа ОП, выполненных из сборных железобетонных блоков ФБС и закладных металлических материалов (опоры ШП, листа и уголков). Отметки верха опор переменные согласно профилю пульпопровода.

Намыв пульпы в секции осуществляют с помощью выпусков из стальных труб Ø377x8мм, конец выпуска располагают на расстоянии 2 метра от подошвы для исключения размыва откоса. Проектом предусмотрено устройство выпусков в секции:

- первой – 10 шт. длиной от 15,5 до 21,5 м;
- второй – 13 шт., из них 11 - длиной от 25 до 28,5 м и два выпуска - 40 и 44 м с переходом под дорогой в кожухе.

Выпуски укладывают на опоры из металлических труб Ø325 и Ø219 (конструкция опор приведена на листе 2). Металлические опоры устанавливают на площадки, отсыпанные из золы в основании откоса, отметка верха площадки 115,80 м. Выпуски длиной более 15,5 м укладывают на выносные площадки шириной 6м, отсыпаемые из золошлаковых материалов на внутреннем откосе дамб. Расстояние между опорами принято не более 12 м.

Для включения-отключения выпусков в местах их врезки в разводящий пульпопровод устанавливают шиберные ручные задвижки Ду=350мм марки 31нж80бк в количестве 23 шт.

Для отключения неработающих участков разводящих пульпопроводов устанавливают ручные шиберные задвижки Ду = 500 мм в количестве 5 шт. (задвижки 1, 2, 4, 6, 7).

Переключение намыва с одного разводящего пульпопровода на другой осуществляется тремя стальными задвижками 30с541нж (задвижки 3, 5 и 8), установленными в конце каждой нитки разводящего пульпопровода (см.рис.1).

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

При пересечении с проектируемой автодорогой пульпопровод ТФ 530 прокладывают в кожухе из стальной трубы Ø720x12мм длиной 33 м, а выпуски диаметром 350 мм – в кожухе из стальной трубы Ø530x10мм длиной 20,5 и 24,5 м. Вывод пульпопровода с низких отметок кожуха на поверхность дамб выполняют стандартными отводами с углом поворота 90°.

Максимальная дальность транспортирования золошлаковой смеси грунтовым насосом 12Гр-8т по пульпопроводу ТФ 530 составляет 2840 м; грунтовым насосом 1ГрТ 1600/50 – 2600 м; грунтовым насосом 1ГрТ 1250/71 – 3980 м.

Необходимая потребность в трубах в метрах:

- труба ТФ 530 – 2329 м;
- труба 377x8 мм – 546 м и 300 м для наращивания выпусков в процессе намыва.

Местоположение разводящих пульпопроводов представлен на листе 1.

3.5 Орошение пляжей

В проекте предусмотрено орошение сухих пляжей стационарными дождевальными установками и поливочными машинами.

Орошение водой сухих пляжей выполняется в целях поддержания поверхности золотого массива во влажном состоянии в течение сухого периода года, то есть летом.

Водяная завеса является наиболее экономичным средством оперативного пылеподавления.

Назначение оросительной системы - предотвращение загрязнения золой воздушного бассейна и окружающей территории.

Способ полива – дождевание, дальнеструйными дождевальными аппаратами ДД-15 и поливочными машинами. Подача воды осуществляется стационарной электрифицированной насосной станцией с насосами ЦНС180/128.

В период эксплуатации 1 и 2 секции золошлакоотвала, прибрежную полосу дамб (35 метров) периодически смачивают стационарными дождевальными установками ДД-15. Для снижения пылевыведения в период выемки материала используют поливочные машины.

Для орошения используется вода из бассейна осветленной воды, которая с помощью двух насосов ЦНС 180/128 подается по двум магистральным трубопроводам на 1 и 2 секции, а затем подается к стоякам – гидрантам дождевальных дальнеструйных аппаратов ДД-15. Дождевальные аппараты ДД-15 монти-

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

руются непосредственно на стояках, оборудуются ручными задвижками, которые позволяют включать – отключать дождевальные аппараты.

Магистральные трубопроводы для орошения 1 и 2 секций прокладываются от насосной станции и далее в теле разделительной дамбы 2 и 3 секций (по западной стороне) параллельно на расстоянии 0,5 м друг от друга и на расстоянии 1 м от разводящего пульпопровода. В местах пересечения системы орошения с дорогой системой трубопровод прокладывается в кожухе.

Магистральный трубопровод для орошения 1, 2 секций проложен на расстоянии 1,0 м от разводящего пульпопровода.

Магистральный трубопровод для орошения 1 и 2 секций (Ø219x7 мм протяженностью 1225 м и Ø159x4,5 мм протяженностью 1002 м) проектируется по периметру секций в теле существующих дамб.

На магистральном трубопроводе 1, 2 секций через 25...30 м расположены выпуски с запорно-регулирующей арматурой (задвижками), для включения-отключения дальнеструйных дождевальных аппаратов ДД-15. Задвижки расположены на поверхности откоса дамбы. Выпуски для установки дождевальных аппаратов ДД-15 состоят из патрубков на фланцевом соединении. По мере заполнения 1 и 2 секции дождевальные аппараты переносятся вверх по откосу, а патрубок демонтируется. Выпуски для предотвращения раскачивания аппаратов ДД-15 во время работы, закрепляют в двух местах утяжелителями. Утяжелитель, находящийся на конце выпуска переносят вместе с дождевальным аппаратом.

На 1 секции проектируется 27 дождевальных аппарата ДД-15, на 2 секции - 37 шт. Дождевальные аппараты работают попеременно по несколько шт. Расход одного дождевального аппарата ДД-15 - 5 л/сек.

Запорно-регулирующая арматура (задвижки), расположенная на магистральном трубопроводе 1 и 2 секции, устанавливается в колодцах.

Также на сети предусмотрены выпуски, для сброса воды из оросительной системы на зимний период.

3.5.1 Гидравлические расчеты по насосной станции Каширской ГРЭС (орошение)

Расчет потерь напора в коммуникациях насосов и в магистральных водах. Данные для расчетов приведены в табл. 13

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Таблица 13 – Расчетные данные

1. Расчетный расход воды, м ³ /ч (л/с) -	162 (45)
2. Марка насосов	ЦНС180-128
3. Производительность одного насоса, л/с -	45,0
4. Напор насоса при Q=45 л/с, м	133,0
5 Отметки уровней воды в осветлителе:	
– максимальный уровень, м	
– минимальный уровень, м	114,20
6. Отметки земли в точках подключения:	
– отвалы №1 и №2, м	120,0
7. Геодезические напоры	
– отвалы №1 и №2, м	5,8
8. Магистральные водоводы их стальных труб диаметром	219x8, 159x8
9. Свободный напор на сопле, м	65,0

Расчетная схема подачи воды на орошение отвалов №1 и №2 насосом №2 и разрез приведен на рис. 10 и 11.

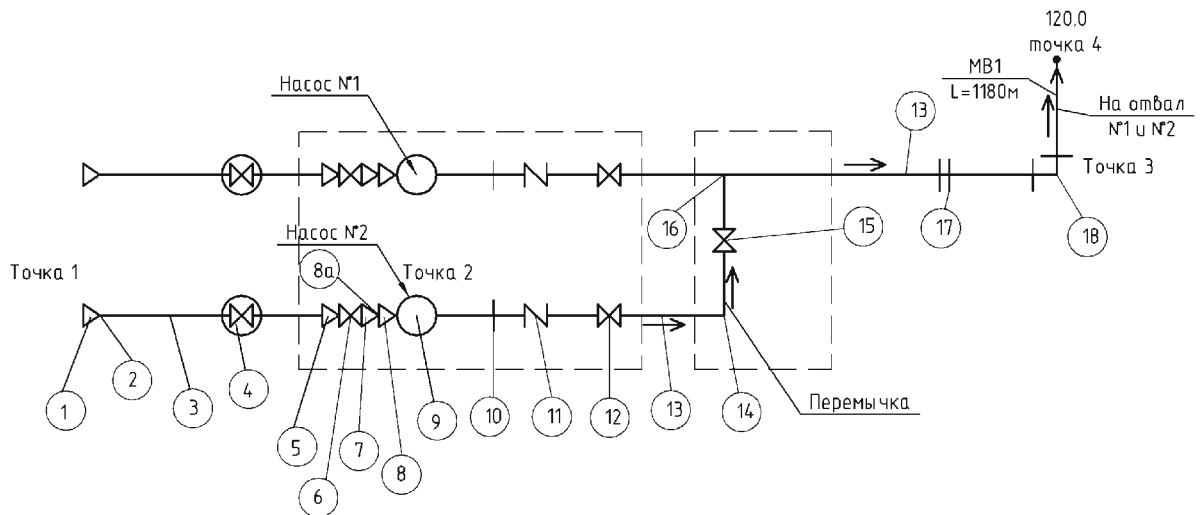


Рисунок 10 – Расчетная схема

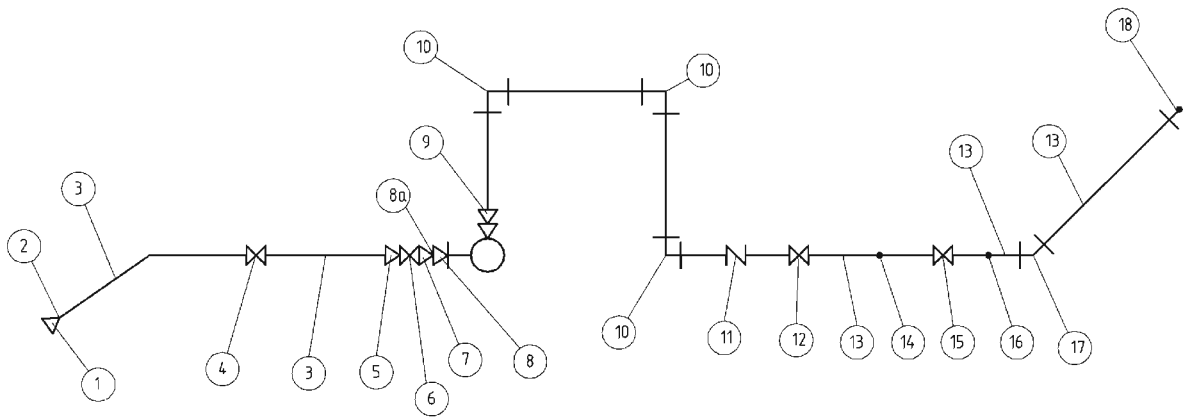


Рисунок 11 – Разрез по оси водовода, подающего воду на орошение

Результаты расчетов приведены в табл. №14.

Таблица 14 – Гидравлические расчеты по определению потерь напора в коммуникациях насосов и в магистральном водоводе подачи осветленной воды на орошение 1 и 2 секции

№№ п/п	Наименование сопротивлений	ξ	V	$V^2/2g$	h
1	2	3	4	5	6
Всасывающий трубопровод т.1-т.2					
1	Переход 400х250	0,07	0,88	0,03951	0,003
2	Вход в трубу Ду=200	1,0	0,88	0,03951	0,040
3	Труба 250, $\ell=0,027$ км	1,1х0,027х121,57х0,03951			0,143
4	Задвижка Ду=250	0,18	0,88	0,03951	0,007
5	Переход 250х200	0,08	1,39	0,0987	0,008
6	Задвижка Ду=200	0,20	1,39	0,0987	0,020
7	Переход 200х150	0,09	2,80	0,4011	0,036
8	Вход насос			0,4011	0,401
8а	Труба 150, $\ell=0,0005$ км	1,1х0,0005х251,7549,02х0,2423			0,056
	Итого т.1-т.2				0,72
Напорный трубопровод т.2-т.3					
9	Переход 150х200	0,07	1,39	0,0987	0,007
10	Отвод 90° Ду=200 (3 шт)	2,10	1,39	0,0987	0,207
11	Обратный клапан Ду=200	1,90	1,39	0,0987	0,188
12	Задвижка Ду=200	0,20	1,39	0,0987	0,020
	Итого				0,422
13	Труба 200, $\ell=0,035$ км	1,1х0,035х167,49х0,0897			0,636

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

1	2	3	4	5	6
14	Выход из трубы 200	1,5	1,39	0,0987	0,148
15	Задвижка Ду=200 (2шт)	0,40	1,39	0,0987	0,039
16	Вход в трубу Ду=200	1,5	1,39	0,098	0,148
17	Отвод 45° Ду=200	0,45	1,39	0,0987	0,045
18	Отвод 90° Ду=200	0,70	1,39	0,0987	0,069
	<i>Итого</i>				<i>1,085</i>
	<i>Итого т.2-т.3</i>				<i>1,51</i>
	<i>Всего: т.1- т.2-т.3</i>				<i>2,23</i>
Магистральный водовод т.3-т.4					
1	Труба 219x8, ℓ=0,77 км	1,1x0,77x167,49x0,099			14,04
2	Труба 159x8, ℓ=0,41 км	1,1x0,41x251,75x0,4011			45,54
	<i>Итого т.3-т.4</i>				<i>59,58</i>
	<i>Итого от т. 1 до т. 4</i>				<i>61,81</i>
	Н геод				5,80
	<i>Итого с Нгеод</i>				<i>67,61</i>
	Свободный напор на сопле				65,00
	Расчетный напор НС				132,61

Выводы:

1. Магистральный водовод из труб 219x8 длиной 770 м и труб 159x8 длиной 410 м.
2. Подача насоса Q=45 л/с.

Рекомендации:

1. К установке принять два насоса марки ЦНС180-128 с электродвигателями мощностью по 110 кВт.
2. Подачу воды к отвалам №1 и №2 выполнять насосным агрегатом №1 по водоводу МВ1 (см. схему).
3. Предусмотреть устройство перемычки с задвижкой между напорными водоводами.
4. Магистральный водовод МВ1 выполнить из стальных труб 219x8 длиной 780 м и труб 159x8 длиной 410 м.
5. Работа двух насосов на один водовод не допускается.

4 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1 Траншейная прокладка полипропиленовых труб

Технология строительства трубопроводов во многом зависит от их назначения и вида прокладки, от материала труб, их длины, диаметра, толщины стенок, наличия и вида изоляции, а также от обеспеченности строительства монтажными элементами (трубными секциями, плетями и др.).

Открытый способ прокладки трубопровода по-прежнему является самым распространенным способом строительства подземных коммуникаций.

Прокладка трубопровода открытым способом реализуется вскрытием грунта, т.е. происходит рытье траншей на необходимую глубину.

Для прокладки трубопроводов систем водоснабжения, в настоящее время, преимущественно используются трубы из полиэтилена (ПЭ).

Особенности монтажа трубопроводов состоят в том, что их монтируют из отдельных элементов (труб) сравнительно небольшой длины, в связи, с чем приходится устраивать большое количество стыков, что увеличивает трудоемкость и стоимость работ. Для снижения этих показателей осуществляют предварительное укрупнение труб в отдельные изолированные звенья или секции из двух, трех и большего числа труб. При этом трудоемкость монтажных работ сокращается в 2-4 раза. Монтаж трубопроводов сопряжен с необходимостью соединения труб или их секций в непрерывную нитку. Соединения труб бывают: сварные, клеевые, раструбные, фланцевые и муфтовые. Пластмассовые трубы соединяют чаще всего сваркой.

Процесс прокладки трубопроводов заключается в установке и сборке на трассе монтажных узлов – труб (или их секций), фасонных частей, компенсаторов и арматуры – в проектное положение. При этом, чем крупнее монтажный узел, тем меньше монтажных стыков и легче сборка трубопровода.

Технология устройства водовода осветленной воды предполагает следующие действия:

1. Для начала придется подготовить траншею для прокладки, которая должна быть больше диаметра трубы. Минимальное расстояние между стенкой трубы и траншеей должно составлять 20 см. Глубина залегания должна быть больше на 50 см глубины промерзания грунта.

2. Дно посыпается песком с толщиной подушки примерно 50-100 мм, после чего песок уплотняется.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

3. После укладки трубопровод засыпается песком, утрамбовывается он только с боков. При необходимости перед этим труба оборачивается теплоизоляционным слоем;

4. В самом конце полипропиленовые трубы соединяются с общей магистралью, очистным сооружением и прочее. Делать это надо при помощи полипропиленового припоя.

При прокладке полипропиленовых труб под землей могут возникнуть некоторые проблемы:

- структура грунта не дает возможности копки на необходимой глубине;
- в зимний период грунт сильно промерзает, что может стать причиной повреждения труб;
- на участке имеется строение, обойти которое не представляется возможным.

В таком случае есть несколько выходов, позволяющих решить эти проблемы:

1. При слишком рыхлой либо твердой почве рекомендуется делать прокол, при котором сначала укладывается стальная труба, а уже в ее полость вводится полипропиленовый трубопровод.

2. При промерзании грунта рекомендуют укладывать греющий кабель на протяжении всей трассы. Это требует значительных затрат, расходы в зимний период могут превышать запланированные, но в любом случае такой вариант дешевле, чем постоянный ремонт лопнувших труб.

3. При нахождении на пути следования трассы какого-либо строения либо объекта, повредить который нельзя, рекомендуется выполнять бестраншейные методы прокладки, то есть прокол. В этом случае можно не только проложить трубопровод, но и защитить его стальным кожухом. При прокладке таких сетей необходимо внимательно смотреть на схему расположения коммуникаций на участке, чтобы не повредить уже имеющиеся.

4.1.1 Технологические процессы производства работ

Строительство водопроводов открытым способом складывается из следующих процессов:

- подготовительные работы (вскрытие асфальтного покрытия);
- разработка грунта в траншеях;

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

- сварка труб в звенья;
- укладка отдельных ниток трубопровода, сварка отдельных элементов;
- засыпка трубопровода (в два этапа);
- гидравлические испытания (предварительное, окончательное);
- монтаж вантузов, гидрантов и т.д.;
- восстановление дорожного полотна;
- пуск сети в эксплуатацию.

4.1.2 Подготовка траншеи

Необходимым условием для надежной эксплуатации трубопровода является укладка его на проектную отметку с обеспечением плотного его опирания на дно траншеи по всей длине, а также сохранность труб и их изоляции при укладке. Поэтому подготовке траншей к укладке труб следует уделять особое внимание.

При прокладке трубопровода в городских условиях траншеею часто пересекают действующие подземные коммуникации (трубопроводы, кабели). Если они находятся ниже строящегося трубопровода, то это не осложняет его прокладку, а если выше, то необходимо принимать меры по заключению их в специальные короба с надежным креплением.

Трубопроводы в системах водоснабжения укладываются на естественное и искусственное основание. При естественном основании трубы укладывают непосредственно на грунт ненарушенной структуры, обеспечивая поперечный и продольные профиль основания по проекту.

Дно траншеи должно быть выровнено, без промерзших участков, освобождено от камней и валунов. Основание под трубопровод должно выполняться в виде подсыпки. Нормальная толщина слоя подсыпки — 0,1 м. На скалистом грунте подсыпка устраивается в обязательном порядке. Если дно траншеи является скалистым или в дне траншеи находятся камни, величиной свыше 60 мм, необходимо увеличение подсыпки до полного выравнивания дна траншеи. Для подсыпки используется песок или гравий (максимальный размер зерен 20 мм). В отдельных случаях возможно применение материала с большим размером гранул. В любом случае, материал, применяемый для подсыпки, не должен иметь острых краев. Подсыпка должна быть ровной и не должна уплотняться. Уплотнению до плотности основного грунта подлежит материал, заполняющий

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

углубления, образовавшиеся после выемки валунов и других крупных объектов.

Перед укладкой трубопроводов проверяют глубину и уклоны дна траншеи, а также крутизну откосов [20, 22].

4.1.3 Стыковая сварка труб

При прокладке наружных водопроводов из ПЭ основным способом соединения труб является их сварка нагревательным инструментом встык.

Существует две основные схемы организации сварочно-монтажных работ – базовая и трассовая. При базовой схеме сварку труб выполняют вблизи объектного их склада с предварительным соединением труб в секции длиной до 18-24 м и более, которые доставляются на трассу и там их сваривают в плети или непрерывную нитку для укладки в траншею. При трассовой схеме трубы раскладывают вдоль траншеи и сваривают с применением передвижных сварочных установок в непрерывную нитку методом наращивания (рис. 12).

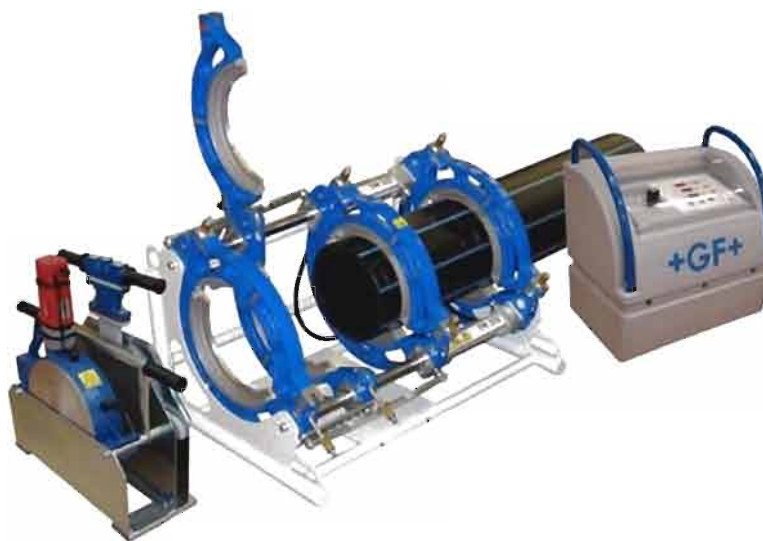


Рисунок 12 – Оборудование для стыковой сварки труб фирмы GF (Georg Fisher), Швейцария

Использование данного вида сварки позволяет сохранить гибкость полиэтилена низкого давления по всей протяженности трубопровода. Принцип работы сварочных аппаратов для стыковой сварки ПНД труб заключается в следующем: торцы труб одновременно оплавливают, затем под достаточным давлением подают друг на друга, при этом между ними располагают термоэлемент, который оплавляет торцы. Затем термоэлемент убирают, а находящиеся под нагнетаемым гидроагрегатом давлением трубы плотно прижимаются друг к другу

торцами до полного остывания шва. Время остывания зависит от диаметра трубы. Швы при стыковой сварке обладают высокой прочностью и надёжностью, именно поэтому популярность технологии стыковой сварки в наше время очень высока.

Прочность соединения ПНД труб зависит от квалификации выполняющего работы специалиста и от типа сварочного аппарата. Максимальное несовпадение кромок не должно превышать 10% толщины стенки.

Использование этой технологии позволяет выполнить сварку труб на поверхности, а затем уложить их в траншею. Данный способ применяется как при традиционной укладке пластиковых труб открытым методом, так и при бестраншейной прокладке.

При присоединении пластмассовых труб к металлическим элементам (арматуре) применяют преимущественно фланцевые соединения.

Рекомендуемые временные параметры при сварке полиэтиленовых труб приведены в табл. 15

Таблица 15 - Рекомендуемые временные параметры при сварке полиэтиленовых труб и фитингов встык при внешней температуре окружающей среды 20 °С и умеренном воздушном потоке

Номинальная толщина стенки, мм	Оплавление стыка, мм	Нагрев, сек	Вывод нагревательного элемента, сек (max время)	Осадка, время процесса сварки, сек	Охлаждение стыка под давлением $P = 0,15 \pm 0,01 \text{ N/mm}^2$ сек (min время)
	Оплавление стыка до образования грата $P = 0,15 \text{ N/mm}^2$	Время нагрева, рассчитывается как толщ. стенки $\times 10$. $P = 0,02 \text{ N/mm}^2$			
4,5	0,5	45	5	5	6
4,5 ... 7	1	45 ... 70	5 ... 6	5 ... 6	6 ... 10
7 ... 12	1,5	70 ... 120	6 ... 8	6 ... 8	10 ... 16
12 ... 19	2	120 ... 190	8 ... 10	8 ... 11	16 ... 24
19 ... 26	2,5	190 ... 260	10 ... 12	11 ... 14	24 ... 32
26 ... 37	3	260 ... 370	12 ... 16	14 ... 19	32 ... 45
37 ... 50	3,5	370 ... 500	16 ... 20	19 ... 25	45 ... 60
50 ... 70	4	500 ... 700	20 ... 25	25 ... 35	60 ... 80

4.1.4 Укладка трубопроводов в траншею

Укладка трубопроводов звеньями (секциями) и плетями длиной 36 - 48 м позволяет значительно сократить количество сварных стыков на трассе, повысить производительность труда, темпы прокладки трубопровода и качества работ.

Плеть в траншею опускают с помощью кранов КС-3571. Укладывать плеть в траншею допускается не ранее, чем через 2 ч после сварки последнего стыка. Опускают ее в траншею плавно с помощью пеньковых канатов, мягких полотенец или ремней, располагаемых на расстоянии 5-10 м друг от друга, не допуская резких перегибов плети. Сбрасывать сварные плети на дно траншеи не допускается.

4.1.5 Засыпка трубопровода и уплотнение грунта

Извлеченный при отрыве траншеи грунт может быть использован для выполнения засыпки трубы, при условии, что в нем не содержится камней (максимально допустимый их размер — 20 мм, отдельные камни до 60 мм так же могут быть оставлены в грунте). Если грунт для засыпки предполагается уплотнять, то он должен быть пригодным для такой операции. Если извлеченный грунт не пригоден для засыпки трубы, то для этой цели должен использоваться песок или гравий с размером фракции до 22 мм или щебень с размером фракции 4-22 мм [13, 19].

Засыпка должна осуществляться по всей ширине траншеи до получения над поверхностью трубы (после трамбовки) слоя толщиной не менее 0,3 м. Первый слой не должен превышать половины диаметра трубы, но не более 0,2 м. Второй слой засыпается до верха трубы, но также не более 0,2 м и так далее отсыпаются последующие слои. Во время засыпки грунт необходимо наносить с минимальной высоты. Нельзя сбрасывать массы грунта непосредственно на трубу.

Грунтовая засыпка, уплотненная в пазухах трубопровода, обеспечивает некоторое снижение растягивающих усилий на боковые стенки труб от внутреннего давления транспортируемой среды. Степень уплотнения зависит от предназначения территории над трубопроводом.

Трамбовку необходимо производить слоями толщиной от 0,2 до 0,3 м, утрамбовывая каждый слой. Толщина утрамбовываемых слоев зависит от оборудования и условий уплотнения. Уплотнение первого слоя (до уровня оси трубы)

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

не должно привести к ее поднятию. Трамбовку необходимо выполнять одновременно с двух сторон трубопровода, во избежание его перемещения. При подсыпке грунта и засыпке трубопровода следует следить, чтобы грунт не содержал крупных включений. Трамбовку грунта непосредственно над трубой производят, предварительно обеспечив расстояние не менее 0,3 м до ее поверхности.

К окончательной засыпке траншеи можно приступать после выполнения гидравлических испытаний. Для засыпки можно применять грунт, вынутый из траншеи, или другой, согласно указаниям проекта. Диаметр частиц материала, применяемого для засыпки траншеи, не должен превышать 300 мм. Нельзя сбрасывать в траншею камни, щебень с острыми краями и больших размеров. Грунт не должен быть замороженным и окомкованным.

4.1.6 Гидравлические испытания трубопровода

Гидравлические испытания на прочность и плотность водопроводного трубопровода проводят в соответствии с [13] при положительной температуре окружающей среды в два этапа (предварительное и окончательное), не ранее, чем через 24 ч после монтажа последнего узла (т.е. соединения труб друг с другом или арматурой).

Испытания проводятся на отдельных участках трубопровода между двумя соседними камерами (колодцами). Для этого на двух торцевых участках производится установка металлических заглушек (с патрубком у первого торца, без патрубка - у второго). Испытательное давление создается при помощи насоса, подключенного к установленному на заглушке патрубку.

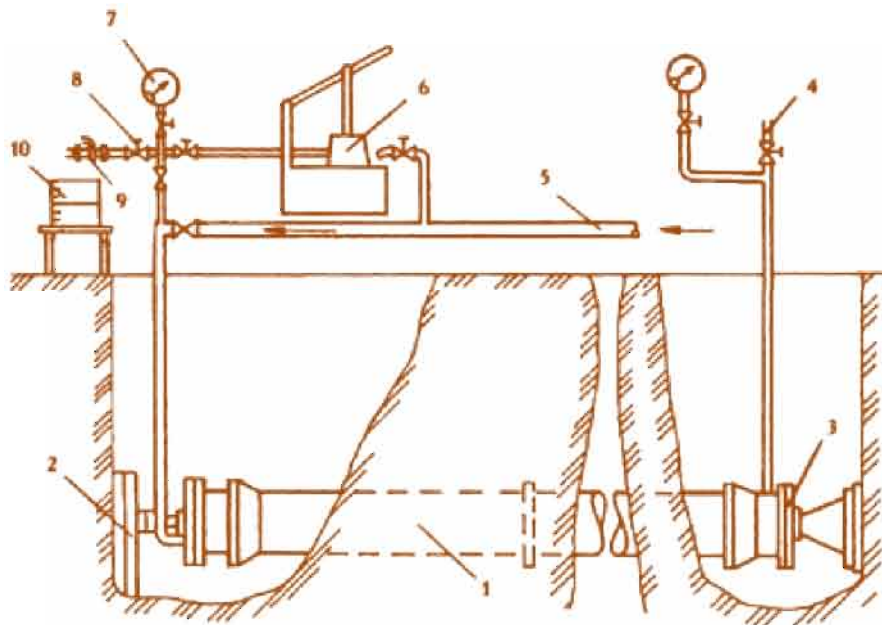
Гидравлическое испытание напорных трубопроводов производится в следующем порядке:

- трубопровод заполняют водой и выдерживают без давления в течение 2 ч;
- в трубопроводе создают испытательное давление (например, 1 МПа) и поддерживают его в течение 0,5 ч;
- испытательное давление снижают до расчетного и производят осмотр трубопровода.

По причине возможной деформации оболочки трубопровода не исключается поддержка в нем испытательного давления подкачкой воды.

Схема гидравлического испытания трубопровода представлена на рис. 13

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69



1 — испытуемый трубопровод; 2 — опоры; 3 — фланцы; 4 — кран выпуска воздуха; 5 — временная подводка воды; 6 — гидравлический пресс; 7 — манометр; 8 — регулирующий вентиль; 9 — пробочный кран; 10 — мерный бак

Рисунок 13 - Схема гидравлического испытания трубопровода

Трубопровод считается выдержавшим предварительное гидравлическое испытание, если под испытательным давлением не обнаружено разрывов труб или стыков и соединительных деталей, а под рабочим давлением не обнаружено видимых утечек воды.

После гидравлического испытания трубопровод немедленно засыпают грунтом и сразу же выполняют окончательное испытание.

Окончательное гидравлическое испытание проводят в следующем порядке:

- в трубопроводе создают давление, равное расчетному рабочему и поддерживают его в течение 2 ч, при падении давления на 0,02 МПа производится подкачка воды;
- давление поднимают до уровня испытательного (1 МПа) за период не более 10 мин и поддерживают его в течение 2 ч.

Трубопровод считается выдержавшим окончательное гидравлическое испытание, если фактическая утечка воды из трубопровода при испытательном давлении не должна превышать значений 1,35 л/мин на 1 км трубопровода.

Выявленные в результате испытания дефекты должны быть устранены, после чего проводятся повторные гидравлические испытания.

4.1.7 Определение объемов земляных работ

При глубине траншеи 2,5 м крутизна откосов составляет 1:0,5 [23, табл.1].

Минимальная ширина траншеи понизу под полиэтиленовый трубопровод диаметром 900 мм при соединении труб сваркой составляет 1,35 м [23, табл.2].

Ширина траншеи поверху определяется по формуле:

$$B = b + 2 \times h_{mp} \times m, \text{ м} \quad (8)$$

где h_{mp} – глубина траншеи при разработке экскаватором;

m – коэффициент откоса стенок траншеи.

$$B = 1,35 + 2 \times 2,5 \times 0,5 = 3,85 \text{ м}$$

Форма поперечного сечения представляет собой трапецию. Площадь трапеции рассчитывается по формуле:

$$F = (a + b) \cdot h / 2, \text{ м}^2 \quad (9)$$

где, a – длина верхнего основания

b – длина нижнего основания

h – высота траншеи.

Объем траншеи определяется по формуле:

$$W = F \cdot l = l \cdot (a + b) \cdot h / 2, \text{ м}^3 \quad (10)$$

где, l – длина траншеи

$$W = 1162 \cdot (1,35 + 3,85) \cdot 2,5 / 2 = 7353 \text{ м}^3$$

При разработке грунта основание отвала должно отстоять от края траншеи на 0,5 м для предотвращения осыпания грунта (*лотв*). В связи со стесненными условиями производства работ, грунт, вынимаемый из траншеи, полностью вывозится в 4 секцию на расстояние до 1 км.

Допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины 3 м ($l_{дон}$) [СНиП 12-03-2001 п. 7.2.4) (L), табл.1].

Разработка грунта в траншее проводится с недобором в области подошвы. Величину недобора $h_{нед}$ принимают 0,1 – 0,2 м в зависимости от особенностей экскаватора.

Для разработки грунта в траншее принимаем одноковшовый экскаватор Э-652Б с емкостью ковша 0,65 м³ [27, 28].

Объем работ при засыпке трубопровода перед гидравлическим испытанием бульдозером ДЗ-18 на базе трактора Т-100

$$V_{зас.1} = \frac{B + b}{2} \cdot (D_{нар} + 0,3) \cdot L_{тр} - \frac{\pi \cdot D_{нар}^2}{4} \cdot L_{тр}, \text{ м}^3 \quad (11)$$

					ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

$$V_{зас.1} = \frac{3,85 + 1,35}{2} \cdot (0,9 + 0,3) \cdot 1162 - \frac{3,14 \cdot 0,9^2}{4} \cdot 1162 = 2887 \text{ м}^3$$

Объем работ при засыпке трубопровода после гидравлического испытания

$$V_{зас.2} = \frac{B + b}{2} \cdot (h_{мп} - 0,1 - D_{нар} - 0,3) \cdot L_{мп}, \text{ м}^3 \quad (12)$$

$$V_{зас.2} = \frac{3,85 + 1,75}{2} \cdot (2,5 - 0,1 - 0,9 - 0,3) \cdot 1162 = 3904 \text{ м}^3$$

4.2 Составление календарного плана

К календарным планам в строительстве относятся все документы по планированию, в которых на основе объемов СМР и принятых организационных и технических решений определены последовательность и сроки осуществления строительства [28].

Календарный план строительства объекта в виде линейного графика предназначен для определения последовательности и сроков выполнения общестроительных, специальных и монтажных работ, осуществляемых при возведении объекта. Эти сроки устанавливаются в результате рациональной увязки сроков выполнения отдельных видов работ, учета состава и количества основных видов ресурсов, в первую очередь рабочих бригад и ведущих механизмов, а также специфических условий района строительства, отдельной площадки и ряда других существующих факторов.

По календарному плану рассчитывают по времени потребность в трудовых и материально-технических ресурсах, а также сроки поставок всех видов оборудования. На основе календарного плана ведут контроль за ходом работ и координируют работу исполнителей.

4.2.1 Определение трудоемкости работ и затрат машинного времени

Трудоемкость работ и затраты машинного времени подсчитываются по различным нормам. Нормативной базой могут служить: нормы и расценки, калькуляции, сметные нормативы, укрупненные комплексные нормы и др.

Трудоёмкость – это затраты труда, которые необходимы на выполнение определенного объема работ.

$$Q = \frac{H_{сп} \cdot V}{E}, \quad (13)$$

					ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

где Q – трудоемкость, чел.-час; V – объем работ; E – единица измерения, на которую в ЕНиР дана норма времени.

Трудоёмкость может быть также определена:

$$Q = \frac{H_{вр} \cdot V}{E \cdot T_{см}}, \text{ чел.-см}; \quad (14)$$

$$Q = \frac{H_{вр} \cdot V}{E \cdot T_{см} \cdot n}, \text{ чел.-дн.} \quad (15)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены (8 ч.); n – число смен в рабочем дне (1..3).

Калькуляция затрат труда и машинного времени по объектам и видам работ представлена в табл. 16.

Таблица 16 - Калькуляция затрат труда и машинного времени по объектам и видам работ

№ п/п	Шифр нормы	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работы	Трудоёмкость		
					Норма на ед. ч- час	На весь объём ч-час	Всего, ч-см.
1	2	3	4	5	6	7	
1	Е 2-1-9 Табл.3 3в	Разработка грунта III группы с погрузкой в автосамосвалы экскаватором обратная лопата с ковшом 0,65 м ³	100м ³ грунта	7353	2,7	198,53	24,82
2	Е2-1-50, Таб 3, 3а	Рытье приямков	1 м ³	44,7	4	178,80	22,35
3	Е 9-2-7 Табл. 2, 9в	Сварка полиэтиленовых трубопроводов	1 стык	100	3,5	350,00	43,75
4	Е 9-2-7 Табл. 2, 9а	Укладка полиэтиленовых трубопроводов в траншею	1 м	1162	0,26	302,12	37,77
5	Е 9-2-29 5а	Устройство водопроводных бетонных колодцев с монолитными стенами и покрытием из сборного железобетона	1 колодец.	8	13,5	108,00	13,50
6	Е 9-2-29 11а	Покрытие наружной поверхности колодцев битумом за два раза	1 колодец	8	4,1	32,80	4,10
7	Е9-2-16, 2б	Установка задвижек Ду 100	1 задвижка	4	1,2	4,80	0,60

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Е9-2-16, 10б	Установка задвижек Ду 500	1 за- движка	4	8,6	34,40	4,30
9	Е9-2-16, 14а	Установка затвора Ду 900	1 за- движка	1	26	26,00	3,25
10	Е2-1-58, Таб 2, 3в	Обратная засыпка пазух с уплотнением грунта	1 м ³	2887	1	2887,0	360,88
11	Е9-2-9 Табл. 2, 7а	Испытание трубопровода на прочность	1 м	1162	0,21	244,02	30,50
12	Е2-1-34, 3в	Обратная засыпка траншеи	100м ³	3904	0,43	16,79	2,10
13	Е2-1-31, табл. 3, 1в	Уплотнение грунта катками	1000 м ²	4480	0,79	3,54	0,44
14	Е9-2-9 Табл. 2, 7а	Испытание трубопровода на прочность	1 м	1162	0,21	244,02	30,50

4.2.2 Определение продолжительности работ

Для определения продолжительности работ на участках определяется число смен и число рабочих в бригаде.

Сменность работ зависит от фронта работ и наличия рабочих кадров.

Количественный состав каждого звена определяется делением затрат труда на работах, порученных звену, на продолжительность выполнения ведущего процесса. Количественный состав бригады определяется суммированием численности рабочих всех звеньев, составляющих бригаду [28, 29].

Основным методом сокращения сроков строительства объектов является поточное выполнение работ.

Поточным методом называют такой метод организации строительства, который обеспечивает планомерный, ритмичный выпуск готовой строительной продукции (законченных заданий, сооружений, видов работ и т.д.) на основе непрерывной и равномерной работы трудовых коллективов (бригад, потоков) неизменного состава, снабженных своевременной и комплектной поставкой всех необходимых материально-технических ресурсов.

Работы, не связанные между собой, должны выполняться независимо друг от друга, а связанные между собой – непрерывно.

Карточка-определитель работ представлена в табл. 17.

Таблица 17 - Карточка-определитель работ

№ п.п.	Наименование работ	Трудо-ем-кость чел.-см.	Продол-жи-тельность работы, дни	Число смен	Числен-ность ра-бочих в смену	Состав бригады
1	2	3	4	5	6	7
1	Разработка грунта III группы с погрузкой в автосамосвалы экскаватором обратная лопата с ковшом 0,65 м ³	24,82	13	2	1	1 машинист 6 разр.
1	Рытье приямков	22,35	6	2	2	2 землекоп
2	Сварка полиэтиленовых трубопроводов	43,75	11	2	2	1 монтажник 5 разр.
3	Укладка полиэтиленовых трубопроводов в траншею	37,77	10	2	2	1 монтажник 5 разр.
4	Устройство водопроводных бетонных колодцев с монолитными стенами и покрытием из сборного железобетона	13,50	4	2	2	1 монтажник наружных трубопроводов 5 разр.
5	Покрытие наружной поверхности колодцев битумом за два раза	4,10	4	1	1	1 изолировщик на гидроизоляции 4 разр.
6	Установка задвижек Ду 100	0,60	1	1	1	1 монтажник наружных трубопроводов 3 разр.
7	Установка задвижек Ду 500	4,30	2	2	1	1 монтажник наружных трубопроводов 3 разр.
8	Установка затвора Ду 900	3,25	2	2	1	1 монтажник наружных трубопроводов 3 разр.
9	Обратная засыпка пазух с уплотнением грунта	360,88	45	2	4	1 землекоп
10	Испытание трубопровода на прочность	30,50	8	2	2	1 монтажник наружных трубопроводов 6 разр.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

11	Обратная засыпка траншеи	2,10	1	2	1	1 машинист 6 разр.
12	Уплотнение грунта катками	0,44	1	1	1	2 машинист 6 разр.
13	Испытание трубопровода на прочность	30,50	8	2	2	1 монтажник наружных трубопроводов 6 разр.

4.3 Контроль качества производства

При строительстве подземных сетей последовательно контролируют качество материалов, деталей и труб, соответствие технологических процессов во время строительства элементов конструкций утвержденной технологии, правильность выполнения геометрических элементов конструкций и трассы подземных сетей. Материалы, детали и трубы принимают только с сертификатами и паспортами, удостоверяющее их соответствие необходимым требованиям. При приемке материалы и детали, имеющие трещины значительные откосы и другие явные дефекты выбраковываются.

Важнейшим организующим элементом в соблюдение технических требований в строительстве подземных сооружений являются технологические карты на производство работ. На основе обобщения опыта строительства подземных сооружений созданы альбомы унифицированных технологических карт на строительство водостоков, канализации, водопроводов, и др. сооружений.

При контроле геометрических элементов проверяют прямоугольность участков трубопроводов между колодцами, привязку трассы в плане. На камерах и колодцах с помощью геодезических элементов контролируют в процессе сооружения вертикальные и горизонтальные плоскости и размеры поперечных сечений.

На напорных трубопроводах в процессе строительства постоянно проверяют правильность привязки всех задвижек, узлов, другого оборудования и арматуры. Контроль за соблюдением качества работ возлагаются прежде всего на линейных инженерно-технических работников строительных организации. Производитель работ обязан в течение всего периода строительства вести журнал, указывая время осуществления основных операций и условие, в которых они проведены.

На некоторых видах подземных сетей надзор за качеством ведут представители государственных инспекций. Качество скрытых работ фиксируют двух-

сторонними актами между представителями строительной и эксплуатационной организации.

Всем трубопроводы и сооружения подземных сетей строительная организация должна сдать в эксплуатацию государственным приемочным комиссиям, которым предъявляют все документы, связанные со строительным объектом. На основании изучения документов и осмотра сооружений комиссия оформляет акт приемки объекта в эксплуатацию и передает его на утверждение инспекции, после чего объект вступает в эксплуатацию.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте разработан проект реконструкции золошлакоотвала Каширской ГРЭС.

Проектом предусматривается использовать третью секцию как пруд-осветлитель, Для этой цели секция очищается до отметки 111,00 м, с перемещением золы на четвертую секцию для сухого складирования. Северная дамба досыпается суглинистым грунтом до отметки 120,00 м с целью создания единой отметки гребня северных дамб всех секций ЗШО.

Для обеспечения надежной и безопасной работы золошлакоотвала запроектированы следующие сооружения:

- насосная станции осветленной воды в третьей секции, позволяющая исключить сброс осветленной воды в р.Ока;
- водовод осветленной воды длиной 1386м от насосной станции осветленной воды до точки врезки в существующий водовод;
- разводящей сеть пульпопроводов по периметру первой и второй секций золошлакоотвала;
- оросительная сеть на первой и второй секциях золошлакоотвала;

Рассмотрены и подобраны типы труб для водопроводных сетей, для транспортирования золошлаковой пульпы.

Произведены гидравлические расчеты по определению потерь напора в коммуникациях насосов , магистральном водоводе подачи осветленной воды насосной станции и магистральном водоводе подачи осветленной воды на орошение 1 и 2 секции, а также подобрано насосное оборудование.

Выполнен расчет объемов работ, подобраны необходимые машины, механизмы и оборудование, определена продолжительность работ по устройству трубопроводов открытым способом. Построен календарный график строительных процессов.

В работе учтены экологические требования к размещению объектов складирования отходов промышленного производства: насосная станция оборотного водоснабжения вынесена из водоохранной зоны р. Ока

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 10272-77. Насосы центробежные двустороннего входа. Технические условия.
2. ГОСТ 10407-88. Насосы центробежные многоступенчатые секционные. Типы и основные параметры.
3. ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент.
4. ГОСТ 18599-2001. Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия.
5. ГОСТ 22247-96. Насосы центробежные консольные для воды. Основные параметры и размеры. Требования безопасности. Методы контроля.
6. ГОСТ Р 53201-2008 Трубы стеклопластиковые и фитинги. Технические условия.
7. ГЭСН-2001-01. Сборник №1. Земляные работы
8. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып.1. Механизированные и ручные земляные работы.
9. ЕНиР. Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Вып.2. Наружные сети и сооружения.
10. СанПин 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М: Госкомсанэпиднадзор, 2002. – 111 с.
11. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 2001. - 225с.
12. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология.
13. СНиП 3.05.04-85*. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации.
14. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства
15. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть V. Правила производства работ в районах с особыми природно-техногенными условиями.
16. СП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве. Общие требования.
17. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений.

					<i>ЮУрГУ–270800.62.2016.103-10.876 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

18. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий.
19. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
20. СП 37.13330.2012. Промышленный транспорт.
21. СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов.
22. СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования.
23. СП 45.13330.2010. Земляные сооружения, основания и фундаменты
24. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции.
25. СТО 17330282.27.140.002-2008 Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования.
26. ТУ 110457148405773333-005. Трубы стальные футерованные кам-
нелитыми вкладышами.
27. Белецкий, Б.Ф. Технология и механизация строительного производ-
ства: Учеб.пособие. Изд. 3-е. Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 752 с. (Серия «Строи-
тельство»).
28. Кимельблат, В.И., Волков, И.В.«Техника и технология производст-
ва
29. Дикман, Л.Г. Организация строительного производства / Учебник
для строительных вузов / М.: Издательство Ассоциации строительных вузов,
2006. – 608 с.
30. Журба, М.Г., Соколов, Л.И., Говорова, Ж.М. Водоснабжение. Про-
ектирование систем и сооружений: издательство второе, переработанное и до-
полненное. Учебное пособие. – М: Издательство АСВ, 2004. – 496 с.
31. Каргин, В.Ю. Бухин, А.И. «Полиэтиленовые газовые сети» М.: Из-
дательский центр «Академия» 2002
32. Расчет водопроводных сетей: Учеб. пособие для вузов/ Н.Н. Абра-
мов, М.М. Пospelова, М.А. Сомов и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Строи-
издат, 1983. – 278 с., ил
33. Шевелев, Ф.А., Шевелев, А.Ф. Таблицы для гидравлического расче-
та водопроводных труб: Справ. пособие. – 6-е изд., доп. и перераб. – Тверь:
Тверской полиграфический комбинат, 2005.

Спецификация арматурных элементов на устройство насосной станции осветленной воды

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
		Перекачка воды:			
1	550Д50	Насос центробежный Q=1600м ³ /ч, H=51м.	2	1539	
2		Электродвигатель мощность-400кВт	2	1550	
3	30ч930бр	Задвижка с электродвигателем Ду=600 Ру=1.0 МПа	2	1120	
4	30ч906бр	Задвижка с электродвигателем Ду=400 Ру=1.0 МПа	2	492	
5	19ч21бр	Клапан обратный Ду=400, Ру=1.0 МПа	2	193.5	
6		Монтажная вставка Ду=400, Ру=1.0 МПа	2	131.5	
7	Фланец 1-600-10 ГОСТ 12820-80	Фланец Ду=600, Ру=1.0 МПа	4	39.40	
8	Болт М27х105.58 ГОСТ 7798-70	Болт Ø 27, L=105	80	0.6485	
9	Гайка М27.5 ГОСТ 5915-70	Гайка Ø 27, Н=22	80	0.162	
10	Шайба 27.01 ГОСТ 11371-78	Шайба Ø 27, Н=5	80	0.056	
11	Фланец 1-500-10 ГОСТ 12820-80	Фланец Ду=500, Ру=1.0 МПа	2	27.70	
12	Болт М20х80.58 ГОСТ 7798-70	Болт Ø 20, L=80	112	0.268	
13	Гайка М20.5 ГОСТ 5915-70	Гайка Ø 20, Н=16	144	0.063	
14	Шайба 20.01 ГОСТ 11371-78	Шайба Ø 20, Н=4	144	0.023	
15	Фланец 1-250-10 ГОСТ 12820-80	Фланец Ду=250, Ру=1.0 МПа	6	10.65	
16	Фланец 1-400-10 ГОСТ 12820-80	Фланец Ду=400, Ру=1.0 МПа	8	21.56	
17	Шпилька М24х360.58 ГОСТ 22042-76	Шпилька Ø 24, L=360	32	1.12	
18	Гайка М24.5 ГОСТ 5915-70	Гайка Ø 24, Н=19	200	0.107	
19	Шайба 24.01 ГОСТ 11371-78	Шайба Ø 24, Н=4	200	0.053	
20	Болт М24х90.58 ГОСТ 7798-70	Болт Ø 24, L=90	136	0.458	
21	Труба $\frac{630 \times 10 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. Ст.3 ГОСТ } 10706-76^*}$	Патрубок, L=2050	2	313.45	
22		Переход эксцентрический 600х500	2	32.30	l=247
23	Труба $\frac{630 \times 10 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. Ст.3 ГОСТ } 10706-76^*}$	Патрубок, L=300	2	45.87	
24	Отвод 90°-273-10 ГОСТ 17375-93	Отвод 90° Ду=250	4	19.7	
25	Труба $\frac{426 \times 9 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. Ст.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=1980	2	163.30	
270800.62.2016 103-10 876 ВКР					Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	81

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
26		Установка мановакуумметра	6	1.85	
27		Установка манометра	10	1.85	
28		Установка электроконтактного манометра	4	1.85	
29		Установка реле давления	8	28.18	
30		Установка сигнализатора уровня	4	2.01	
		Подача воды на орошение:			
31	ЦНС 180-128	Насос секционный Q=50л/с, H=134м.	2	743.0	
32	4AM280S4	Электродвигатель мощностью-110 кВт	2	756.0	
33	30ч906др	Задвижка с электроприводом Ду=200, Ру=1.0 МПа	4	165.0	
34	19ч21р	Клапан обратный Ду=200, Ру=1.0 МПа	2	25.7	
35	Фланец 1-200-10 ГОСТ 12820-80	Фланец Ду=200, Ру=1.0 МПа	10	8.05	
36	Шпилька М20х320.58 ГОСТ 22042-76	Шпилька Ø 20, L=320	16	0.749	
37	Фланец 4-150-100 ГОСТ 12821-80	Фланец Ду=150, Ру=10.0 МПа с шипом	4	31.73	
38	Шпилька М30х170.58 ГОСТ 22042-76	Шпилька Ø 30, L=170	48	0.83	
39	Гайка М30.5 ГОСТ 5915-70	Гайка Ø 30, H=24	96	0.224	
40	Шайба 30.01 ГОСТ 11371-78	Шайба Ø 30, H=5	96	0.067	
41	Труба $\frac{273 \times 8 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. Ст.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=2305	2	120.51	
42	Переход 3273х10-159х6 ГОСТ 17378-83	Переход эксцентрический 250х150	2	10.2	
43	Труба $\frac{273 \times 8 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. Ст.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=200	2	10.46	
44	Переход 219х10-159х6 ГОСТ 17378-83	Переход концентрический 200х150	2	7.2	
45	Отвод 90°-219х10 ГОСТ 17375-83	Отвод 90° Ду=200	12	12.7	
46	Труба $\frac{219 \times 8 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. Ст.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=350	2	14.57	
47		Подвижный фланец Ду=200, Ру=1.0 МПа	2	41.53	
48	Переход 273х10-219х8 ГОСТ 17378-83	Переход концентрический 250х200	4	11.30	
49		Подвижный фланец Ду=250, Ру=1.0 МПа	2	51.74	с диафрагмой
50	30ч6др	Задвижка с ручным приводом Ду=100, Ру=1.0 МПа	1	39.30	

270800 62 2016 103-10 876 ВКР

Лист

82

Изм Лист № докум Подпись Дата

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Приме- чание
51	Фланец 1-100-10 ГОСТ 12820-80	Фланец Ду=100, Ру=1.0 МПа	4	3.96	
52	Болт М16х65.58 ГОСТ 7798-70	Болт Ø 16, L=65	64	0.137	
53	Гайка М16.5 ГОСТ 5915-70	Гайка Ø 16, Н=3	64	0.033	
54	Шайба 16.01 ГОСТ 11371-78	Шайба Ø 16, Н=3	64	0.011	
55	Труба $\frac{159 \times 6 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. См.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=500	2	11.32	
56	Труба $\frac{219 \times 8 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. См.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=300	2	12.48	
57	Труба $\frac{219 \times 8 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. См.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=345	2	14.36	
58	Труба $\frac{219 \times 8 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. См.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=340	2	14.15	
59	Труба $\frac{273 \times 8 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. См.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=75	2	3.92	
60	Труба $\frac{219 \times 8 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. См.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=100	4	4.16	
61	Труба $\frac{273 \times 8 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. См.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=1555	2	81.30	
62	Труба $\frac{219 \times 8 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{В-В. См.3 ГОСТ } 10705-80^*}$	Патрубок, L=2000	2	85.76	

Спецификация труб, фасонных частей и арматуры
на устройство водовода осветленной воды

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
		Труба ПЭ 80 SDR17.6-920x51 техническая ГОСТ 18599-2001, м	1162	138.9	
		Труба ПЭ 80 SDR17.6-110x6.6 техническая ГОСТ 18599-2001, м	11	2.09	
		Задвижка чугунная \varnothing 500 30ч37дp ТУ 26-07-1257-80	1	840.0	
		Задвижка чугунная \varnothing 100 30ч6дp ТУ 26-07-1399-86	4	39.3	
		Затвор дисковый запорно-регулирующий ЗДО.900.10.01.1132 ТУ 3741-008-55377430-08	1	635	
		Вантуз Ду-100 В6-100 ТУ 3722-003-03219029-2006	1	29	
		Переход 800-500 Серия 3.820.2-51	4	92.5	
		Переход 900-800 Серия 3.820.2-51	4	39.7	
		Втулка под фланец ПЭ100 900 SDR17 ТУ 2248-143-002003335-2002	3	21.758	
		Втулка под фланец ПЭ100 100 SDR17 ТУ 2248-143-002003335-2002	4	21.758	
		Тройник 900-100 ПЭ100 SDR17 ТУ 2248-143-002003335-2002	2	7	
		Тройник 1-914x14 ГОСТ 17376-2001	1		
		Фланец 1-900-10 см25 ГОСТ 12820-80	8	94.13	
		Фланец 1-500-10 см25 ГОСТ 12820-80	2	27.7	
		Фланец 1-100-10 см25 ГОСТ 12820-80	8	3.96	
		Отвод 45° сварной ПЭ100 900 SDR 17.6 ТУ 2248-005-59355492-2005	3	387	
		Отвод 30° сварной ПЭ100 900 SDR 17.6 ТУ 2248-005-59355492-2005	2	243.7	
		Отвод 15° сварной ПЭ100 900 SDR 17.6 ТУ 2248-005-59355492-2005	1	217.5	
		Труба $\frac{530 \times 10 - \text{ПТ} - 02 \text{ кл} \text{ ГОСТ} 10704 - 91}{\text{В} - \text{См} \text{Зсн} \text{ ГОСТ} 10706 - 76}$, м	4	128.24	
		Труба $\frac{920 \times 10 - \text{ПТ} - 02 \text{ кл} \text{ ГОСТ} 10704 - 91}{\text{В} - \text{См} \text{Зсн} \text{ ГОСТ} 10706 - 76}$, м	211	224.42	в т.ч. 1м-на вантуз, 2м-на отводы
		Труба $\frac{114 \times 4.5 - \text{ПТ} - 02 \text{ кл} \text{ ГОСТ} 10704 - 91}{\text{В} - \text{См} \text{Зсн} \text{ ГОСТ} 10706 - 76}$, м	4	12.15	
		Труба $\frac{1220 \times 10 - \text{ПТ} - 02 \text{ кл} \text{ ГОСТ} 10704 - 91}{\text{В} - \text{См} \text{Зсн} \text{ ГОСТ} 10706 - 76}$, м	18	298.4	футляр
		Отвод 0-45-900 стальной Серия 3.820.2-51	2	242.6	
		Лист $\frac{\text{Б} - \text{ПН} - 06 \times 600 \times 600 \text{ ГОСТ} 19903 - 74}{\text{С} 245 \text{нс} \text{ ГОСТ} 27772 - 86}$	1	1.7	
		Пластина $\frac{1 \text{Н} - 1 - \text{ТМКЩ} - \text{С} - 5}{\text{ГОСТ} 7338 - 90}$	3	3.0	
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Лист
					84

Спецификация арматурных элементов на устройство оросительной сети на 1 и 2 секциях

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед.кз	Примечание
1		Труба $\frac{219 \times 7 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, п.м	1225	36,60	магистрал. сварка
2		Труба $\frac{159 \times 4,5 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, п.м	1002	17,15	магистрал. сварка
3		Труба $\frac{108 \times 4 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, Lcp=1,4 м, шт	227	14,36	Патр. по отк. фланц соед.
4		Труба $\frac{108 \times 4 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, L=5,0 м, шт	64	51,30	Патр. по отк. фланц соед.
5		Труба $\frac{108 \times 4 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, L=3,2 м, шт	24	32,83	Патр. по отк. фланц соед.
6		Труба $\frac{108 \times 4 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, L=1,5 м, шт	64	15,39	Патр. для ДД- 15 брезка
7		Труба $\frac{108 \times 4 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, L=0,3 м, шт	64	3,08	Патр. для ДД- 15 фл. соед.
8		Труба $\frac{57 \times 3 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, п.м	25	4,00	Для бензила, брезка
9		Труба $\frac{426 \times 12 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, L=12,5 м, шт	2	1531,5	Кожух
Фасонные части					
10		Труба $\frac{219 \times 7 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, L=0,60 м, шт	31	21,96	Отв. не станд.
11		Труба $\frac{159 \times 4,5 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, L=0,70 м, шт	21	12,00	Отв. не станд.
12		Труба $\frac{108 \times 4 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, L=0,64 м, шт	49	6,57	Отв. не станд. фл. соед
13		Труба $\frac{57 \times 3 \text{ ГОСТ } 10704-91}{\text{А-СтЗсп ГОСТ } 10705-80}$, L=0,64 м, шт	5	2,56	Отв. не станд. фл. соед
14		Отвод 0-15-200 серия 3.820.2-51, шт.	6	10,80	сварное соединение
15		Отвод 0-15-150 серия 3.820.2-51, шт.	3	9,00	сварное соединение
16		Отвод 0-30-150 серия 3.820.2-51, шт.	2	10,20	сварное соединение
17		Отвод 0-45-200 серия 3.820.2-51, шт.	2	15,00	сварное соединение
18		Отвод 0-45-150 серия 3.820.2-51, шт.	2	11,60	сварное соединение
19		Отвод 0-45-100 серия 3.820.2-51, шт.	84	8,13	сварное соединение
20		Отвод 0-90-150 серия 3.820.2-51, шт.	4	14,60	сварное соединение
21		Заглушка 1-100-2,5-16ГС-6 АТК 24.200.02-90, шт	64	5,80	фланцевое соед.
22		Тройник 219x6,0 ГОСТ 17376-2001, шт	1	10,20	фланцевое соед.
23		Тройник 219x6,0-159x6,0 ГОСТ 17376-2001, шт	3	10,20	фланцевое соед.
24		Тройник 159x6,0 ГОСТ 17376-2001, шт	1	6,60	фланцевое соед.
25		Тройник 159x6,0-108x5,0 ГОСТ 17376-2001, шт	1	6,60	фланцевое соед.
26		Переход Э-219x6,0-159x4,5 ГОСТ 17378-83, шт	2	4,4	сварное соединение
27		Переход Э-159x4,5-108x4,0 ГОСТ 17378-83, шт	4	2,3	сварное соединение
28		Фланец 1-200-25 см. 25 ГОСТ12820-80, шт	18	10,10	
270800.62.2016.103-10.876 ВКР					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	85

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед.кг	Примечание
29		Фланец1-150(Б)-25ст.25ГОСТ12820-80, шт	16	7,81	
30		Фланец1-100(А)-25ст.25ГОСТ12820-80, шт	1046	4,73	
31		Фланец1-50-25ст.25ГОСТ12820-80, шт	20	2,58	
Арматура на сети					
32	30с65нж	Задвижка Д=200 мм Ру=2,5МПа ГОСТ 3706-93, шт	5	125	фланцевое соед.
33	30с65нж	Задвижка Д=150 мм Ру=2,5МПа ГОСТ 3706-93, шт	4	80	фланцевое соед.
34	30с65нж	Задвижка Д=100 мм Ру=2,5МПа ГОСТ 3706-93, шт	64	43	фланцевое соед.
35	15ч8п2	Вентиль ТУ 26-07-1465-88, шт	5	5,8	
Прочее					
36		Дождевальные аппараты ДД-15, шт	64		брезка
37		Утяжелители УБП-05 ТУ 102-300-81, шт.	128	390	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	270800.62.2016.103-10.876 ВКР	Лист 86
------	------	----------	---------	------	-------------------------------	------------