

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ Т.А. Кулагина
подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА
20.03.01 «Техносферная безопасность»

«Техносферная безопасность золотвала ТЭС в суровых климатических
условиях»

Пояснительная записка

Руководитель _____ Г.И.Кузнецов
должность, ученая степень Подпись, дата инициалы, фамилия

Выпускник _____ Д.В. Глоба
подпись, дата инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:
Консультант по
нормативно-правовой базе _____ С.В. Комонов
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтроль _____ С.В. Комонов
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Техносферная безопасность золоотвала ТЭС в суровых климатических условиях» содержит 71 страницы, включает в себя 16 таблиц, 8 листов графического материала, 28 литературных источников.

Охрана окружающей среды, техносферная безопасность, гидротехническое сооружение, золоотвал, фильтрация, зола, шлак, дамба, пьезометр, природоохранные мероприятия.

Объект исследования - золоотвал одной из действующих ТЭС, находящейся в Восточной Сибири.

Целью работы:

- знакомство с предприятием;
- дать оценку безопасности объекта на людей и окружающую природную среду;
- произвести расчет устойчивости низового откоса дамбы;
- рассмотреть мероприятия пылеподавления при неблагоприятных метеорологических условиях;
- провести анализ соответствия объекта действующим нормам законодательства и руководящих документов;
- разработать природоохранные мероприятия.
- на основе всех расчетов и анализа дать оценку безопасности золоотвала ТЭС, и выдать рекомендации.

Данная работа не вносит новшеств в научные разработки, но несет актуальность для объектов сжигающих уголь, особенно для объектов которые эксплуатируются в суровых климатических условиях Сибири.

В ходе работы был рассмотрен процесс складирования золошлаков. Проведен анализ научной работы «Влияние золошлаковых отложений на фильтрацию золоотвала», из которой следует, что золошлаки могут служить, как техногенный противофильтрационный материал.

Произведен расчет устойчивости дамбы, расчет показал, что дамба устойчива, но выявлены дефекты в виде высачивания фильтрационных вод за низовым откосом дамбы. Так же выявлено, что при таком высачивании не соблюдены условия промерзания, которые характерны в Сибирских условиях. На основе этого даны рекомендации предприятию по утепления низового откоса и его подножья супесью с коэффициентом фильтрации $K_f - 0,3$ м/сут. Так же выявлено, что на данном объекте отсутствует пьезометр за ручьем, который протекает вдоль объекта. Даны рекомендации по установке дополнительных пьезометров вдоль створов с 5 – 14.

АННОТАЦИЯ
к выпускной квалификационной работе
на тему: Техносферная безопасность золотвала ТЭС в суровых
климатических условиях

Выпускная квалификационная работа выполнена на 71 страницах, включает в себя 16 таблиц, 8 листов графического материала, 28 литературных источников.

Объектом исследования является золоотвал одной из действующих ТЭС, находящейся в Восточной Сибири.

Целью работы является оценка безопасности золоотвала эксплуатирующегося в суровых климатических условия Сибири.

В выпускная квалификационную работу входит введение, семь глав, итоговое заключение по работе.

Во введении раскрывается актуальность данной работы, ставится цель и определяются проблемы.

В первой главе даны общие природные характеристики возведения объекта.

Во второй главе приводится общая характеристика гидротехнического сооружения.

В третьей главе производится анализ и оценка безопасности гидротехнического сооружения.

В четвертой главе рассматриваются аварии на гидротехнических сооружениях ТЭС.

В пятой главе производится расчет устойчивости дамбы.

В шестой главе дается оценка уровня безопасности гидротехнического сооружения золоотвала рассматриваемого объекта.

В седьмой главе приводится нормативная документация для безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений.

В заключении сформирован вывод по данной работе.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ Т.А. Кулагина
подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме Бакалаврской работы

Студенту Глоба Денису Владимировичу
фамилия, имя, отчество

Группа 13-02Б Направление (специальность) 20.03.01
номер код

Техносферная безопасность

Тема выпускной квалификационной работы «Техносферная
безопасность золоотвала ТЭС в суровых климатических условиях».

Утверждена приказом по университету № 4892 от 5 апреля 2018 г.

Руководитель ВКР: Г.И. Кузнецов, профессор, доктор тех. наук, ПИ
СФУ.

Исходные данные для ВКР: технологические инструкции предприятия, законодательная и нормативная документация, учебные пособия, справочная литература.

Перечень разделов ВКР: аннотация; введение; общая характеристика природных условий возведения объекта; общая характеристика гидротехнических сооружений ТЭС; анализ и оценка безопасности ГТС; аварии на гидротехнических сооружениях ТЭС; расчет устойчивости дамбы; оценка уровня безопасности гидротехнического сооружения золоотвала; нормативная документация для безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений; заключение.

Перечень графического материала:

лист 1. Карта Российской федерации с округами

лист 2. План золоотвала, разводящая сеть золошлакопроводов и дренажной системы;

лист 3. Схема расположения КИА и наблюдательных скважин;

лист 4. Пьезометр;

лист 5. Противофильтрационные мероприятия, дамба в разрезе.

лист 6. Модель фильтрации из первой секции золоотвала. Вариант 1.
лист 7. Модель фильтрации из первой секции золоотвала. Вариант 2.
лист 8. Модель фильтрации из первой секции золоотвала. Вариант 3.
количество таблиц 16.

Руководитель БР

подпись

Г.И. Кузнецов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Д.В. Глоба

инициалы и фамилия студента

«03» июня 2018 г.

Календарный график выполнения БР

Наименование и содержание этапа	Срок выполнения
Сбор и анализ исходной литературы и документации	04.06.2018 – 08.06.2018
Постановка основной задачи, освоение расчетных методик	09.06.2018 – 11.06.2018
Выполнение расчетов, оформление результатов, составление выводов	12.06.2018 – 16.06.2018
Работа над нормативно-правовой базой, оформление расчетно-пояснительной записки	17.06.2018 – 19.06.2018
Графическое оформление чертежей	20.06.2018 – 23.06.2018
Оформление прочей документации	24.06.2018 – 25.06.2018

« 03 » июня 2018 г.

Руководитель БР

подпись

Г.И. Кузнецов
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Д.В. Глоба
инициалы и фамилия

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
1 Общая характеристика природных условий возведения объекта.....	11
1.1 Расположение объекта, климатические условия	11
1.2 Инженерно – геологические и гидрогеологические условия.....	11
2 Общая характеристика гидротехнического сооружения	14
2.2 Назначение, класс и вид ГТС, срок эксплуатации ГТС	16
2.3 Описание гидротехнического сооружения золоотвала.....	18
2.4 Технология намыва золошлаковых материалов	19
2.5 Характеристики стоков, поступающих на золошлакоотвал.....	19
2.6 Характеристики стока фильтрационных вод и их количество.....	20
2.7 Сведения о природоохранных мероприятиях	25
3 Анализ и оценка безопасности ГТС.....	27
3.1 Основные сведения, характеризующие безопасность ГТС	27
3.2 Пьезометры, контрольно – измерительная аппаратура	27
3.3 Контролируемые показатели состояния ГТС	30
3.4 Результаты обследования гидротехнического сооружения	32
3.5 Сведения о соответствии состояния ГТС проекту	33
4 Аварии на гидротехнических сооружениях ТЭС	37
4.1 Возможные источники аварии на ГТС	37
4.1.1 Перелив воды через гребень ограждающей дамбы.....	37
4.2 Сценарии возможных аварий и повреждений ГТС	39
4.2.1 Сценарий №1 возможной аварий и повреждения ГТС.....	39
4.2.2 Сценарий №2 возможной аварий и повреждения ГТС.....	39
4.3 Расчет параметров волны прорыва при аварии	40
5 Расчет устойчивости дамбы	42
5.1 Расчет фильтрации откоса дамбы.....	42
5.2 Расчет устойчивости грунта откоса дамбы	45
5.3 Противофильтрационные мероприятия.....	49
6 Оценка уровня безопасности гидротехнического сооружения.....	50
6.1 Сведения о контроле состояния ГТС требованиям безопасности	51
6.2 Влияние золошлаковых отложений на фильтрацию из золоотвала	51
6.3 Итоговая оценка уровня безопасности объекта.....	59
7 Нормативная документация для гидротехнических сооружений.....	61
7.1 Конституция Российской Федерации	61
7.2 Закон об охране окружающей природной среды.....	61
7.3 Водный кодекс Российской Федерации.....	61
7.4 Закон о безопасности гидротехнических сооружений.....	62
7.5 Закон о санитарно – эпидемиологическом благополучии.....	63
7.6 Закон о промышленной безопасности	63
7.7 Нормативные документы	64
Заключение	67
Список сокращений	68
Список используемых источников.....	69

ВВЕДЕНИЕ

На всех Тепловых электрических станциях (ТЭС) сжигающие твердое топливо в виде угля имеются золошлаковые отходы. В большинстве, данный вид отхода удаляется и складировается в жидком виде под названием пульпа. Так как данный вид отхода невозможно использовать во вторичном сырье для ТЭС и не все золошлаки имеют безопасный экологический класс – 4 или 5, поэтому возникают сложности при реализации строительным компаниям.

В любом случае кратковременное или долгосрочное хранение золошлаков будет иметь место, а значит нужно специальное место для хранения и необходимые меры безопасности, как в экологических аспектах, так и для людей. Данный комплекс называется золоотвал.

Золоотвал – это комплекс сооружений предназначенных для складирования золошлакового материала, состоящего из золы и шлака после удаления их от ТЭС.

По условиям складирования золоотвалы являются намывными сооружениями. Принцип работы золоотвала заключается в том, что твердые частицы под действием гравитационных сил оседают, а вода, под названием осветленная через шахтные колодцы попадает в пруд – отстойник и от туда насосами возвращается для повторного использования. Такой метод называется замкнутый цикл водооборота. Отложения в отвале используют для возведения ограждающих дамб золоотвала.

Ко всем гидротехническим сооружениям выдвигаются жесткие требования безопасности. *Безопасность гидротехнических сооружений* - свойство гидротехнических сооружений, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов.

Для того чтобы построить золоотвал не обходимо пройти очень много согласующих структур и натуральных наблюдений, разработать проект. В проекте должны быть учтены все безопасные экологические аспекты и мероприятия, предотвращающие загрязнение окружающей среды. Произведен расчет устойчивости дамбы и соблюдены все мероприятия при строительстве. Общая эксплуатационная надежность и безопасность гидротехнических сооружений (ГТС) золошлакоотвала обеспечивается проведением комплекса мероприятий: организационного, материально – технического, профилактического, ремонтного, контрольного характера и направленные предотвратить аварийные ситуации на гидротехнических сооружениях.

Золоотвалы, как правило, состоят из шлакохранилища, пруда – отстойника, шахтных колодцев, ограждающих дамб, средств контрольно измерительной аппаратуры (КИА), дренажных систем, колодцев и станции перекачивающей обратную воду.

Золоотвалы должны соответствовать всем требованиям норм строительства ГТС, как правило, они имеют прямоугольную форму. Существуют основные экологические аспекты, рассматриваемые при проектировании и эксплуатации золоотвала ТЭС такие как: пыления, фильтрация. Для пылеподавления и снижения концентрации пыли за пределом

золоотвала должны учитываться преимущественные ветра района – это определяет, в какую сторону будет направлен золоотвал его длинной стороной и с какой стороны будет находиться пруд отстойник. В данном случае учитывается ветровая эрозия.

Для определения фильтрации грунта нужно провести геологические изыскания в поисках водоносного горизонта, грунтовых вод, состава почвы и ее способности фильтрации так мы поймем, какой объем и каких вод возможны при загрязнении. После этого выполняются мероприятия, предотвращающие фильтрацию из золоотвалов.

К фильтрационным мероприятиям можно отнести экранирование, применение слабо фильтрационных грунтов. Экраном может послужить специальная пленка, которая покрывают дно и дамбу. Сверху пленку покрывают небольшим слоем мелкодисперсным материалом, для того чтобы не порвать ее при заполнении секции золошлаковой пульпой. Но все же при укладке пленки имеет место быть человеческий фактор, где то порвется или просто не уложат в целях личной выгоды.

Опасным фильтрационным потоком является поток через тело дамбы. В этом случае, если не принять необходимых мероприятий, неизбежно произойдет разрушение дамбы с последующим разливом золошлаков. Экологическая катастрофа будет неизбежна. Чтобы избежать этого в теле дамбы прокладывается дренаж – *внутренний*, или за дамбой – *внешний*. За контролем работы дренажа устанавливаются контрольно – измерительная аппаратура (КИА) в теле дамбы с критическими отметками.

Поэтому при строительстве заказчику стоит более ответственно подходить к строительству и мероприятий контроля и приемки объекта.

Более жесткие требования к проектированию, строительству и эксплуатации выдвигаются к золоотвалам, которые находятся в суровых климатических условиях. Эксплуатация золоотвалов в суровых климатических условиях требует особенных и не традиционных подходов. Криогенные процессы очень опасны и поэтому традиционные методы борьбы с пылением и фильтрацией здесь не достаточны. Данные способы предусматривают использование льда и композитных льдозолошлаков для устройства экранов. Такие покрытия могут многократно возобновляться, в конце зимнего периода.

Для того чтобы сооружение работало, чтобы дамба была устойчива, необходимо провести расчет устойчивости с построением гидродинамической сетки для определения коэффициента устойчивости. Определение кривой депрессии и построение линий эквипотенциали позволит правильно расположить дренаж и принять мероприятия от промерзания дренажа. Расчет фильтрации позволит определить расход воды от чего, будет зависеть диаметр дренажной трубы и перфорации дренажа. От всех этих условий будет зависеть, какой уклон будет у низового откоса дамбы, утепляющий слой от промерзания дренажа. Вытекание водозоловой смеси из золоотвалов сибирских ТЭС, к сожалению, наблюдались не однократно. Основными причинами данных инцидентов являются:

- 1) перелив воды через гребень дамбы в тех местах, где образовались осадочные или морозные трещины, а так же на участках дамбы, где отметка

гребня не была доведена до проектной или снизилась в результате осадки основания. В таких ситуациях самым простым способом устранения дефекта является подсыпка из не размываемого грунта.

2) фильтрационный выпор поверхностной сезонномерзлой корки на низовом откосе фильтрующей дамбы, когда вслед за отрывом мерзлого слоя от массива низового откоса происходит его быстрое разрушение с образованием прорыва на всю высоту дамбы. В основном такие техногенные аварии случаются из – за отсутствия эффективного незамерзающего дренажа.

Наиболее характерными примерами такого разрушения можно привести золоотвалы: Иркутской ТЭЦ – 2 в 1988г. поток пульпы распространился до 2 км в направлении р. Ангара, Абаканской ТЭЦ в 1989г. поток пульпы распространился до 4 км по ледяному покрову Красноярского водохранилища, Благовещенской ТЭЦ в 1992г., Кызыльской ТЭЦ в 1990г.

Основными источниками загрязнения окружающей среды от золоотвалов ТЭС является: неконтролируемая фильтрация, переливы через гребень, размывы дамб, пыление, поверхностные сбросы из прудов – отстойников и комплексные загрязнения.

Все виды загрязнения золоотвалами ТЭС в суровых климатических условиях зависят от фильтрационного теплового режима золоотвалов и криогенных процессов, которые нужно учитывать и использовать для улучшения экологического состояния золоотвалов и обеспечения их надежной эксплуатации.

Эксплуатацию золоотвала, в суровых климатических условиях, рассмотрим на примере одной из ТЭС расположенной в центральной Сибири.

1 Общая характеристика природных условий возведения объекта

1.1 Расположение объекта, климатические условия

Рассматриваемый объект это гидротехническое сооружение (ГТС). Данный объект имеет статус золоотвала одной из тепловых электрических станций (ТЭС). Данный объект географически расположен в Западной части Восточной Сибири, рисунок 1 – карта Российской Федерации с округами.

Район расположения золоотвала характеризуется следующими природными климатическими условиями. Климат района резко континентальный. Средняя годовая температура воздуха $+0,5...+0,6^{\circ}\text{C}$.

Абсолютная минимальная температура воздуха холодного периода года – 53°C . Абсолютная максимальная температура воздуха в теплый период года $+39^{\circ}\text{C}$.

Годовое количество осадков 316 мм, большая часть из них выпадает в летний период. Вечная мерзлота отсутствует.

Средняя скорость ветра по метеорологической станции 3,6 м/с. Максимальная скорость ветра по флюгеру 34 м/с, при порывах ветра до 36 м/с. Максимальная скорость ветра западного и юго-западного направлений повторяемостью 5% - 35 м/с.

1.2 Инженерно – геологические и гидрогеологические условия

Комплекс гидротехнических сооружений (ГТС) золошлакоотвала, рассматриваемой ТЭС в центральной Сибири, расположен вневодных объектов. Не перегораживает и не участвует в перераспределении речного стока.

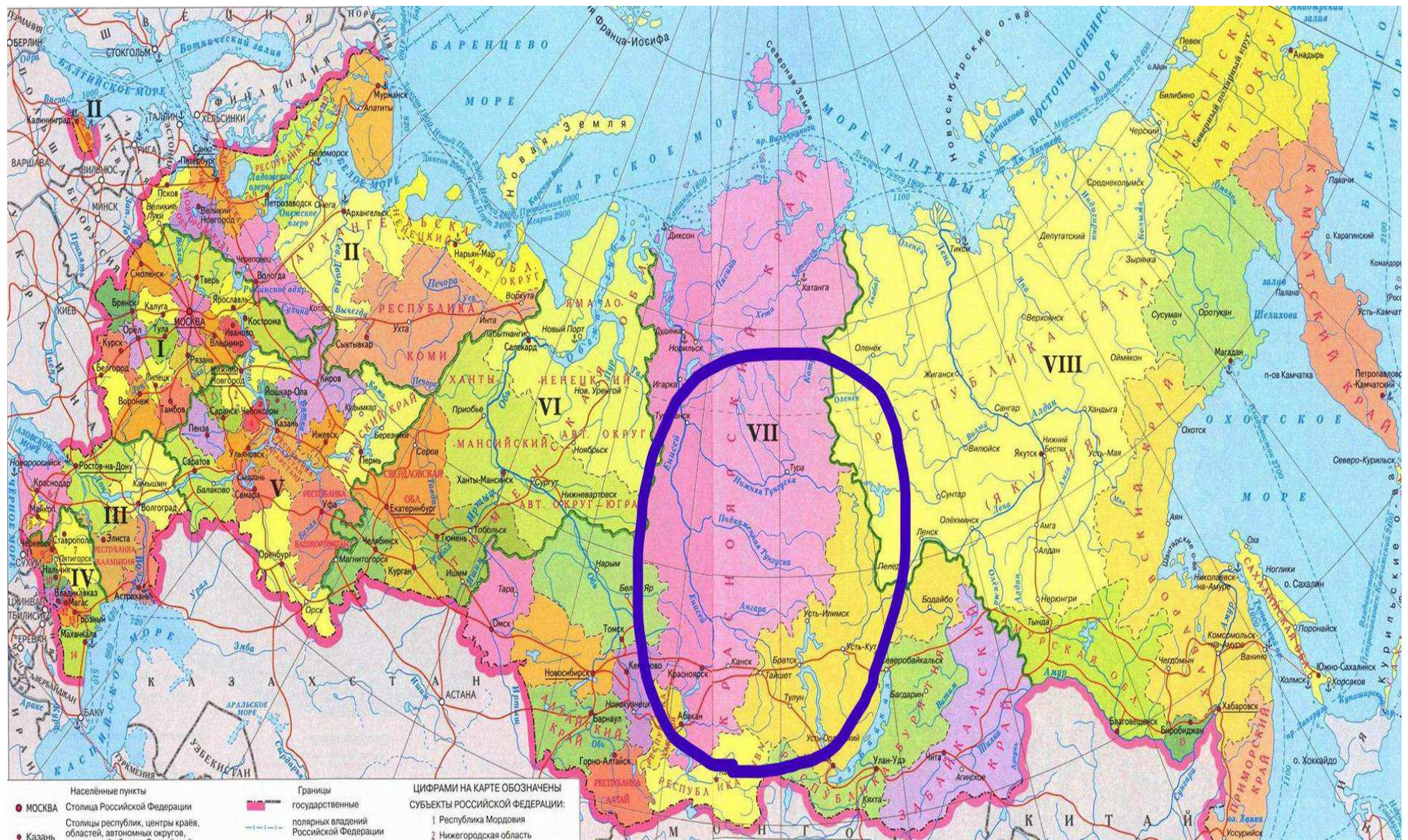
Поверхность земли в районе расположения ГТС в большей части достаточно ровная. Местами наблюдаются отдельные повышения и понижения ландшафта.

В геологическом строении, участок чаши золошлакоотвала, принимают участие полускальные породы мезозоя, перекрытые мощным чехлом рыхлых аллювиальных образований четвертичного возраста.

Основанием дамбы являются аллювиальные отложения первой и второй надпойменных террас ручья. Террасы сложены гравийно – галечными грунтами мощностью от 4 до 18 м, перекрытыми супесями и суглинками средней мощностью 1,4 м с прослоями глин и пылеватых песков. В толще гравийно – галечных грунтов встречаются линзы и прослои песков мощностью 0,9 – 4,0 м.

При сооружении золоотвала выполнено выравнивание основания, в связи, с чем верхний слой супесей и суглинков здесь местами отсутствует. Усредненный геологический разрез пород, слагающих основание золошлакоотвала, представляют (сверху вниз):

- супесчано – суглинистая толща мощностью от 0,7 – 4,0 м;
- песок аллювиальный мощностью от 0,9 – 4,0 м;
- гравийно – галечные грунты мощностью от 2,6 – 15,3 м;
- коренные породы, представленные песчаниками и алевролитами.



Синим обозначено примерное место расположения рассматриваемого объекта.

Рисунок 1 – Карта Российской Федерации с округами.

В гидрогеологическом отношении в районе развиты три типа подземных вод: верховодка, грунтовые воды надпойменных террас и поймы и трещинно – пластовые воды коренных пород.

Верховодка – подземные воды, встречается в пределах второй надпойменной террасы и приурочена к покровным лессовидным суглинкам и супесям. Глубина залегания верховодки изменяется от 0,1 до 5 м.

Грунтовые воды надпойменных террас и поймы приурочены к гравийно – галечным отложениям, безнапорные, имеют тесную связь с русловыми водами. На первой террасе и пойме, в районе расположения золошлакоотвала, грунтовые воды залегают на глубине от 2 до 7 м. На второй террасе в пределах промплощадки и стройдвора ТЭС грунтовые воды вскрыты на глубине 12 – 15 метров с хорошо выраженным уклоном на восток.

Галечники являются водовмещающими породами. Мощность водоносного горизонта на участке золошлакоотвала составляет 10 – 12 м. Галечники характеризуются высоким коэффициентом фильтрации. По данным откачек из скважин, пробуренных в гравийно – галечных отложениях, коэффициент фильтрации изменяется от 100 до 750 м/сут, при среднем значении 200 м/сут.

По своему составу грунтовые воды пресные гидрокарбонатно – сульфатно – кальциево – магниевые. Минерализация изменяется от 180 до 962 мг/л. В районе золошлакоотвала грунтовые воды не агрессивные. Трещинно – пластовые воды коренных пород распространены на террасах повсеместно и залегают на значительной глубине. В районе золошлакоотвала этот вид подземных вод не вскрыт. В пойме происходит разгрузка трещинных вод в аллювиальные галечники, в связи с чем уровень трещинных вод устанавливается близким к уровню аллювиальных вод. Питание трещинных вод происходит за счет атмосферных осадков.

Сезонное промерзание грунтов в районе расположения гидротехнических сооружений ТЭС достигает 2,78 м, вечная мерзлота отсутствует.

Сейсмичность территории района расположения декларируемого объекта согласно СП 14.13330.2014, составляет, по картам А, В и С ОСР-2015 6, 6 и 8 баллов соответственно.

Район расположения объекта относится к территориям, не подверженным оползневым процессам. Район расположения золоотвала не является селеопасным.

2 Общая характеристика гидротехнического сооружения

2.1 Расположение гидротехнического сооружения

Золошлакоотвал пойменного типа. Общая площадь, занимаемая сооружениями золошлакоотвала составляет 49 га, полезная – 35 га.

Водоохранилище отсутствует.

Золошлакоотвал включает в себя две секции №1 и №2, пруд осветленной воды и пруд-отстойник. На площадке, примыкающей к пруду осветленной воды, расположены насосная станция осветленной воды и приямок дренажа ограждающей дамбы и пляжа, (рисунок 2 – План золоотвала. Разводящая сеть золошлакопроводов и дренажной системы).

При строительстве золошлакоотвала произведен отвод ручья, протекавшего по площадке золоотвала. В данный ручей производится постоянный сброс производственных сточных вод без химических примесей. Обводной канал ручья огибает золошлакоотвал вдоль южной и восточной границ.

Научными институтами и специализированными организациями был разработан проект работы по безопасности золоотвала. Цель работы – продление срока службы золошлакоотвала ТЭС до 2042г. Задачи работы: разработать мероприятия по оптимизации технологического процесса работы золошлакоотвала; разработать технологические схемы выемки золошлаковых отходов из секций; разработать транспортные схемы вывозки золошлаковых отходов для дальнейшего использования либо захоронения.

В качестве мероприятий по оптимизации технологического процесса работы золошлакоотвала, проектом предусматривается разделить секцию №1 на две карты намыва путем устройства временной перемычки из золошлаковых отходов.

Технологическими схемами выемки отходов предусмотрена организация работ по очистке секций от обезвоженных золошлаковых отходов.

Транспортными схемами определены маршруты вывоза золошлаковых отходов к их местам захоронения.

В связи с этим строительство новых, а также реконструкция существующих гидротехнических сооружений золошлакоотвала ТЭС не требуется и указанным проектом не предусматривается.

Секция №1 в соответствии с проектом временной перемычкой разделена на два отсека, что подразумевает под собой 2 карты намыва площадью 11,0 га каждая. Полезный объем одной карты намыва секции №1 с учетом коэффициента 0,7 – отражающего неравномерность заполнения карты намыва золошлаковыми отходами составляет 231 тыс. м³. Полезный объем секции №1 составляет 660 тыс. м³. Полезная площадь секции №1 составляет 22,0 га.

Полезный объем секции №2 составляет 131 тыс. м³. Полезная площадь секции №2 составляет 7,75 га.

Фактическое заполнение секции №1 на момент проведения пред декларационного обследования составляло 15 тыс. м³.

Золошлакоотвал включает две рабочие секции, пруд осветленной воды.

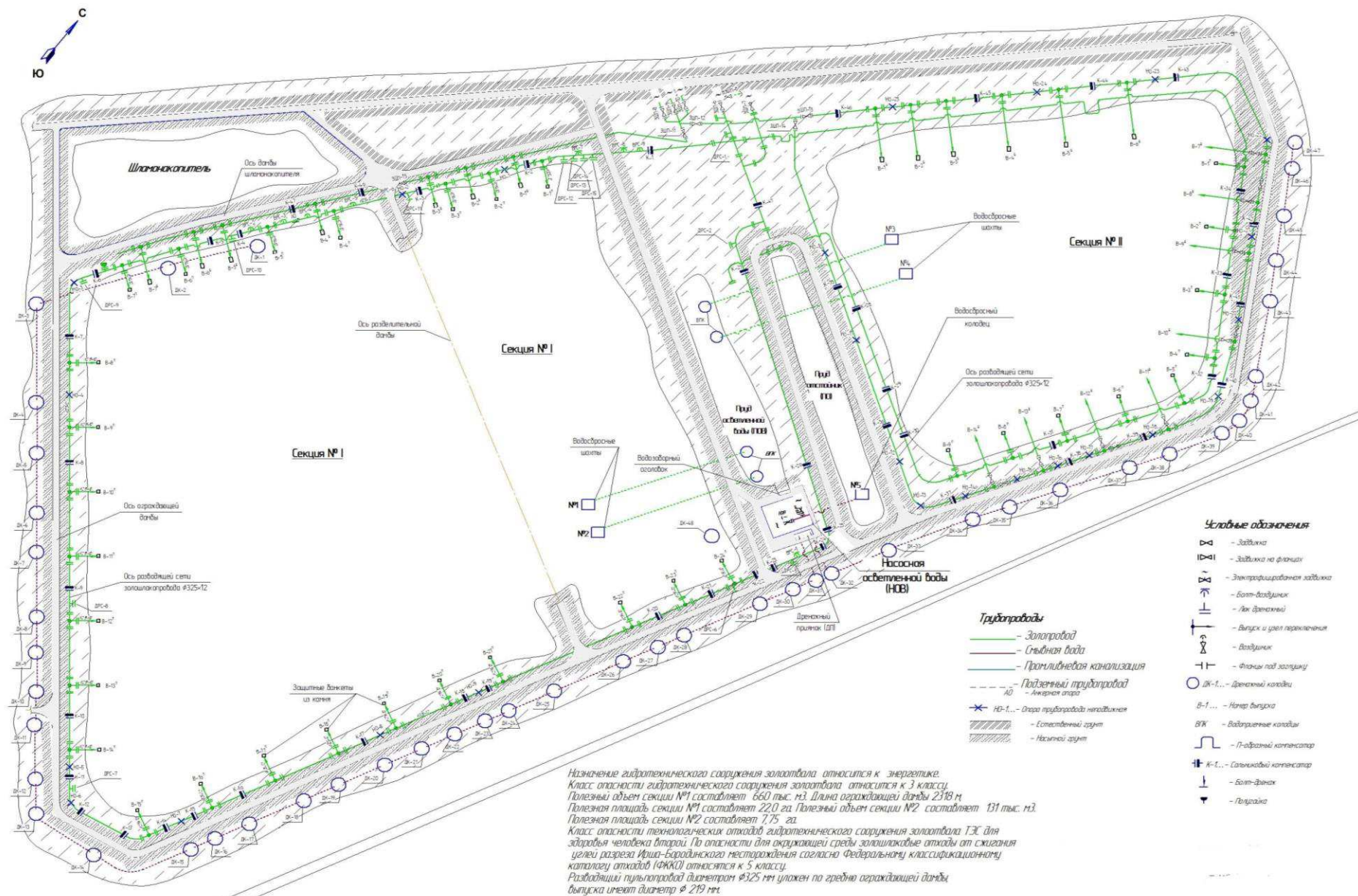


Рисунок 2 – План золоотвала. Разводящая сеть золошлакопроводов и дренажной системы.

На площадке, примыкающей к пруду осветленной воды, расположены насосная станция осветленной воды и приямок дренажа ограждающей дамбы и пляжа, рисунок 3 – Схема расположения КИА и смотровых скважин.

При строительстве золошлакоотвала (ЗШО) произведен отвод русла ручья, протекавшего по площадке ЗШО. Обводной канал огибает золошлакоотвал вдоль южной и восточной границ.

Отметка конечного заполнения (отметка поверхности золошлаковых отложений у дамб) секций №1 и №2 равна 8,00 м. Отметка максимального уровня воды в секциях 7,50 м. Секция №1. Фактическая на момент обследования отметка заполнения переменная: максимальная 8,00 м, средняя – 4,70 м.

Секция №2. Фактическая на момент обследования отметка заполнения 8,00 м. Отметка уровня воды в отстойном пруду секции №1 на момент обследования 7,46 м, в секции №2 технологической воды нет.

2.2 Назначение, класс и вид ГТС, срок эксплуатации ГТС

Назначение гидротехнического сооружения золоотвала ТЭС относится к энергетике.

Класс опасности гидротехнического сооружения золоотвала ТЭС относится к 3 классу.

Вид сооружения	Наименование сооружений
Водопроводящие ГТС	золошлакопроводы, водоводы осветленной воды
ГТС специального назначения	золошлакоотвал, насосная станция осветленной воды

Фактический срок эксплуатации (по дате подписания Акта сдачи ГТС в эксплуатацию) секции №1 – 14 лет, секции №2 – 25 лет. Нормативный срок эксплуатации 50 лет. Степень износа гидротехнического сооружения золоотвала ТЭС, системы внешнего гидрозолоудаления: секция №1 – 14 %, секция №2 – 25 %.

Золошлакоотвал предназначен для складирования золошлаковых отходов, образующихся при работе технологического оборудования.

Класс опасности технологических отходов гидротехнического сооружения золоотвала ТЭС для здоровья человека второй. По опасности для окружающей среды золошлаковые отходы от сжигания углей разреза Ирша-Бородинского месторождения согласно Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО) относятся к 5 классу. Так как этот вид отходов внесен в ФККО подтверждения класса их опасности не требуется.

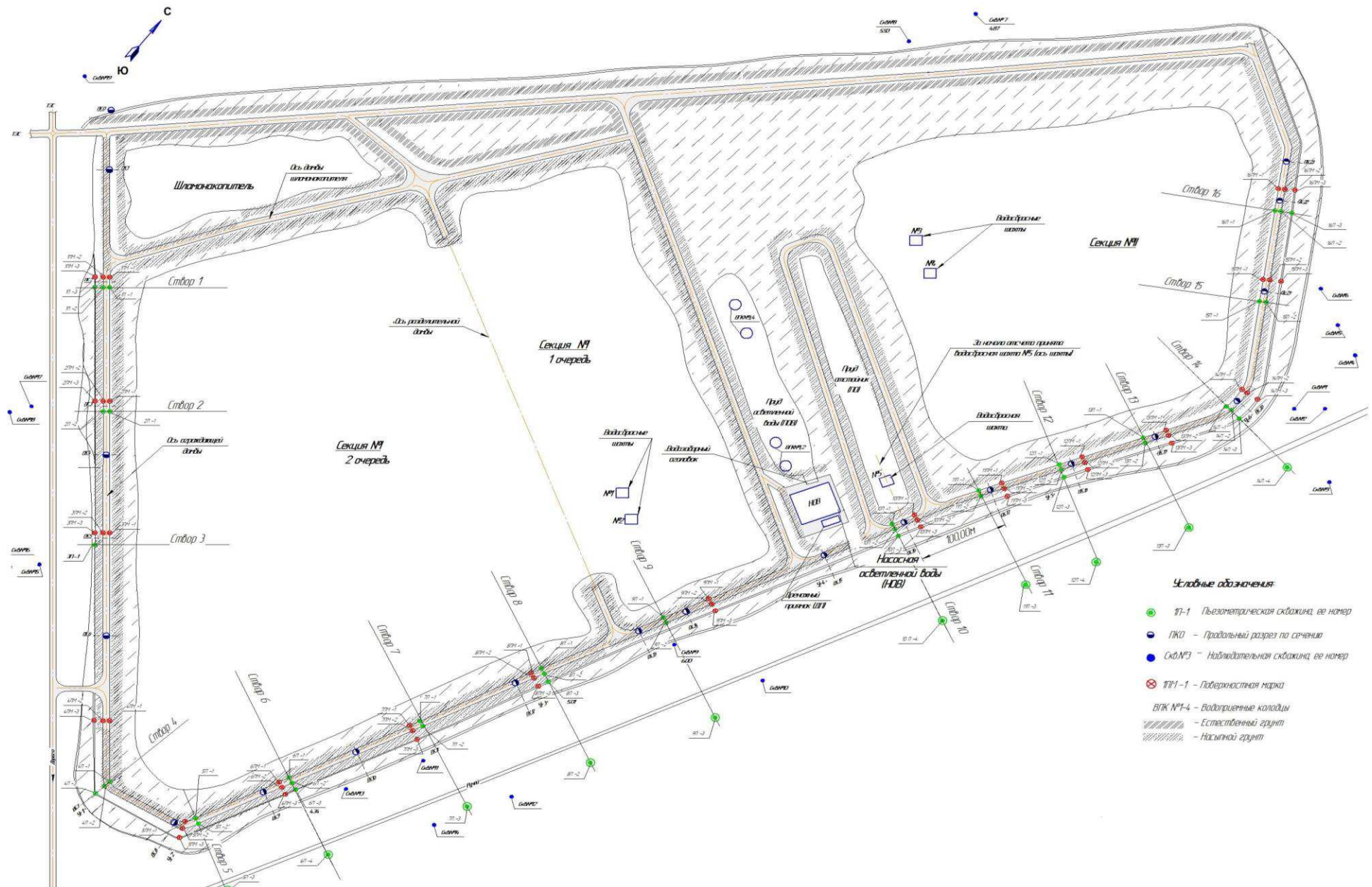


Рисунок 3 – Схема расположения КИА и смотровых скважин.

2.3 Описание гидротехнического сооружения золоотвала

Ограждающая дамба золошлакоотвала (ЗШО). Ограждающая дамба золошлакоотвала отсыпана из супесчано – суглинистых грунтов. Длина ограждающей дамбы 2318 м, проектная ширина по гребню 6,0 м, ширина по подошве 50,0 м. Максимальная высота 10,0 м. Проектная высота гребня дамбы 8,50 м. Проектное заложение верхового откоса ограждающей дамбы 1:3 (фактическое 1:3), низового 1:2,5 (фактическое 1:2,4...1:5,3).

В низовом откосе ограждающей дамбы, предусмотрен трубчатый дренаж из перфорированных асбоцементных труб Ø 200 мм. Обратный фильтр дренажа выполнен из песка. По дренажу через 50 м установлены смотровые колодцы. На момент обследования дренаж оставался практически сухим.

На ложе секции №1 устроен противофильтрационный экран из суглинка, толщиной 0,5 м, на ложе секции №2 устроен противофильтрационный пленочный экран из геомембраны «ТехПолимер» толщиной 1,5 мм.

Со стороны верхового откоса ограждающей дамбы предусмотрен трубчатый дренаж золошлакового пляжа из перфорированных асбоцементных труб Ø 200 мм. Дренаж пляжа предусмотрен для подготовки основания под будущее наращивание.

Шахтные водосбросные колодцы. Шахтные водосбросные колодцы предназначены для сброса осветленной воды в водозаборный приямок насосной станции осветленной воды. Конструкция колодцев включает металлический каркас прямоугольной формы. Каркас установлен на бетонном основании. Колодцы оснащены железобетонными шандорами.

Размеры в свету, водоприемного отверстия входного оголовка, ширина 0,82 м, высота 3 м. Диаметр водоотводящего коллектора 1,0 м. Водоприемных отверстий входного оголовка - 1. Максимальный проектный расход 0,56 м³/с.

Сбросные водоводы. Сбросные водоводы выполнены из стали, диаметром 1000 мм. Длина сбросных водоводов секции №1 - 121,7 и 130,4 м; секции №2 - 187,0 м.

Насосная станция осветленной воды. Насосная станция осветленной воды (НОВ) предназначена для подачи осветленной воды на промышленную площадку ТЭС для повторного использования ее в системе внешнего гидрозолоудаления. Насосная станция полузаглубленного типа. Надежностью подачи воды насосная станция относится к первой категории.

Габариты здания станции: наибольшая длина 27,0 м, наибольшая ширина 12,0 м, наибольшая высота 8,2 м.

Станция оснащена тремя насосными установками. Максимальная проектная производительность насосной станции 0,35 м³/с.

Золошлакопроводы. Золошлакопроводы предназначены для гидротранспортировки золошлаковых отходов, образующихся при работе технологического оборудования ТЭС на золошлакоотвал.

В золошлакоотвал, золошлаковая пульпа, поступает по двум золошлакопроводам диаметром 325 × 12 мм. В общей сложности трубопроводов пять. Два рабочих, два резервных, один в ремонте. Длина трассы от багерной насосной станции ТЭС до золошлакоотвала 2350 м.

Трубопроводы осветленной воды. Трубопроводы осветленной воды предназначены для возврата на ТЭС осветленную воду от НОВ. Осветленная вода повторного используется в системе внешнего гидрозолоудаления, по двум трубопроводам, диаметром 500 мм, длиной 2850 м).

2.4 Технология намыва золошлаковых материалов

Намыв золошлаковой пульпы в золошлакоотвал производится рассредоточено. Разводящий пульпопровод диаметром \varnothing 325 мм уложен по гребню ограждающей дамбы. От основного пульпопровода отходят так называемые выпуски, это участок трубы через который происходит распределение пульпы. Данные выпуска имеют диаметр \varnothing 219 мм. Они установлены на свайных опорах и крепятся специальными скобами во избежание их соскальзывания.

Технология намыва заключается в равномерном распределении пульпы, т.е. периодически происходит переключения по выпускам. Это позволяет контролировать равномерность намыва. Данный способ, намыва золошлаков, остается неизменным во все времена года, теплые и холодные периоды года.

2.5 Характеристики стоков, поступающих на золошлакоотвал

Золошлакоотвал расположен на расстоянии 1,0 км от главного корпуса ТЭС. Золошлакоотвал пойменного типа, двухсекционный, имеет незамкнутую ограждающую дамбу.

В золошлакоотвал сбрасывается водозоловая смесь – пульпа, образующаяся от работы технологического оборудования. В небольшом количестве в золошлакоотвал поступают поверхностные стоки со склона надпойменной террасы, который является естественным ограждением золошлакоотвала с западной стороны, а также сбросы от гидроуборки тракта топливоподачи (через багерную насосную станцию), и от станции промышленных ливневых стоков.

Залповые сбросы от кислотных промывок котлов поступают в пруд – отстойник промывочной и промышленной ливневой воды.

В шламонакопитель, который примыкает к золошлакоотвалу, поступают стоки от установки по очистке мазуто – содержащих стоков и дренажные воды из водовода осветленной воды.

Химические компоненты, содержащихся в емкостях золоотвала, золошлаковых отходов и количественные характеристики содержания загрязняющих веществ: Si, Ni, Fe, Al, Ca, Mg, K, Na, S, O.

Минералогический состав:

- диоксид титана TiO_2 – 0,4%;
- железа оксид (III) Fe_2O_3 -7,9%;
- алюминия оксид Al_2O_3 - 11,2%;
- кальция оксид CaO – 11,6%;
- магния оксид MgO -5,3%;
- калия диоксид K_2O -0,3%;

- натрия оксид Na_2O – 0,4%;
- силикат SiO_3 – 1,8%;
- кремния диоксид SiO_2 -61,1%.

Химический состав водной среды в емкостях золошлакоотвала ТЭС приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав водной среды в емкостях золошлакоотвала

Показатели химического состава	Ед. изм.	Концентрация загрязняющих веществ
Водородный показатель, рН	-	10,4 – 12,5
Взвешенные вещества	мг/дм ³	< 3
Сухой остаток при t =105°С	мг/дм ³	144 - 2949
Щелочность свободная	ммоль/дм ³	17,0
Щелочность общая	ммоль/дм ³	0,6 – 19,0
Жесткость общая	ммоль/дм ³	1,5 – 24,2
Кальций	мг-экв/дм ³	< 1 – 23,4
Магний	мг-экв/дм ³	< 1 – 1,9
Хлорид-ион	мг-экв/дм ³	10,3 – 17,0
Сульфат-ион	мг-экв/дм ³	12,3 – 110,0

2.6 Характеристики стока фильтрационных вод и их количество

Подземные воды в районе расположения золошлакоотвала, ввиду близкого залегания от поверхности и отсутствия в зоне аэрации водоупорных грунтов, являются практически незащищенными от воздействия токсичного фильтрата из золошлакоотвала. В аллювиальный горизонт поступают тяжелые металлы в концентрациях, превышающих предельно допустимую концентрацию (ПДК).

Процесс смешивания фильтрата с подземным потоком, уже обладающим высокими фоновыми показателями данных компонентов, естественно будет вызвать загрязнение подземных вод с довольно значительной миграцией вредных веществ.

Соответственно были произведены наблюдения и отбор проб из секций золоотвала. Результаты химического анализа проб воды из наблюдательных скважин приведенных ниже в таблицах 2, 3, 4, 5, 6. Дана характеристика химического состава подземных вод в районе золошлакоотвала.

Таблица 2 – Результаты химического анализа проб воды из наблюдательных скважин за июль 2015 г. (скважины №№ 1-3, 5, 6, 9, 10)

Наименование	Ед. изм.	ПДК	скв. 1	скв. 2	скв. 3	скв. 5	скв. 6	скв. 9	скв. 10
Температура	°С		9,2	9,2	6,6	8,9	9,4	8,7	7,8
Водородный показатель	ед. рН	6-9	10,1	8,7	7,3	9,6	10,1	7,6	8,3
Запах 20°/60°С	баллы		1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Мутность	ЕМФ	2,6	2,0	8,0	10,5	2,2	2,1	1,6	4,2
Хлорид-ион	мг/дм ³	350	41,8	31,2	15,2	45,4	34,7	54,2	36,5
Сульфат-ион	мг/дм ³	500	40,1	126	10,8	30,1	62,2	17,8	17,2
Железо	мг/дм ³	0,3	0,026	0,90	1,73	0,030	0,016	0,091	0,12
Марганец	мг/дм ³	0,1	<0,01	0,015	0,41	<0,01	<0,01	1,74	0,31
Цинк	мг/дм ³	1,0	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Медь	мг/дм ³	1,0	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Никель	мг/дм ³	0,1	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
АПВ	мг/дм ³	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Свинец	мг/дм ³	0,03	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Стронций	мг/дм ³	7,0	0,53	0,40	0,31	0,90	1,14	0,94	0,38
Алюминий	мг/дм ³	0,2	0,075	<0,04	<0,04	<0,04	0,11	<0,04	<0,04
Фенолы	мг/дм ³	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ион аммония	мг/дм ³	1,3	0,42	0,39	2,7	0,82	1,8	1,1	1,1
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,1	0,043	0,069	0,078	0,039	0,085	0,064	0,081
Жесткость	мг-экв/дм ³	7,0	0,9	2,0	3,6	1,7	1,0	4,7	3,5
Кальций	мг-экв/дм ³	3,5	<1	1,1	1,6	1,0	<1	2,0	<1
Магний	мг-экв/дм ³	20	<1	<1	2,0	<1	<1	2,7	2,6

Таблица 3 - Результаты химического анализа проб воды из наблюдательных скважин за июль 2015 г. (скважины №№ 11-14, 16-19)

Наименование	Ед. изм.	ПДК	скв. 11	скв. 12	скв. 13	скв. 14	скв. 16	скв. 17	скв. 18	скв. 19
Температура	°С		11,6	11,2	13	13,2	10,6	8,6	12,6	12
Водородный показатель	ед. рН	6-9	10,7	10,4	8,5	8,3	7,7	7,8	7,8	7,8
Запах 20° /60° С	баллы		1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Мутность	ЕМФ	2,6	<1	<1	1,3	1,9	2,2	2,9	<1	<1
Хлорид-ион	мг/дм ³	350	20,6	17	11,6	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
Сульфат-ион	мг/дм ³	500	10,9	16,5	10,9	10,2	11,8	11,1	10,2	11,4
Железо	мг/дм ³	0,3	<0,01	<0,01	0,19	0,24	0,2	0,18	0,21	0,64
Марганец	мг/дм ³	0,1	<0,01	<0,01	0,079	0,11	0,5	0,16	0,66	0,084
Цинк	мг/дм ³	1,0	0,007	<0,004	<0,004	<0,004	0,0089	<0,004	<0,004	<0,004
Медь	мг/дм ³	1,0	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,011	<0,01	<0,01	<0,01
Никель	мг/дм ³	0,1	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
АПАВ	мг/дм ³	0,5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,013	<0,01	<0,01	<0,01
Свинец	мг/дм ³	0,03	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Стронций	мг/дм ³	7,0	2,3	1,7	0,36	0,31	0,13	0,28	0,55	0,35
Алюминий	мг/дм ³	0,2	0,29	0,32	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Фенолы	мг/дм ³	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0017	0,0014	<0,001
Ион аммония	мг/дм ³	1,3	0,43	0,38	3,2	3,0	27,9	9,3	3,8	0,29
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,1	0,080	0,058	0,084	0,067	0,041	0,065	0,039	0,047
Перманганатная окисляемость	мгО/дм ³	5,0	2	2,1	1,5	1,4	3,1	1,7	1,5	1,0
Жесткость	мг-экв/дм ³	7,0	1,0	0,7	2,2	2,0	2,2	1,7	3,3	2,4
Кальций	мг-экв/дм ³	3,5	<1	<1	1,0	1,0	<1	0,9	1,3	1,0
Магний	мг-экв/дм ³	20	<1	<1	1,2	1,0	1,3	<1	2,0	1,4

Таблица 4 – Результаты химического анализа проб воды из наблюдательных скважин за октябрь 2015 г. (скважины №№ 1-3, 5, 6, 9, 10)

Наименование	Ед. изм.	ПДК	скв. 1	скв. 2	скв. 3	скв. 5	скв. 6	скв. 9	скв. 10
Температура	°С		7,3	7,2	7,6	7,2	8,1	8,2	8,1
Водородный показатель	ед. рН	6-9	10,2	8,8	8,3	9,7	10,2	8,2	8,6
Запах 20°/60° С	баллы		1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Мутность	ЕМФ	2,6	<1	<1	<1	<1	<1	1,1	1,3
Хлорид-ион	мг/дм ³	350	36,9	29,8	19,1	45,4	47,5	45,4	29,1
Сульфат-ион	мг/дм ³	500	84,2	185,3	14,1	40,0	46,2	45,5	18,2
Железо	мг/дм ³	0,3	<0,05	0,48	1,3	<0,05	<0,05	0,075	0,088
Марганец	мг/дм ³	0,1	<0,001	0,028	0,22	0,017	<0,001	1,3	0,21
Цинк	мг/дм ³	1,0	<0,005	<0,005	0,0090	0,0092	0,035	0,015	<0,005
Медь	мг/дм ³	1,0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Никель	мг/дм ³	0,1	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
АПАВ	мг/дм ³	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Свинец	мг/дм ³	0,03	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Стронций	мг/дм ³	7,0	0,24	0,42	0,24	0,48	0,75	0,49	0,23
Алюминий	мг/дм ³	0,2	0,10	<0,04	<0,04	<0,04	0,20	<0,04	<0,04
Фенолы	мг/дм ³	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ион аммония	мг/дм ³	1,3	0,067	0,075	1,6	0,64	1,2	0,42	0,62
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,1	0,042	0,082	0,087	0,035	0,062	0,076	0,085
Перманганатная окисляемость	мгО/дм ³	5,0	3,5	1,6	1,9	3,8	4,4	3,1	2,5
Жесткость	мг-экв/дм ³	7,0	0,8	4,2	3,9	0,7	1,3	4,6	2,6
Кальций	мг-экв/дм ³	3,5	0,68	1,5	1,4	0,4	1,0	1,6	1,1
Магний	мг-экв/дм ³	20	0,12	2,7	2,5	0,30	0,30	3,0	1,5

Таблица 5 – Результаты химического анализа проб воды из наблюдательных скважин за октябрь 2015 г. (скважины №№ 11-14, 16-19)

Наименование	Ед. изм.	ПДК	скв. 11	скв. 12	скв. 13	скв. 14	скв. 16	скв. 17	скв. 18	скв. 19
Температура	°С		12,2	11	13,2	13,1	12,8	12,7	13,1	13
Водородный показатель	ед. рН	6-9	10,5	10,5	8,8	8,3	7,9	7,7	8,4	8,2
Запах 20°С/60°С	баллы		1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Мутность	ЕМФ	2,6	1,4	<1	<1	1,3	<1	<1	1,4	1,5
Хлорид-ион	мг/дм ³	350	50,5	61,2	55,8	52,3	11,3	20,4	14,2	18,6
Сульфат-ион	мг/дм ³	500	29,8	24,5	23,2	11,7	23,2	22,9	22,9	16,1
Железо	мг/дм ³	0,3	<0,05	<0,05	0,10	0,091	0,23	0,25	0,20	<0,05
Марганец	мг/дм ³	0,1	<0,001	<0,001	0,096	0,083	0,061	0,18	0,30	0,012
Цинк	мг/дм ³	1,0	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,0060	<0,005	<0,005	<0,005
Медь	мг/дм ³	1,0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,011	<0,001	0,01	<0,001
Никель	мг/дм ³	0,1	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,028	<0,0002
АПВ	мг/дм ³	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Свинец	мг/дм ³	0,03	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Стронций	мг/дм ³	7,0	2,3	2,2	0,62	0,53	0,10	0,24	0,38	0,27
Алюминий	мг/дм ³	0,2	0,149	0,17	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Фенолы	мг/дм ³	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ион аммония	мг/дм ³	1,3	0,084	0,18	2,1	2,2	13,3	4,9	0,98	<0,05
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,1	0,072	0,056	0,075	0,066	0,055	0,066	0,054	0,075
Перманганатная окисляемость	мгО/дм ³	5,0	1,7	1,8	1,0	1,3	2,5	2,1	2,0	0,78
Жесткость	мг-экв/дм ³	7,0	1,0	0,5	2,4	2,4	1,9	2,7	2,6	3,0
Кальций	мг-экв/дм ³	3,5	0,8	0,2	0,7	1	0,6	1,3	1,1	1,3
Магний	мг-экв/дм ³	20	0,20	0,30	1,7	1,4	1,3	1,4	1,5	1,7

Результаты химического анализа проб воды из наблюдательных скважин за 2015 год свидетельствуют о том, что по водородному показателю, концентрациям железа, иона – аммония, алюминия, фенолов, марганца и нефтепродуктов наблюдалось превышение значений ПДК (смотри таблицу 6).

Таблица 6 – Наблюдавшееся число превышений значений ПДК за 2015г. по контролируемым показателям в пробах воды из наблюдательных скважин

Показатель	Месяцы						
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
1	2	3	4	5	6	7	8
рН	4	4	5	5	5	5	5
Железо	4	1	-	2	4	1	1
Марганец	6	5	4	4	5	2	2
Алюминий	2	2	2	2	-	-	-
Ион-аммония	7	6	6	6	6	5	5
Фенолы	1	3	-	2	-	-	-
Нефтепродукты	1	2	-	-	-	-	-

Как следует из приведенных данных, в таблице 6, значения содержания в подземных водах железа, нефтепродуктов, азота аммонийного, марганца наиболее часто превышают ПДК. Реже наблюдается превышение ПДК по содержанию фенолов, нефтепродуктов.

Результаты выполненных фильтрационных расчетов показывают, что расход фильтрата в секции №1 при учете дополнительного экранирующего эффекта намывных отложений изменяется существенно и составляет в условиях эксплуатации золошлакоотвала без экрана с пляжем 11369 м³/сут, а при экранировании уменьшается до 731 м³/сут.

При ширине напорного фронта 700 м расход природного потока составит 4620 м³/сут.

Следовательно, расход фильтрата из секции №1, ложе которой экранировано слоем суглинка толщиной 0,5 м, не превысит 16 % расхода природного подземного потока, движущегося по водоносному слою песчано – гравийных грунтов.

В секции №2, золошлакоотвала, в связи с тем, что ложе и борта секции экранированы геомембраной толщиной 1,5 мм, загрязнение подземных вод будет практически исключено.

2.7 Сведения о природоохранных мероприятиях

Проведенный экологический анализ хозяйственной деятельности по использованию секции №1 золошлакоотвала ТЭС показал, что прямому воздействию в форме загрязнения могут подвергаться, атмосферный воздух и подземные воды. Влияние на поверхностные воды, золоотвал секции №1 не оказывает.

Шумовые, электромагнитные виды загрязнения, а также различные типы нарушений (геомеханические, гидродинамические, биоморфологические и т. д.) в воздействии на окружающую природную среду – на данном объекте играют

незначительную роль. Класс токсичности золошлаковых отходов ТЭС относится к – V классу. При выполнении рекомендаций по защите окружающей природной среды, негативное воздействие на природную среду данного объекта минимальное.

Экранирование ложа секции №1 золошлакоотвала ТЭС полимерной пленкой обеспечит снижение фильтрационного расхода в 25 раз, это благоприятно скажется на состоянии окружающей природной среды в районе золошлакоотвала.

Разработаны мероприятия по регулированию выбросов вредных веществ в атмосферу. При наступлении неблагоприятных метеорологических условий должен проводиться полив карьерных дорог, отвалов, мест работы бульдозеров, временное прекращение работы бульдозеров.

Для предотвращения аварийных ситуаций и их своевременного устранения предусмотрен постоянный контроль за техническим состоянием всех гидротехнических сооружений специально обученным персоналом дежурящих в смене круглосуточно.

3 Анализ и оценка безопасности ГТС

3.1 Основные сведения, характеризующие безопасность ГТС

Общая безопасность и эксплуатационная надежность, ГТС золошлакоотвала ТЭС, обеспечивается проведением комплекса мероприятий включающие в себя организационные, профилактические, ремонтные, материально – технические и контрольные мероприятия, направленные на предотвращение аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях.

Основные меры по обеспечению безопасности и эксплуатационной надежности ГТС:

- оперативный контроль над работой и состоянием сооружения;
- своевременное выполнение текущих и капитальных ремонтов гидротехнических сооружений и мероприятий по обеспечению безопасности ГТС;
- выполнение реконструкции ГТС согласно разработанным проектам, направленной на обеспечение эксплуатационной надежности, повышения эффективности эксплуатации и снижения негативного влияния на окружающую среду со стороны объекта;
- иметь необходимый резерв строительных материалов, автотранспорта и других технических средств противоаварийного назначения;
- обучение персонала путем повышения квалификации и профессиональной подготовки, а так же проводить обучения персонала действиям в условиях аварийных и чрезвычайных ситуаций;
- привлечение специализированных и научных организаций для выполнения работ по обеспечению эксплуатационной надежности ГТС.

Эксплуатация гидротехнических сооружений осуществляется в соответствии с «Правилами эксплуатации гидротехнических сооружений ТЭС», утвержденными и согласованными в установленном порядке, а также типовыми инструкциями по эксплуатации гидротехнических сооружений.

3.2 Пьезометры, контрольно – измерительная аппаратура

Для наблюдений за положением депрессионной поверхности и другими параметрами фильтрационного потока применяются пьезометры, устанавливаемые в контрольных пьезометрических створах, расположенных перпендикулярно к продольной оси дамбы.

Пьезометр предназначен для контроля над параметрами фильтрационного потока около контура питания; он устанавливается у внешней бровки гребня первичной дамбы. По мере заполнения золоотвала и наращивания дамб, а так же их отсыпки устанавливаются новые, более глубокие пьезометры. Таким образом, развитие каждого створа продолжается в течение всего периода эксплуатации накопителя.

При расположении дренажа под низовым откосом или внутри него, а также при устройстве внешнего дренажа, защищенного от промерзания

теплозащитной призмой, нижний пьезометр устанавливается после устройства локальных планировок и подсыпок на поверхности основания в нижнем бьефе.

Расстояние между основными пьезометрическими створами назначают равным от 100 до 500 м в зависимости от класса сооружения, высоты дамбы, сложности и неоднородности инженерно-геологического строения ее основания.

Пьезометры устанавливаются в скважины, пробуренные с применением обсадных труб; изменение диаметра и толщины стенок трубы по глубине скважины не допускается.

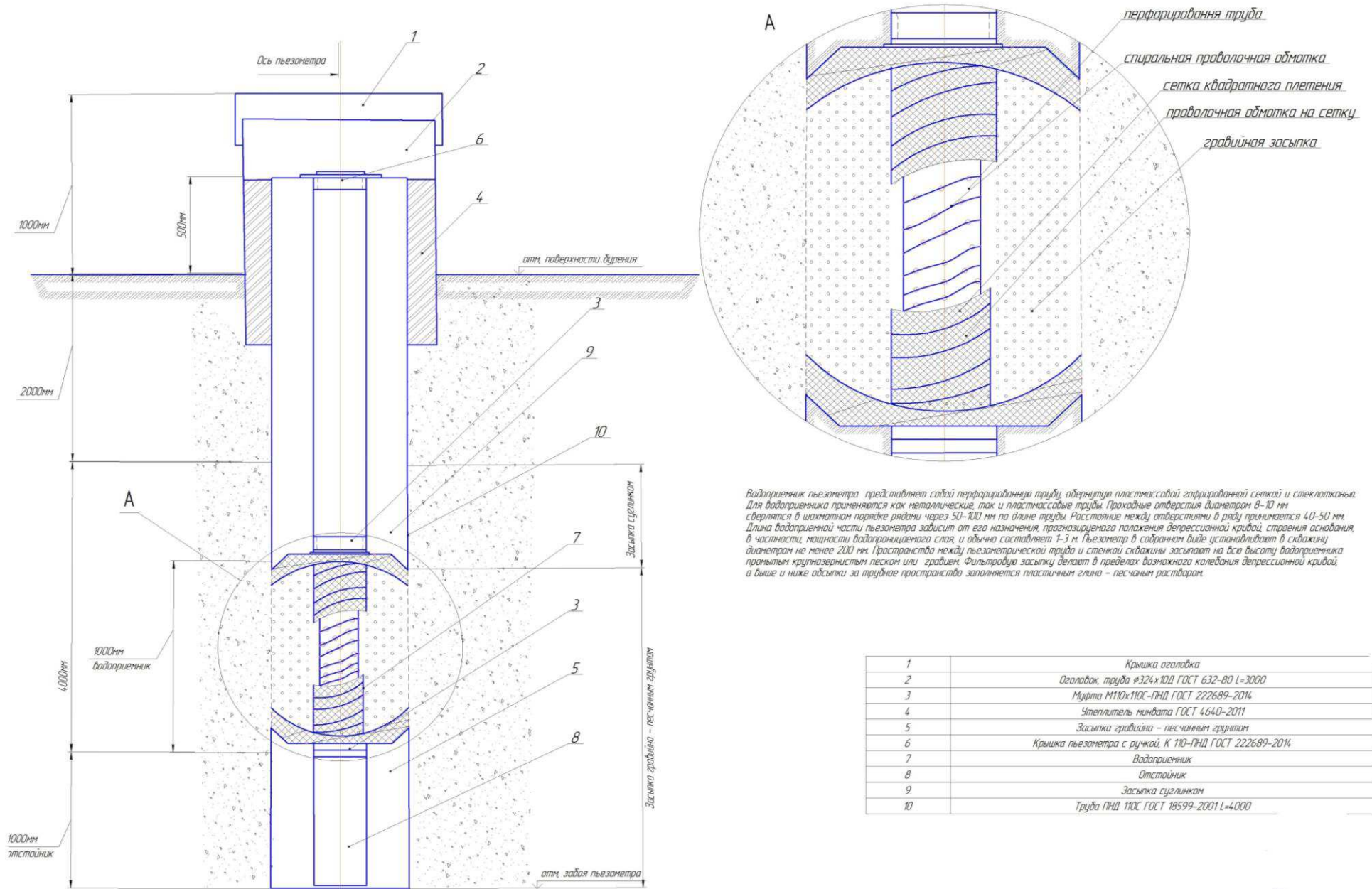
Соединение звеньев осуществляется муфтами на резьбе по мере опускания трубы в скважину. Трубы не должны иметь искривлений и вмятин, выступающих внутрь и препятствующих погружению в них измерительной аппаратуры. Для предотвращения коррозии внешнюю и внутреннюю поверхность стальных труб необходимо защищать водостойкой краской или применять пластмассовые трубы. Также необходимо тщательно заполнять песком или грунтовым раствором вертикальную кольцевую полость, образуемую по периметру трубы пьезометра после извлечения обсадной трубы.

Внешняя часть пьезометров оборудуется теплозащитными оголовками. Выполнение требований по теплоизоляции оголовка пьезометра снижает опасность образования в нем инея и льда при резких перепадах наружной и внутренней температур в холодное время года.

Для установки в ограждающих дамбах накопителей могут быть рекомендованы пьезометры обычного типа, а также специальные незамерзающие жидкостные пьезометры, разработанные для суровых климатических условий районов крайнего севера.

Пьезометр в собранном виде устанавливают в скважину диаметром не менее 200 мм. Пространство между пьезометрической трубой и стенкой скважины засыпают на всю высоту водоприемника промытым крупнозернистым песком или гравием. Фильтровую засыпку делают в пределах возможного колебания депрессионной кривой, а выше и ниже обсыпки за трубное пространство заполняется пластичным глино – песчаным раствором.

Водоприемник пьезометра представляет собой перфорированную трубу, обернутую пластмассовой гофрированной сеткой и стеклотканью. Для водоприемника применяются как металлические, так и пластмассовые трубы. Проходные отверстия диаметром 8 – 10 мм сверлятся в шахматном порядке рядами через 50 – 100 мм по длине трубы. Расстояние между отверстиями в ряду принимается 40 – 50 мм. Длина водоприемной части пьезометра зависит от его назначения, прогнозируемого положения депрессионной кривой, строения основания, в частности, мощности водопроницаемого слоя, и обычно составляет 1÷3 м, смотри рисунок 4 – Пьезометр.



Водоприемник пьезометра представляет собой перфорированную трубу, обернутую пластмассовой гофрированной сеткой и стеклотканью. Для водоприемника применяются как металлические, так и пластмассовые трубы. Проходные отверстия диаметром 8-10 мм сверлятся в шахматном порядке рядами через 50-100 мм по длине трубы. Расстояние между отверстиями в ряду принимается 40-50 мм. Длина водоприемной части пьезометра зависит от его назначения, прогнозируемого положения депрессионной кривой, строения основания, в частности, мощности водонапорного слоя, и обычно составляет 1-3 м. Пьезометр в собранном виде устанавливается в скважину диаметром не менее 200 мм. Пространства между пьезометрической трубой и стенкой скважины засыпают на всю высоту водоприемника прутьями крупнозернистым песком или гравием. Фильтровую засыпку делают в пределах возможного колебания депрессионной кривой, а выше и ниже отсыпки за трубное пространство заполняется пластичным глино-песчаным раствором.

1	Крышка оголовка
2	Оголовок, труба $\varnothing 324 \times 10$ Д ГОСТ 632-80 L=3000
3	Муфта М110х110С-ПНД ГОСТ 222689-2014
4	Утеплитель минвата ГОСТ 4640-2011
5	Засыпка гравийная - песчаным грунтом
6	Крышка пьезометра с ручкой, К 110-ПНД ГОСТ 222689-2014
7	Водоприемник
8	Отстойник
9	Засыпка суглинком
10	Труба ПНД 110С ГОСТ 18599-2001 L=4000

Рисунок 4 – Пьезометр.

3.3 Контролируемые показатели состояния ГТС

В качестве контролируемых количественных диагностических показателей состояния ГТС используются:

- возвышение гребня ограждающей дамбы над отметкой уровня воды в отстойных прудах секций золошлакоотвала;
- отметки уровней воды в пьезометрах, расположенных на ограждающих дамбах секций золошлакоотвала;
- осадки поверхностных марок на ограждающих дамбах секций золошлакоотвала;
- ширина сохранный зоны намывных золошлаков у верхнего откоса ограждающих дамб золошлакоотвала.

По результатам контроля уровней воды в пьезометрах ограждающей дамбы определяются градиенты фильтрационного напора в теле дамбы.

В качестве контролируемых качественных диагностических показателей состояния ГТС приняты:

- наличие просадок, пучения грунта на откосах и гребне ограждающей дамбы;
- наличие сосредоточенных ходов фильтрации такие как: грифоны в нижнем бьефе и на низовом откосе дамбы;
- появление мокрых пятен, наледи на дамбе или за ней в зимний период года, на выходах профильтровавшейся воды, луж, болот, ручьев за дамбой;
- наличие локальных оползней откосов дамбы ГТС;
- появление мутности в фильтрующейся воде, появление выноса грунта из тела дамбы;
- наличие продольных и поперечных трещин на гребне и низовом откосе дамбы, наличие промоин на низовом откосе;
- повреждения шахтных водосбросных колодцев;
- повреждения пульпопроводов и водоводов осветленной воды, а также запорной арматуры, фланцевых соединений;
- повреждения здания или насосного оборудования станции осветленной воды;
- дефекты и повреждения контрольно – измерительной аппаратуры.

Для наглядности качественного показателя и необходимыми мероприятиями при конкретных случаях выведем в отдельную таблицу (таблица 7).

Таблица 7 – Критерии качественных диагностических показателей состояния

№ п/п	Критерий	Критерий качественных значений
Верховой откос и гребень:		
1.1	K1	-отсутствие продольных трещин, трещин откола вдоль гребня, осыпания, оползания и оплывания откоса; - отсутствие просадок грунта (или незначительные просадки), поперечных трещин и участков размыва откоса; - отсутствие морозобойных трещин и пучения суглинистых грунтов; - устойчивое снижение интенсивности осадок поверхностных марок во времени.
1.2	K2	Деформации откоса и гребня: - вертикальные трещины в направлении уреза воды и заметные деформации профиля откоса; - сравнительно большие по величине просадки гребня; - нарушение крепления верхового откоса; - неустойчивое снижение интенсивности осадок поверхностных марок во времени или отсутствие такового
Низовой откос и основание плотины:		
2.1	K1	- отсутствие поперечных трещин, смачивания грунта откоса, высачивания воды на откос, ходов сосредоточенной фильтрации, грифонов, просадок, промоин, размывов и выпора грунта, оплывания откоса; - отсутствие наледей на откосе; - устойчивое снижение интенсивности осадок поверхностных марок во времени.
2.2	K2	- появление видимых просадок грунта на откосе, небольших по размерам продольных и поперечных трещин и локальных оползней (обрушения) откоса; - наличие признаков высачивания воды на низовой откос; - локальные деформации профиля откоса с заметным его уполаживанием; - неустойчивое снижение интенсивности осадок поверхностных марок во времени или отсутствие такового.
Водосбросные колодцы		
3.1	K1	- незначительные деформация, износ и коррозия металлических элементов водосбросных сооружений, незначительные отклонения корпуса колодца от вертикального положения; незначительные повреждения защитных окрасочных покрытий; - исправность шандор, отсутствие их перекосов и заклинивания; - отсутствие механических повреждений элементов водосбросного колодца
3.2	K2	- наличие деформации, износа и коррозии металлических элементов водосбросных колодцев; - повреждения шандор, не препятствующие нормальной эксплуатации колодцев.
Водоводы осветленной воды и пульпопроводы		
4.1	K1	- отсутствие течей и неплотностей в водоводах и пульпопроводах; - незначительная толщина кальциевых отложений на стенках трубопроводов.

Окончание таблицы 7

4.2	K2	- появление признаков предельного износа стенок трубопроводов; - сравнительно большая толщина кальциевых отложений на стенках трубопроводов.
Здание и гидромеханическое оборудование насосной станции осветленной воды (НОВ)		
5.1	K1	- незначительные дефекты и повреждения здания НОВ; - незначительные дефекты и повреждения гидромеханического оборудования, трубопроводов и арматуры НОВ
5.2	K2	- дефекты и повреждения здания НОВ, требующие проведения ремонтных работ, но не ведущие к немедленному отказу здания; - дефекты и повреждения гидромеханического оборудования, трубопроводов и арматуры НОВ, требующие проведения ремонтных работ, но не ведущие к немедленному их отказу
Контрольно-измерительная аппаратура:		
6.1	K1	- нахождение КИА в работоспособном состоянии или единичные выходы КИА из строя
6.2	K2	- нахождение сравнительно большей части КИА в неработоспособном состоянии

Отчетные материалы о результатах эксплуатационного контроля за состоянием ГТС золошлакоотвала ТЭС и выполнением ремонтных работ, направленных на обеспечение безопасности ГТС, помещаются в ежегодно составляемых годовых отчетах о состоянии ГТС, включаются и результаты анализа натуральных наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений. Годовые отчеты составляет начальник участка гидротехнических сооружений станции и утверждается главным инженером ТЭС.

3.4 Результаты обследования гидротехнического сооружения

В целях обеспечения эксплуатационной надежности и безопасности ГТС на объекте проводятся регулярные комиссионные обследования их состояния.

Предшествующее декларированию обследование гидротехнического сооружения золоотвала ТЭС проведено 01.06.2016 г.

Проводимые обследования состояния ГТС позволяют планировать мероприятия, направленные на обеспечение безаварийной эксплуатации сооружений. Эффективность реализации мероприятий подтверждается многолетней, безаварийной эксплуатацией ГТС.

В результате обследования получены следующие данные, характеризующие техническое состояние ГТС:

- требуемая прочность и устойчивость сооружений ограждающей дамбы золошлакоотвала по результатам визуального обследования обеспечена;
- водопропускные сооружения золошлакоотвала обеспечивают пропуск проектных расходов;
- возвышение гребня ограждающей дамбы над уровнем воды в отстойном пруду ЗШО достаточное, оно соответствует требованиям нормативной документации;
- гребень, верховой и низовой откосы ограждающей дамбы ЗШО, сопряжения ограждающей дамбы с основанием и береговыми

склонами, повреждений и разрушений, снижающих эксплуатационную надежность сооружения, не имеют;

- пульпопроводы, водоводы осветленной воды находятся в нормальном эксплуатационном состоянии.

3.5 Сведения о соответствии состояния ГТС проекту

По результату осмотра гидротехнического сооружения ТЭС проведена оценка состояния ГТС проекту и нормативно – технической документации, все данные сведены в таблицу 8 и таблицу 9.

Таблица 8 – Сведения о соответствии золошлакоотвала проекту

Наименование показателя	Значение показателя	
	По проекту	Фактическое
1	2	3
Длина ограждающей дамбы по гребню, м	2318	2318
Отметка гребня ограждающей дамбы, м	Секция №1 - 138.50 Секция №2 - 138.60	138,53 – 138,99 -
Максимальная отметка уровня воды в отстойном пруду ЗШО, м	137.50	137.50
Ширина дамбы по гребню, м	Секция №1 – 6 м Секция № 2 – 8-9 м	7,0 – 7,15 -
Максимальная высота дамбы, м	10,0	10,0
Заложение верхового откоса	1:3	1:3-1:3,2
Заложение низового откоса	1:2,5	1:2,3-1:2,8

Таблица 9 - Сведения о соответствии реализованных конструктивно-компоновочных решений и условий эксплуатации ГТС требованиям действующих норм и правил

№ п/п	Требование действующих норм и правил	Фактическое состояние
<p>«Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации», утвержденные приказом Минэнерго РФ от 19.06.2003 г. № 229</p>		
1	<p>п. 3.1.1. Гидротехнические сооружения должны удовлетворять нормативной документации по устойчивости, прочности, долговечности. Гидротехнические сооружения должны предохраняться от повреждений, вызываемых неблагоприятными физическими, химическими и биологическими процессами, воздействием нагрузок и воды. Повреждения должны быть своевременно устранены. Сооружения и конструкции, находящиеся под напором воды, а также их основания и примыкания должны удовлетворять нормативным (проектным) показателям водонепроницаемости и фильтрационной прочности</p>	<p>За весь период эксплуатации ГТС, а так же в ходе проведения комиссионного преддекларационного обследования не было выявлено признаков нарушения устойчивости и прочности гидротехнических сооружений.</p>
2	<p>п. 3.1.19. На каждой электростанции в местной инструкции должен быть изложен план мероприятий при возникновении на гидротехнических сооружениях аварийных и чрезвычайных ситуаций. В этом плане должны быть определены: обязанности персонала, способы устранения аварийных и чрезвычайных ситуаций, запасы материалов, средства связи и оповещения, транспортные средства, пути передвижения и т.п.</p>	<p>Требование выполняется</p>
3	<p>п. 3.1.27. Контроль за показателями состояния ГТС, природными и техногенными воздействиями должен осуществляться постоянно. Данные натурных наблюдений должны регулярно, не реже 1 раза в 5 лет, анализироваться, и по результатам должна производиться оценка безопасности гидротехнического сооружения и гидроузла в целом. Для сооружений, авария на которых может привести к чрезвычайной ситуации, работы должны выполняться с привлечением специализированных организаций.</p>	<p>Проводится первичный анализ состояния ГТС с включением его в ежегодный годовой отчет станции. Данные натурных наблюдений не реже 1 раза в 5 лет анализируются специализированной организацией.</p>

окончание таблицы 9

4	п. 3.1.28. Объем наблюдений и состав КИА, устанавливаемой на ГТС, должны определяться проектом. В период эксплуатации объем наблюдений и состав КИА могут быть изменены в зависимости от состояния гидросооружений и изменения технических требований к контролю (например, изменение класса, уточнение сейсмичности и т.п.). Эти изменения должны согласовываться с проектными или специализированными организациями. Состояние КИА должно проверяться в сроки, указанные в местной инструкции	Общее количество установленной КИА в полной мере соответствует проекту и нормативным требованиям.
5	п. 3.1.29. В местных инструкциях для каждого напорного ГТС должны быть указаны критерии безопасности, с которыми должны сравниваться результаты наблюдений по КИА.	Критерии безопасности ГТС в местной инструкции не указаны, но отражены в отдельном документе
6	п. 3.1.35. Ежегодно до наступления весеннего половодья, а в отдельных случаях также и летне-осеннего паводка на электростанциях должна назначаться специальная комиссия. Комиссия должна произвести осмотр и проверку подготовки к половодью (паводку всех ГТС), их механического оборудования, подъемных устройств, руководить пропуском половодья (паводка) и после его прохождения снова осмотреть сооружения.	В соответствии с требованиями ПТЭ до наступления весеннего половодья назначается паводковая комиссия и проводятся осмотры и проверки подготовки прохождения паводка на всех ГТС.
7	п. 3.1.38. Механическое оборудование ГТС должно периодически осматриваться и проверяться в соответствии с утвержденным графиком.	Механическое оборудование ГТС подлежит регулярному осмотру. Периодичность осмотров устанавливается графиками, утверждаемыми главным инженером ТЭЦ.
8	п. 3.4.26. Не реже 1 раза в 5 лет должны выполняться обследования и испытания систем технического водоснабжения.	Ежегодно осуществляется осмотр ГТС. По результатам осмотров составляются акты и разрабатываются планы мероприятий по ремонту.
СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения»		
1	п. 8.11. Гидротехнические сооружения следует рассчитывать на основные и особые сочетания нагрузок и воздействий	Соответствует

Основные результаты расчета устойчивости откосов ограждающей дамбы, полученные при разработке критериев безопасности золошлакоотвала сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Минимальные коэффициенты устойчивости откосов

№ п/п	Секция золошлакоотвала №	Сочетание нагрузок	Верховой откос	Низовой откос	Нормативное значение коэффициента устойчивости
1	1	Основное	2,566	1,246	1,210
2	1	Особое (сейсмическое воздействие на уровне ПЗ 6 баллов)	2,555	1,485	1,089
3	1	Особое (сейсмическое воздействие на уровне МРЗ 9 баллов)	1,347	1,041	1,029
4	2	Основное	1,969*	1,875*	1,210
5	2	Особое (сейсмическое воздействие на уровне ПЗ 6 баллов)	1,952*	1,856*	1,089
6	2	Особое (сейсмическое воздействие на уровне МРЗ 9 баллов)	1,107*	1,135*	1,029

* - Приведенные результаты расчета относятся к случаю повреждения (выхода из строя) противофильтрационного экрана, устроенного на ложе и бортах секции № 2 с использованием геомембраны «ТехПолимер». Основное сочетание нагрузок: отм.7.50 м. Особое сочетание нагрузок: отм.7.50 м и сейсмическое воздействие интенсивностью 6 баллов (ПЗ) и 9 баллов (МРЗ).

На основании анализа проектных решений, результатов декларационного комиссионного обследования можно сделать вывод о том, что декларируемые гидротехнические сооружения в основном соответствуют требованиям «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей...» (утв. приказом Минэнерго РФ от 19.06.2003 г. № 229), о чем наглядно свидетельствуют данные, приведенные в таблице 10.

Таким образом, реализованные конструктивно – компоновочные решения и условия эксплуатации ГТС в целом соответствуют требованиям действующих норм и правил.

Ограждающая и разделительные дамбы золошлакоотвала, шахтные водосбросные колодцы, сбросные водоводы, золошлакопроводы, водоводы осветленной воды, насосная станция осветленной воды и, в целом комплекс ГТС золошлакоотвала ТЭС работоспособны и находятся в удовлетворительном эксплуатационном состоянии.

4 Аварии на гидротехнических сооружениях ТЭС

4.1 Возможные источники аварии на ГТС

Источником опасности для золошлакоотвала ТЭС является обрушение откосов ограждающей дамбы, вызванное техногенными или природными факторами.

Основываясь на результатах анализа фактического состояния ГТС, на момент декларирования безопасности выполняемых на объекте мероприятий по поддержанию сооружений в нормальном эксплуатационном состоянии, подготовленности обслуживающего ГТС производственного персонала, готовности объекта к локализации и ликвидации опасных повреждений и аварий на ГТС. Выявлен основной возможный источник опасности для золошлакоотвала: разрушение участков ограждающей дамбы секций №1 и №2, вызванное техногенными или природными причинами в районах, где высота дамбы максимальна.

Статистические данные позволяют выделить следующие основные группы причин, приводящих к гидродинамическим авариям на грунтовых гидротехнических сооружениях, к которым относится и ограждающая дамба золошлакоотвала это:

- суффозия грунтов тела дамбы и ее основания;
- перелив воды через гребень ограждающей дамбы;
- обрушение откосов ограждающей дамбы;
- ошибки или непрофессиональные действия производственного персонала.

Так же может возникнуть суффозия грунтов тела дамбы и ее основания может быть вызвано повреждением конструктивных элементов сооружения в результате причин техногенного или природного характера.

4.1.1 Перелив воды через гребень ограждающей дамбы

Перелив воды через гребень ограждающей дамбы может быть вызван:

- отказом водосбросных колодцев в случае их засорения или обрушения;
- осадкой гребня дамбы ниже допустимой отметки и заполнением секции водой выше допустимой отметки в случае слабого контроля персонала;
- выпадением больших ливневых осадков в районе расположения золошлакоотвала.

Отказ водосбросных устройств может произойти при забивке плавающим мусором и льдом или зашлаковывании водоотводящих коллекторов водосбросных шахтных колодцев. На этот случай отказа водосбросного колодца на золошлакоотвале предусмотрено резервирование колодцев (два колодца в секции №1 и два колодца в секции №2 золоотвала).

При соблюдении основных положений по эксплуатации золошлакоотвала перелив воды через гребень ограждающей дамбы маловероятен.

4.1.2 Обрушение откосов ограждающей дамбы

Обрушение откосов ограждающей дамбы может быть связано с увеличением в процессе эксплуатации их крутизны и повышением уровня кривой депрессии в теле дамбы, или отказом работоспособности дренажа особенно в зимний период года.

Анализ материалов аварий и чрезвычайных ситуаций на золошлакоотвалах тепловых электростанций показывает, что основной причиной аварий ЗШО является разрушение его ограждающей дамбы. Причины, вызывающие разрушение дамбы, могут быть условно разделены на внешние и внутренние.

Внешней причиной возможных аварий являются аномальные природные воздействия, которые не типичны для этого района и соответственно не были учтены в проекте.

Внутренними причинами возникновения аварии являются:

- отказ собственно ограждающей дамбы;
- отказ системы гидрозолоудаления.

4.1.3 Основные причины отказа ограждающей дамбы

Основными причинами отказа ограждающей дамбы может являться:

- обрушение верхового или низового откосов в результате потери устойчивости;
- потеря фильтрационной прочности тела самой ограждающей дамбы;
- возникновение повреждений в геомембране противофильтрационного элемента секция №2 золошлакоотвала;
- разрушение ограждающей дамбы золошлакоотвала в результате повышения кривой депрессии в теле дамбы, вызванного ростом уровня воды в секциях золошлакоотвала, в том числе вследствие наступления обильных ливневых осадков, а так же вызванные техногенными причинами;
- нарушение правил и условий эксплуатации сооружения.

4.1.4 Причины отказа работоспособности ГЗУ

Возможными причинами отказа ГЗУ могут являться:

- разрушение пульпопроводов в границах дамбы золошлакоотвала;
- повреждение шахтных водосбросных колодцев;
- отказ отводящего коллектора осветленной воды;
- нарушена герметичность фланцевых соединений трубопроводов и запорной арматуры;
- ошибочные действия или бездействия эксплуатационного и ответственного должностного персонала;
- нарушение технологии намыва золошлаков вызванных не правильным переходом или его отсутствием по выпускам.

4.2 Сценарии возможных аварий и повреждений ГТС

При выборе наиболее вероятных сценариев возникновения аварий на ГТС золошлакоотвала ТЭС приняты во внимание:

- 1) расположение секций золошлакоотвала в непосредственной близости от объектов промышленной и жилой застройки;
- 2) конструктивные решения ограждающей дамбы золошлакоотвала;
- 3) результаты определения физико – механических свойств грунтовых материалов, залегающих в основании секций золошлакоотвала и уложенных в тело ограждающей дамбы;
- 4) особенности возведения ограждающей дамбы;
- 5) результаты многолетних натуральных наблюдений за состоянием сооружений и воздействия золошлакоотвала на прилегающие к нему участки городской территории;

б) уровень профессиональной подготовки обслуживающего персонала, а так же соблюдение проектной технологии работ при намыве золошлаков в емкости секций и последующее освобождение секций от намывных золошлаков.

Основываясь на результатах анализа, конструктивно – технологических особенностей декларируемых секций золошлакоотвалов, фактического состояния гидротехнических сооружений, выполняемых на объекте мероприятий по поддержанию сооружений в нормальном эксплуатационном состоянии, подготовленности производственного персонала, готовности объекта к локализации и ликвидации опасных повреждений и аварий на ГТС, а также материалов по авариям на аналогичных объектах, выявлены основные возможные источники опасности для золошлакоотвала – это разрушение участка его ограждающей дамбы.

4.2.1 Сценарий №1 возможной аварий и повреждения ГТС

Если произойдет разрушение ограждающей дамбы секции №1 золошлакоотвала в результате обрушения ее низового откоса, вызванного повышением отметок кривой депрессии в теле ограждающей дамбы. Причины данной аварии могут возникнуть при нарушении технологии намыва пляжа из золошлаков у верхового откоса ограждающей дамбы, а также в результате действия экстремальных природных факторов».

В результате образуется проран в теле дамбы, возникнет волна прорыва. Опорожнение секции №1 с выносом части золошлакового материала за пределы золошлакоотвала.

4.2.2 Сценарий №2 возможной аварий и повреждения ГТС

Если произойдет разрушение ограждающей дамбы секции №2 золошлакоотвала в результате обрушения ее низового откоса, вызванного повышением отметок кривой депрессии в теле ограждающей дамбы из-за повреждения противодиффузионного экрана, устроенного в емкости секции №2, а также в результате действия экстремальных природных факторов».

В результате образуется проран в теле дамбы, возникнет волна прорыва. Опорожнение секции №2 с выносом части золошлакового материала за пределы золошлакоотвала.

4.3 Расчет параметров волны прорыва при аварии

Расчет параметров волны прорыва в случае разрушения участка ограждающей дамбы золошлакоотвала ТЭС выполнен в виде расчета вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц на территории центральной Сибири в результате аварии на комплексе гидротехнических сооружений ТЭС.

Расчет выполнен Сибирским научно – исследовательским институтом гидротехники (СибНИИГ) Красноярского филиала Акционерного общества «Сибирский энергетический научно – технический центр».

Наиболее тяжелая авария будет иметь место в случае образования прорана на участке ограждающей дамбы секции №1. Негативное воздействие, которым подвергнется территория, прилегающая к низовому откосу ограждающей дамбы это затопленной территории площадью примерно 4,9 га.

Ниже приведены негативные воздействия на затопляемую территорию, величины этих негативных воздействий с указанием методов их определения.

1) На территорию попадет около 229800 м³ загрязненной воды.

2) На территорию попадает вынесенный аварийным потоком грунтовый материал, уложенный в тело ограждающей дамбы, в количестве около 174,4 т и намывтый в емкость секции золошлаковый материал в количестве 138,8 т. Вынесенный грунтовый материал отложится в непосредственной близости у низового откоса ограждающей дамбы.

3) Максимальная глубина затопления на пути движения аварийного потока может составлять 4,27 метров.

4) Расчетное время выбега фронта волны составляет 20 минут.

5) Максимальная расчетная скорость волны прорыва за пределами тела ограждающей дамбы будет составлять 5,72 м/с.

6) Степень возможных разрушений B (в баллах), вычисленная по формуле:

$$B = 2 \lg (0,5 \cdot \rho \cdot H \cdot V^2) \quad (4.1)$$

где: $(0,5 \cdot \rho \cdot H \cdot V^2)$ – это удельная энергия потока (рассматриваются значения $P > 1$);

$\rho = 1000$ кг/м³ – плотность воды;

H – глубина потока, м;

V – модуль скорости течения, м/с.

При скорости аварийного потока 5,72 м/с будет составлять $B = 9,69$. При таком значении степени возможных разрушений аварийный поток может нести вырванные с корнем кустарники и деревья.

Аварийный разлив из секции №1 и секция №2 золошлакоотвала вызовет подтопление территорий прилегающих к золошлакоотвалу. В радиусе 2 км от

золошлакоотвала в потенциально опасном направлении промышленные предприятия и жилой массив отсутствуют.

Почвы на прилегающих к золошлакоотвалу землях часто представлены только илистыми наносами на гравийно – галечных отложениях. В целом почвы светло – бурые, слабозадренные, обладают слабой микробиологической активностью и низким плодородием.

В результате аварии, на ограждающей дамбе золошлакоотвала рассматриваемого объекта, погибших и пострадавших не будет.

В непосредственной близости от ограждающей дамбы золоотвала ТЭС, где параметры аварийного потока могут принять опасные значения, жилых зданий и иных объектов, где могут присутствовать люди, нет. Крайне маловероятно присутствие случайно прохожих, поскольку эти места для людей ничем не привлекательны.

Можно сделать вывод, что при возникновении аварии, на ограждающей дамбе золошлакоотвала, ущерб будет причинен только окружающей природной среде.

5 Расчет устойчивости дамбы

5.1 Расчет фильтрации откоса дамбы

Расчет фильтрации производим аналитическим способом по учебно – методическому пособию: «Противофильтрационные мероприятия на гидроотвалах промышленных отходов» [10].

Имея данные из декларации безопасности золоотвала ТЭС проведем расчет фильтрации дамбы.

1. Количество секций n
2. Длина секции L_c .
3. Ширина секции B_c .
4. Отметка поверхности основания определяется после построения разреза, отметка водоупора – 0,0 м.
5. Отметка гребня ограждающих и разделительных дамб определяется их высотой H_o .
6. Ширина гребня B_z ограждающей дамбы – 8 м.
7. Отметка максимального уровня заполнения секции (отметка поверхности воды в отстойном пруде) принимается на 0,5 – 1 м ниже отметки гребня.
8. Отметка естественного уровня подземных вод за пределами зоны гидродинамического влияния накопителя (боковое граничное условие – БГУ или уровень грунтовых вод – УГВ) определяется глубиной от поверхности основания h_{zg} .
9. Инженерно-геологический разрез включает следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):
 - ИГЭ – 1 (тело дамбы), с коэффициентом фильтрации k_1
 - ИГЭ – 2 (первый слой основания), с коэффициентом фильтрации k_2 и толщиной H_1
 - ИГЭ – 3 (второй слой основания), с коэффициентом фильтрации k_3 и толщиной H_2
10. Гравийно – галечный материал дренажа с коэффициентом фильтрации k_7 .
11. Ширина надводного пляжа b_n ; толщина донного слоя h_d .
12. Заложение внутреннего откоса дамбы m_1 .
13. Заложение низового (внешнего) откоса m_2 .
14. Глубина сезонного промерзания гребня и низового откоса h_m
15. Глубина внешнего бассейна h_b и расстояние от его края до подошвы дамбы l_b .
16. Глубина h_k , ширина b_k внешнего дренажного канала и расстояние l_b от его края до подошвы дамбы.

Для схемы с внутренним дренажем при не одинаковой проницаемости грунтов тела дамбы и основания расход определяют по формуле:

$$q = k_T \frac{H_1^2}{2L_p} + k_{oc} T \frac{H_1}{L_p + 0.4T} \quad (5.1)$$

$$q = 0,3 \frac{7^2}{2 \cdot 157,87} + 8,75 \cdot 12 \cdot \frac{7}{157,87 + 0.4 \cdot 12} = 22,38$$

$$L_p = L + \Delta L_B \quad (5.2)$$

$$L_p = 17,5 + 17,76 = 35,26$$

$$\Delta L_B = \frac{\sigma a_3 + a_1 a_2}{\sigma + a_1} \quad (5.3)$$

$$\Delta L_B = 17,76;$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{k_{oc}}{k_T}} \quad (5.4)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{8,75}{0,3}} = 5,4$$

$$a_1 = 2m_1 \frac{H_1}{T} + \frac{1.32}{m_1} - 1 \quad (5.5)$$

$$a_1 = 2 \cdot 3 \frac{7}{12} + \frac{1.32}{3} - 1 = 2.94$$

$$a_2 = \frac{m_1 H_1}{2m_1 + 1} \quad (5.6)$$

$$a_2 = \frac{3 \cdot 7}{2 \cdot 3 + 1} = 3;$$

$$a_3 = m_1 H_1 + 0.4T \quad (5.7)$$

$$a_3 = 3 \cdot 7 + 0.4 \cdot 12 = 25,8$$

Получив данные значения приступаем к вычислению прохождения кривой депрессии на участке между сечением 1-1 и дренай по формуле:

$$h_x = \frac{h_c^2}{T} \sqrt{\left[\left(\frac{T}{h_c} \right)^2 - 1 \right] \left(1 + 2 \frac{L-x}{T} \right) + 1} \quad (5.8)$$

$$h_{(x=6)} = \frac{0,8^2}{12} \sqrt{\left[\left(\frac{12}{0,8}\right)^2 - 1\right] \left(1 + 2 \frac{17,5-6}{12}\right) + 1} = 1,27$$

а на участке между сечением 1-1 и осью ординат h по зависимости

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_T} \left(L - \frac{T}{2} - x\right) + \left(h_c + \frac{k_{oc}}{k_T} T\right)^2} - \frac{k_{oc}}{k_T} T \quad (5.9)$$

$$h_{(x=2)} = \sqrt{2 \frac{22,38}{0,3} \left(17,5 - \frac{12}{2} - 2\right) + \left(0,8 + \frac{8,75}{0,3} 12\right)^2} - \frac{8,75}{0,3} 12 = 2,8$$

величину h_c находим по зависимости

$$h_c = \sqrt{\left(H_1 - \frac{k_{oc}}{k_T}\right)^2 - \frac{2q}{k_T} \left(L_p - \frac{T}{2}\right) - \frac{k_{oc}}{k_T} T} \quad (5.10)$$

$$h_c = \sqrt{\left(7 + \frac{8,75}{0,3}\right)^2 - \frac{2 \cdot 22,38}{0,3} \left(L_p - \frac{T}{2}\right) - T} = 0,8$$

Произведя расчет получаем следующие значения для построения кривой депрессии для дамбы с внутренней дренажной системой:

X, м	2	3	4,5	6	7,5	9	11	13	15	17
$h_{(x)}$	2,8	2,6	2,2	1,27	1,2	0,97	0,93	0,87	0,82	0,76

Для схемы с внешним дренажем при не одинаковой проницаемости грунтов тела дамбы и основания расход определяют по формуле:

$$q = k_T \frac{H_1^2}{2(\Delta L_B + l_c)} + k_{oc} T \frac{H_1}{(\Delta L_B + l_c)} \quad (5.11)$$

$$q = 0,3 \frac{7^2}{2(17,76 + 24,72)} + 8,75 \cdot 12 \frac{H_1}{17,76 + 24,72} = 17,87$$

$$l_c = \frac{\frac{k_{oc}}{k_T} \cdot \sqrt{[2H_1 T L - (T^2 - H_2^2) \Delta L_B] + H_1^2 L}}{\frac{k_{oc}}{k_T} (2H_1 T + T^2 - H_2^2) + H_1^2} \quad (5.12)$$

$$l_c = \frac{\frac{8,75}{0,3} \cdot \sqrt{[2 \cdot 7 \cdot 12 \cdot 51,7 - (12^2 - 2,5^2) \cdot 17,76] + 7^2 \cdot 51,7}}{\frac{8,75}{0,3} (2 \cdot 7 \cdot 12 + 12^2 - 2,5^2) + 7^2} = 24,72$$

В пределах участка l_c для определения текущей координаты кривой депрессии используем формулу:

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_T} (l_c - x) + \left(\frac{k_{oc}}{k_T} T\right)^2} - \frac{k_{oc}}{k_T} T \quad (5.13)$$

$$h_{(x=2)} = \sqrt{2 \frac{17,87}{0,3} (24,72 - 2) + \left(\frac{8,75}{0,3} \cdot 12\right)^2} - \frac{8,75}{0,3} 12 = 3,84$$

Произведя расчет получаем следующие значения для построения кривой депрессии для дамбы с внешней дренажной системой:

X, м	2	4	6	8	10	12	14	16	19	22	24,7
h _(x)	3,84	3,5	3,1	2,5	2,1	1,8	1,5	1,15	0,6	0,12	0

$$h_x = \sqrt{T^2 - (T^2 - H_2^2) \frac{x-l_c}{L-l_c}} - T \quad (5.14)$$

$$h_{x=2} = \sqrt{12^2 - (12^2 - 11^2) \frac{2-24,72}{51,7-24,72}} - 12 = 0,8$$

X, м	2	4	6	8	10	12	14	16	19	22	24,7
h _(x)	0,8	0,7	0,6	0,57	0,47	0,4	0,27	0,23	0,13	0,02	-0,06

Произведя все расчеты строим кривую депрессии на чертеже, линии равных напоров и линии токов.

Построив кривая депрессии видно, что в данном случае она не проходит в дренаж и выходит под промерзающий слой ограждения золоотвала, это самое важное для данных объектов, которые эксплуатируются в суровых климатических условиях. Отсюда делаем вывод, что дренаж работает.

5.2 Расчет устойчивости грунта откоса дамбы

При планировании неудобных земель под строительство, осуществляемое по террасному способу, перепад от одной террасы к другой оформляется откосом. На площадках промышленных углов возводятся земельные сооружения с откосами (дамбы, золоотвалы, полей фильтрации).

Крутизну временных откосов принимают по нормативным документам, во всех остальных случаях поводят расчет устойчивости откосов.

Наибольшее распространение получил метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения.

Сущность метода: отыскать наиболее опасную кривую, охватывающую берму откоса с расположенными на ней нагрузками (если они есть) и некоторую часть основания за подошвой откоса. Эта кривая должна соответствовать наименьшему коэффициенту запаса (или надежности) $K_z >= 1,2$

$$K_3 = \sum M_{y\delta} / \sum M_{c\delta\delta} \quad (5.15)$$

где: $M_{y\delta}$ – момент удерживающей силы.
 $M_{c\delta}$ – момент сдвигающей силы.

$$K_3 = E_{y\delta} / E_{c\delta\delta} \quad (5.16)$$

где: $E_{y\delta}$ – удерживающая сила.
 $E_{c\delta}$ – сдвигающая сила.

Момент удерживающих сил $M_{y\delta}$ и момент сдвигающих сил $M_{c\delta}$ по методу круглоцилиндрических поверхностей имеет одно и то же плечо R .

Техника расчета такова. Из произвольно взятой точки описывают дугу окружности радиусом, проходящую через подошву откоса. Крутизну откоса задают в зависимости от характера грунтов; обычно принимают заложение 1; 1,25; 1,5; 2 и т. д. На вычерченной в масштабе схеме разбивают «призму» скольжения ABC , очерченную дугой радиуса R , на ряд вертикальных отсеков.

Каждый отсек шириной b

$$b = R/m \quad (5.17)$$

где: m – число разбиений: $m = 10$.

Из точки O опускаем вертикаль которую принимаем за ось нулевого отсека. В остальных отсеках оси проводим, как средние линии трапеции, принимая за высоту i -го отсека h_i , отмеряем по чертежу линейкой

Отсеки нумеруем по порядку, начиная от нулевого. Причем, направление скольжения придает знак минус. С учетом всегда известных величин m и R находим $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$.

$$\sin \alpha = n_i / m \quad (5.18)$$

$$\cos \alpha_i = \sqrt{\frac{n_i}{m}} \quad (5.19)$$

где: n_i – порядковый номер отсека.

Формула приведена профессором М.М. Гришиным к виду (без учета фильтрационного давления)

$$K_3 = \frac{[\sum G_i \times \cos \alpha_i \times \operatorname{tg} \varphi_i + \sum c_i \times l_i]}{\sum G_i \times \sin \alpha_i} \quad (5.20)$$

где φ – расчетное значение угла внутреннего трения грунта,
 c_i – удельное сцепление грунта на кривой скольжения,
 l_i – длина дуги в каждом i -ом отсеке.

Как показывает опыт формулу можно упростить путем численного деления на $b = const$.

$$K_3 = \frac{\left[\sum \gamma_i \cdot h_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + \sum c_i \cdot \frac{l_i}{b} \right]}{\sum \gamma_i \cdot h_i \cdot \sin \alpha_i} \quad (5.21)$$

Расчет удобно проводить в табличной форме. Величины R , m , b – постоянные. Сцепление C тоже будет постоянным при однородном грунте. При наличии слоев с различными значениями c в таблице добавляются графы c_i , $c_i \cdot l_i$. Если первая попытка дает завышенный результат и $K_3 > 1,2$, то выбирают другой центр кривой скольжения или описывают кривую другим радиусом. Расчет устойчивости откоса дамбы проводим для физико – химического состава грунта супесь и данные берем из таблицы 11

Таблица 11 – Физико – механические свойства грунтов и отходов

Наименование грунта	Плотность сухого грунта ρ_d , т/м ³	Плотность влажный грунт ρ , т/м ³	Угол внутреннего трения φ , град ($\operatorname{tg} \varphi$)		Коэффициент сцепления, С, т/м ²		Коэффициент бокового давления ξ , д.е.	Коэффициент степени консолидации U , д.е
			во влажном состоянии	водонасыщенное состояние	влажное состояние	водонасыщенное состояние		
Глина	1,68	1,98	23 (0,42)	22 (0,40)	0,29	0,27	0,5	1
Суглинок	1,59	1,93	21 (0,384)	22 (0,40)	0,29	0,26	0,5	1
Супесь	1,56	1,71	18 (0,325)	22 (0,40)	0,25	0,23	0,5	1
Песок мелкий	1,51	1,57	24 (0,44)	22 (0,40)	0,2	0,15	0,4	1
Песок средний	1,52	1,59	25 (0,466)	23 (0,42)	0,15	0,12	0,39	1
Песок крупный	1,53	1,62	35 (0,70)	32 (0,62)	0,1	0,1	0,38	1
Песчано-гравийный грунт	1,61	1,7	40 (0,84)	38 (0,78)	0	0	0,35	1
Галечниковый грунт	1,63	1,72	38 (0,78)	36 (0,726)	0	0	0,36	1
Щебень	1,82	1,09	34 (0,68)	34 (0,68)	0	0	0,34	1
Шлам	1,03	1,50	14 (0,249)	13 (0,23)	0,16	0,15	0,45	0,90
Хвосты	1,5	1,80	25 (0,466)	23 (0,424)	0,12	0,1	0,37	0,95
Зола	0,92	1,51	18 (0,325)	17 (0,35)	0,25	0,22	0,38	0,95

Полученные результаты методом расчета заносим в таблицу 12 – результатов расчетов устойчивости откоса дамбы.

Таблица 12 – Результаты расчетов устойчивости откоса дамбы

№ отсека	Значение характеристик (при R=9,4; m=10; b=0,94.)										
	h,	γ ,	$\gamma \cdot h$	$\sum \gamma \cdot h$	$tg\alpha$	$\sin \alpha$	$\cos\alpha$	$\sum \gamma h \cdot tg\varphi \cdot \cos\alpha$	$\sum \gamma h \cdot \sin\alpha$	L,	C1
-2	1,85	1,56	2,88	48,62	0,325	-0,2	1,09	200,63	164,2	1	0,2 5
-1	2,4		3,7			-0,1	1,04			1	0,2 5
0	2,7		4,2			0	1			0,94	0,2 3
1	3,1		4,8			0,1	1,04			0,94	0,2 3
2	3,3		5,1			0,2	1,09			0,94	0,2 3
3	3,45		5,38			0,3	1,14			0,94	0,2 3
4	3,5		5,46			0,4	1,18			1	0,2 5
5	3,4		5,3			0,5	1,22			1,05	0,2 6
6	3,1		4,8			0,6	1,26			1,1	0,2 7
7	2,7		4,2			0,7	1,3			1,2	0,3
8	1,8		2,8			0,8	1,34			1,6	0,4

Коэффициент запаса прочности откоса дамбы золоотвала K_3 , находим по формуле (5.21):

$$K_3 = \frac{\left[\sum \gamma_i \cdot h_i \cdot \cos\alpha_i \cdot tg\varphi_i + \sum c_i \cdot \frac{l_i}{b} \right]}{\sum \gamma_i \cdot h_i \cdot \sin\alpha_i}$$

$$K_3 = \frac{[200,63 + 3,08]}{164,2} = 1,24; K_3 = 1,24$$

$K_p = 1,24 > K_3 = 1,2$ это значит, что на измеренном участке низовой откос дамбы золоотвала – устойчив.

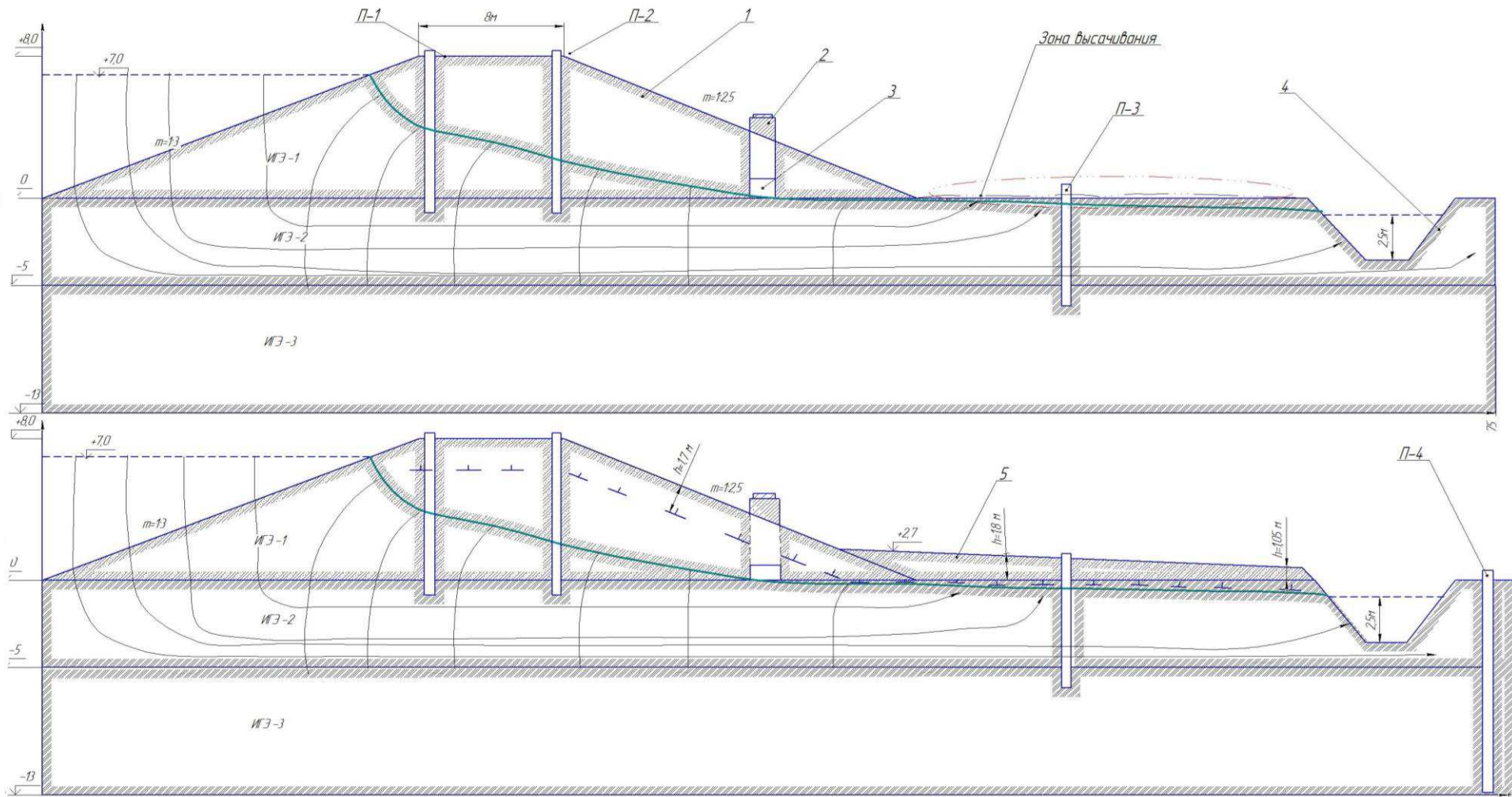
5.3 Противофильтрационные мероприятия

При построении противофильтрационной сетки, на дамбе с внешним дренажем, вода не высачивается на поверхность, но кривая депрессии проходит в слое сезонного промерзания который равен примерно около 1,5 метров.

Во избежание появления наледи на поверхности и внутри естественного грунта необходимо провести мероприятия по утеплению грунта.

Кривая депрессии походит у основания дамбы на глубине 0,5 метра и углубляется до 1 метра около внешнего дренажа. Значит отсыпку начнем проводить от основания низового откоса дамбы высотой 1,2 метра и около дренажа высота будет составлять 0,7 метра. Засыпку будем производить супесью с коэффициентом фильтрации $K_f = 0,3$ м/сут, это обеспечит достаточную тепловую изоляцию фильтрационного потока.

Установлены дополнительные пьезометры за внешним дренажем. Данные мероприятия отображаются на рисунке 5 – противофильтрационные мероприятия, дамба в разрезе.



1	Дамба Золотавала
2	Наблюдательная дренажная скважина
3	Внутренний френж
4	Ручей технологических стоков других предприятий (зимой не замерзает)
5	Отсыпка из супеси слоем 24 м (выполнение мероприятий от высачивания и протекания)
П-1,2,3,4	Пьезометрические скважины. П-4 выполнен в рамках противодрифтационных мероприятий
ИГЭ-1	Насыщенный грунт – супесь $K_1 = 0,3$ м/сут
ИГЭ-2	Естественный грунт: супесчано-песчаный $K_2 = 5,1$ м/сут
ИГЭ-3	Естественный грунт: песок средней крупности $K_3 = 12,4$ м/сут

Проектная высота гребня дамбы 8,50 м. Проектное заложение верхнего откоса ограждающей дамбы 1:3, нижнего 1:25. В низовом откосе ограждающей дамбы предусмотрен трудчатый френж из перфорированных асбестоцементных труб Ш 200 мм. Обратный фильтр френжа выполнен из песка. По френжу через 50 м установлены смотровые колодцы.

Рисунок 5 – противодрифтационные мероприятия, дамба в разрезе.

6 Оценка уровня безопасности гидротехнического сооружения

6.1 Сведения о контроле состояния ГТС требованиям безопасности

Техническое обслуживание ГТС, коммуникаций и их механического насосного оборудования осуществляется персоналом котлотурбинного цеха. Контроль за состоянием ГТС возложен распоряжениями по подразделению на оперативный, ремонтный персонал и инженерный технический персонал. Состав производственной структуры подразделений объекта, осуществляющих контроль состояния ГТС и их механического оборудования, в полной мере соответствует предъявляемым требованиям.

Разработан проект мониторинга безопасности ГТС рассматриваемой ТЭС, на основании которого разработаны инструкции о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений. Объемы и сроки проведения эксплуатационного контроля соответствуют требованиям руководящих материалов и методических указаний.

Требования руководящих материалов и методических указаний по контролю за ГТС выполняются.

Ведутся периодические осмотры ГТС с записью в журналах. Заявки на проведение работ передаются другим цехам и подрядчикам. Регулярно проводятся осмотры ГТС паводковыми комиссиями с составлением мероприятий. Ежегодно выполняется и представляется в Ростехнадзор годовой отчет с анализом состояния ГТС.

Один раз в 5 лет по результатам эксплуатационных наблюдений и ежегодного анализа состояния ГТС проводится анализ состояния ГТС научно – исследовательской организацией.

6.2 Влияние золошлаковых отложений на фильтрацию из золоотвала

В качестве примера оценки негативного воздействия фильтрации из золоотвала на окружающую геологическую среду можно привести фильтрационные расчеты выполненные на стадии проектирования экрана второй секции. Данную оценку произвел политехнический институт совместно с горно – геологической компанией.

При сжигании углей происходит существенное геохимическое преобразование первичного вещества, выражающееся в образовании новых искусственных минералов.

Собственные минералы образуют кремний, кальций, алюминий, железо, магний и серу.

Растворимость золошлаков определяется их гидратационной активностью, т.е. они изменяют состав и свойства при взаимодействии с водой. Анализы водных вытяжек показывают, что водная среда золошлаков имеет гидроксильный кальциевый состав. Основное значение во взаимодействии золошлаков с водой имеет реакция гидратации свободного оксида кальция, которая формирует щелочную реакцию водной среды (рН достигает 12,6).

При сбросе золошлаковой пульпы в емкость золоотвала гидроксид

кальция взаимодействует с углекислым газом атмосферы и в виде кальцита выпадает на дно отстойного пруда. Силикаты и алюмосиликаты в начале образуют с водой гелевидную фазу, которая постепенно кристаллизуется в виде гидро(алюмо)силикатов. В итоге кристаллизации происходит цементация золы, сопровождающаяся возрастанием прочности ЗШО. Основным минералом в донных осадках является кальцит, основная минерализация водной среды обусловлена гидратацией оксида кальция. Все показатели химического состава имеют однородное распределение. Растворимость ЗШО в среднем равна 0,76 %. Растворимость золы из гидроотвала в 2,5 раза ниже, чем растворимость сухой золы до ее реакции с водой, что существенно ограничивает загрязнение водной среды.

Для Канско – Ачинских углей характерно высокое (5 — 7 %) содержание свободного оксида кальция. Химический состав золошлаков ТЭЦ-3 следующий, %: 60,11 SiO₂; 11,23 Al₂O₃; 5,84 Fe₂O₃; 1,56 FeO; 7,84 CaO; 3,37 MgO; 1,64 Na₂O; 1,23 K₂O; 0,31 SO₃; 1,71 CO₂. Положительная экологическая роль оксида кальция в золе данных углей весьма велика. Вступая в реакцию с оксидами углерода, серы и азота, оксид кальция препятствует формированию кислотной реакции атмосферной влаги и выпадению кислотных дождей.

При реакции с водой в водных объектах и ландшафтах возникает щелочная реакция водной среды (рН до 12), которая препятствует водной миграции многих токсичных элементов.

Предусмотренный проектом противофильтрационный экран днища золоотвала не был выполнен. За период с 1992 до 1998 г. г. эксплуатации секции № 2 в ней сформировался слой ЗШО толщиной 3 м.

Для уточнения характеристик грунтов, мощности, состава и свойств ЗШО и верхнего слоя основания выполнено бурение трех скважин до глубины Юме полным отбором керна и определением строения массива.

Гидрогеологические условия в районе золоотвала многократно исследовались ранее. Для уточнения значений коэффициентов фильтрации ЗШО и грунтов (таблица 13) определены их фактические фильтрационные свойства опытными наливками в шурфы и в лаборатории. За указанный период эти свойства существенно изменились.

Сравнительный анализ результатов показывает, что за счет снижения водопроницаемости грунтов основания и массива ЗШО расходы фильтрации из золоотвала существенно снижаются (рисунок 6 и 7).

Экранирование верхового откоса дамбы золоотвала (рисунок 8) позволяет понизить депрессионную поверхность потока на 4 — 5 м и также уменьшить фильтрационные потери.

Таблица 13 – Фильтрационные свойства грунтов и золошлаков золоотвала ТЭС в 2002 г.

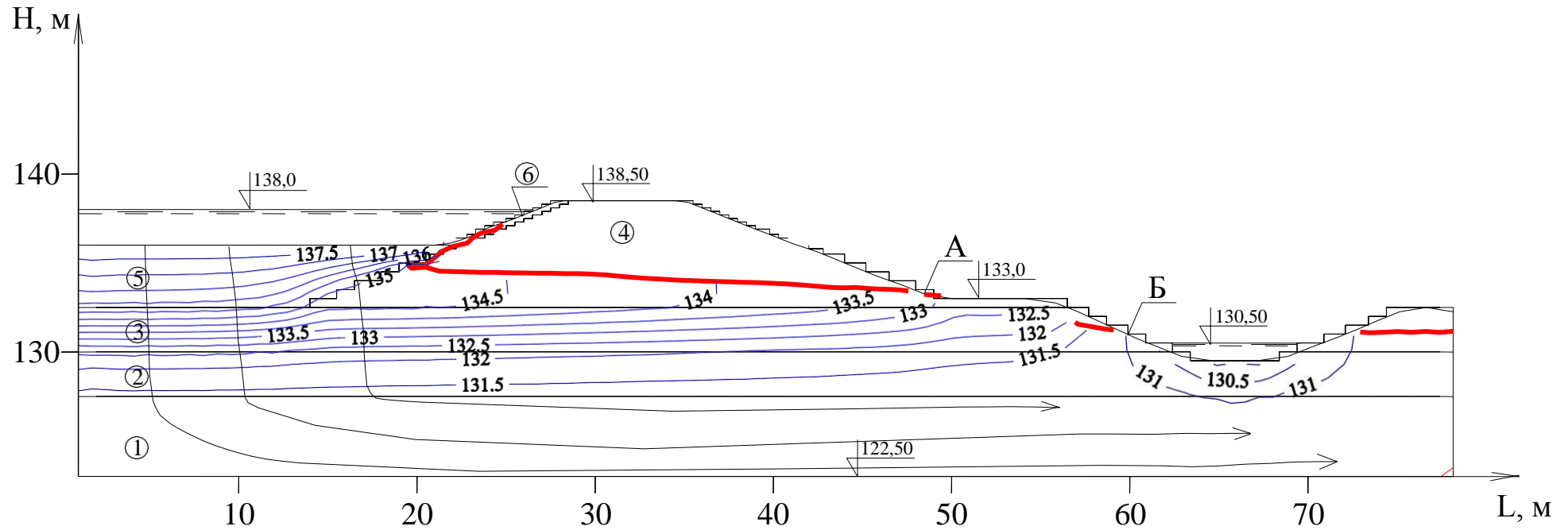
Грунт	Коэффициент фильтрации, м/сут	Пористость, %
Гравийно-галечные грунты	200,00	Нет данных
Суглинок аллювиальный	0,64	49,87
Супесь аллювиальная	1,22	46,90
Песок аллювиальный	4,00	41,80
Суглинок аллювиальный	0,08	36,45
Песчаник	0,54	4,95
Зола	0,40	60,3

Химически активные золошлаки при взаимодействии с водой образовали в массиве малопроницаемые слои. Также происходил суффозионный вынос мелкодисперсной фракции золошлаков, предшествующий их самоцементации. Это способствовало кольматации как намытого слоя ЗШО, так и подстилающих, более проницаемых грунтов основания.

Фактический коэффициент фильтрации всех грунтов уменьшился на несколько порядков. Нижние слои ЗШО и подстилающие их суглинки подверглись наиболее серьезному уплотнению и консолидации (таблица 14).

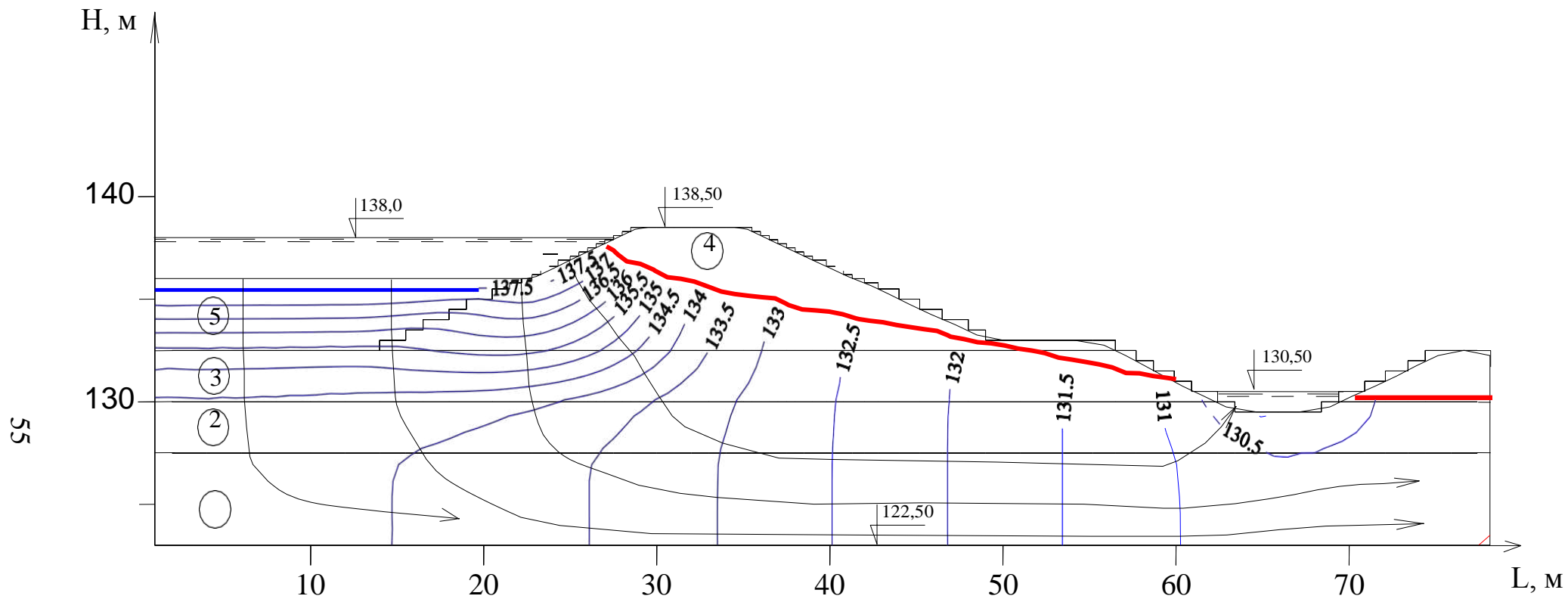
Таблица 14 – Фильтрационные свойства грунтов и золошлаков золоотвала ТЭС в 2012 г.

Грунт	Коэффициент фильтрации, м/сут	Пористость, %
Суглинок аллювиальный	0,002	35,2
Песок аллювиальный	0,0062	48,7
Зола	0,005	50,6



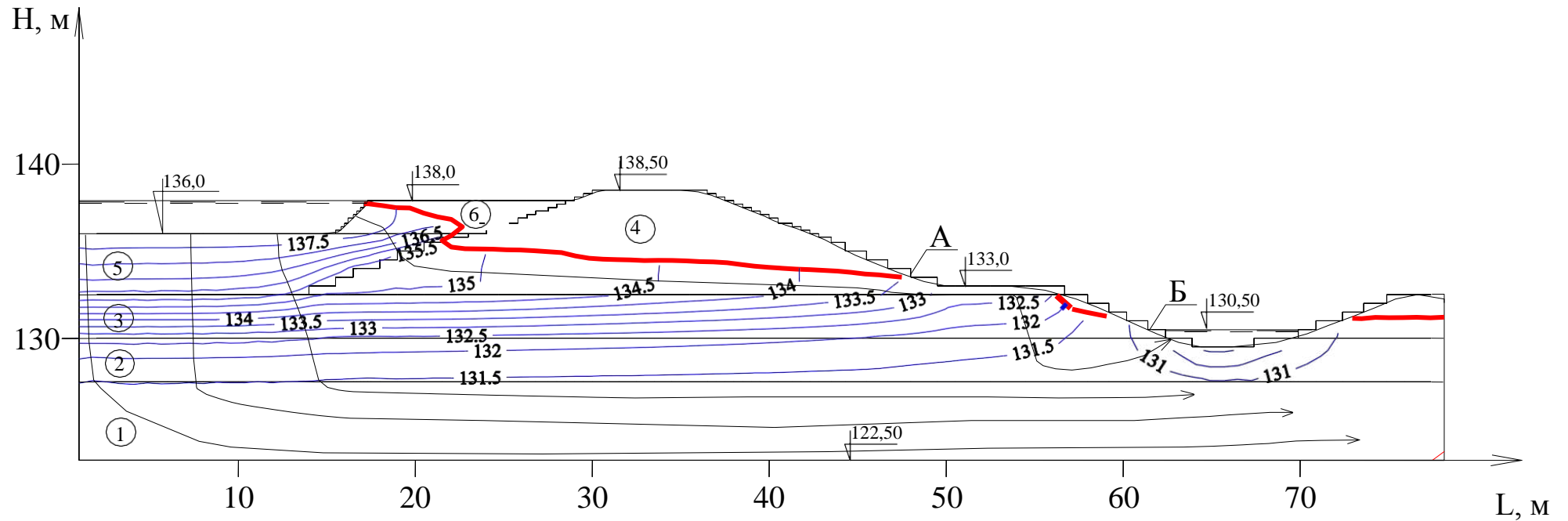
1 – гравийно-галечниковый песчаный грунт, $k_{\phi}=5,0$ м/сут; 2 – песок аллювиальный, $k_{\phi}=0,0062$ м/сут; 3 – супесчано – суглинистый слой, $k_{\phi}=0,002$ м/сут; 4 – супесчано-суглинистая смесь (тело дамбы), $k_{\phi}=1,22$ м/сут; 5 – слой намывных отходов, $k_{\phi}=0,005$ м/сут; 6 – экран из суглинка, шириной 0,5 м., $k_{\phi}=0,001$ м/сут; А-Б – участок высачивания.

Рисунок 6 – Модель фильтрации из первой секции золоотвала. Вариант 1.



1 – гравийно-галечниковый песчаный грунт, $k_{\phi}=5,0$ м/сут; 2 – песок аллювиальный, $k_{\phi}=4,0$ м/сут; 3 – супесчано-суглинистый слой, $k_{\phi}=0,96$ м/сут; 4 – супесчано-суглинистая смесь (тело дамбы), $k_{\phi}=1,22$ м/сут; 5 – слой намытых отходов, $k_{\phi}=0,5$ м/сут

Рисунок 7 – Модель фильтрации из первой секции золоотвала. Вариант 2.



1 – гравийно-галечниковый песчаный грунт, $k_{\phi}=5,0$ м/сут; 2 – песок аллювиальный, $k_{\phi}=0,0062$ м/сут; 3 – супесчано – суглинистый слой, $k_{\phi}=0,002$ м/сут; 4 – супесчано – суглинистая смесь (тело дамбы), $k_{\phi}=1,22$ м/сут; 5 – слой намывных отходов, $k_{\phi}=0,005$ м/сут; 6 – экран из суглинка, шириной 0,5 м., $k_{\phi}=0,001$ м/сут; А-Б – участок высачивания.

Рисунок 8 – Модель фильтрации из первой секции золоотвала. Вариант 3.

Для подтверждения полученных в лабораторных условиях результатов были проведены экспериментальные наливов в шурфы по методу Каменского. Коэффициент фильтрации ЗШО определяется по формуле, м/сут:

$$K_{\phi} = \delta / t \cdot 2,3 \cdot \lg(h_0 + \delta) / (h + \delta) \quad (6.1)$$

где δ — толщина слоя воды в наливном кольце, м;

t — время замера уровня воды, сут;

h_0 — исходный уровень воды в кольце, м;

h — измеряемый уровень воды в кольце, м.

Диапазон изменения K_{ϕ} от максимального (0,8 м/сут.) до минимального (0,005 м/сут.) объясняется существенной неоднородностью гранулометрического состава и физических свойств золошлаков. Существенное расхождение значений K_{ϕ} установленных полевыми испытаниями и исследованиями в лаборатории ($K_{\phi}=0.005$ м/сут), можно объяснить горизонтальным растеканием воды ниже торца кольца (таблица 15).

Таблица 15 – Результаты полевых испытаний водопроницаемости золошлаков

Кф, м/сут	Время опыта, сут	Понижение уровня воды в шурфе, м
-	1	0,55
0,13	1	0,42
0,16	1	0,47
0,06	1	0,25
0,25	0,5	0,4
0,06	0,5	0,13
0,17	0,5	0,31
0,08	0,5	0,14
Примечание. Глубина промачивания 0,15 м.		

Этими опытами также подтверждено, что проницаемость поверхностного слоя ЗШО крайне незначительна, что позволяет рассматривать его как техногенный противofiltrационный экран.

С учетом характеристик ЗШО и грунтов выполнено расчетное обоснование возможных способов гидроизоляции при устройстве последнего яруса наращивания ограждающей дамбы.

В первом варианте была рассмотрена экранирующая роль ранее намывтого слоя ЗШО при заполнении золоотвала до отметки 138 м. Контуром стока фильтрационного потока является русло ручья. Второй вариант отличался тем, что свойства грунтов приняты по результатам последнего цикла исследований.

В третьем варианте было рассмотрено снижение фильтрационных потерь при формировании экранирующего золотого пляжа шириной 10 м.

В четвертом варианте — роль экрана из пленки на верховом откосе дамбы.

Моделирование фильтрации было выполнено в плоско – вертикальной постановке. Алгоритм и программа расчета учитывали общие положения метода конечных разностей и приведенные выше исходные данные. Сплошной грунтовый массив области фильтрации в математической модели рассматривали как дискретный, разделенный на определенное количество блоков.

Во всех внутренних узлах сеточной области и на кривой депрессии начальный напор назначался постоянным по вертикали и соответствующим пьезометрическому напору на депрессионной кривой. На водопроницаемых границах задавались напоры, соответствующие уровням воды на контурах питания и стока.

Применяемый метод вычислительного моделирования фильтрационного режима системы золоотвал — подземный водный бассейн — поверхностный водоток позволяет учитывать следующие факторы и параметры:

- сложную конфигурацию внутренних и внешних границ расчетной области фильтрации;
- различные граничные условия, изменяющиеся поэтапно после формирования массива;
- этапы намыва массива ЗШО.

Результаты расчетов представлены в виде фильтрационных сеток и позволяют определить положение кривой депрессии, распределение напоров в области фильтрации, параметры участка высачивания и расходы.

Сравнительный анализ результатов показывает, что за счет снижения водопроницаемости грунтов основания и массива ЗШО расходы фильтрации из золоотвала существенно снижаются (рисунок 6 и 7).

Экранирование верхового откоса дамбы золоотвала (рисунок 8) позволяет понизить депрессионную поверхность потока на 4 — 5 м и также уменьшить фильтрационные потери.

Фильтрационный расход в начальной стадии эксплуатации секции № 2 (вариант 1) и в настоящее время (варианты 2, 3) представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Фильтрационный расход

Номер варианта	Расход m^3 , сут		
	Через ложе	Через дамбу	суммарный
1	-	1674,038(0,019)	1674,038
2	162,306(0,00188)	289,750(0,003)	452,056
3	194,767(0,00225)	52,788(0,00061)	247,555
Примечание. В скобках приведен расход через ложе и дамбу, m^3/c .			

Применение рассмотренных вариантов экранирования дамбы позволяет уменьшить фильтрационный расход в 10 — 30 раз, при формировании пляжа

шириной 10 метров, суммарный расход составляет 247,5 м³/сут, а при устройстве пленочного экрана в пределах верхнего яруса наращиваемой дамбы расход составит 252 м³/сут., на погонный метр длины дамбы.

6.3 Итоговая оценка уровня безопасности объекта

Оценка уровня безопасности ГТС системы внешнего гидрозолоудаления выполнена на основании:

- анализа технического состояния ГТС и уровня их эксплуатации;
- проверки соответствия принятых конструктивных решений действующим нормам и правилам;
- поверочных расчетов устойчивости ограждающей дамбы золоотвала;
- оценки уровня негативного воздействия золошлакоотвала на окружающую природную среду;
- уровня материально – технической и организационной готовности станции
- к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций в результате опасных повреждений и аварий;
- проводящихся на объекте мероприятиях по повышению надежности сооружения.

Уровень безопасности ГТС системы внешнего гидрозолоудаления характеризуется следующим:

- повреждения тела и откосов ограждающей дамбы золоотвала снижающие эксплуатационную надежность сооружения, отсутствуют;
- физико – механические свойства материалов золошлакоотвала в целом соответствуют проектным;
- минимальные коэффициенты запаса устойчивости откосов ограждающей дамбы золошлакоотвала не ниже нормативных;
- контролируемые диагностические показатели состояния сооружений в процессе эксплуатации не превышают своих критических значений;
- функционирование золошлакоотвала вызывает повышенные концентрации вредных веществ в подземных водах (вредные вещества V класса практически не опасные);
- эксплуатационный контроль ГТС системы внешнего гидрозолоудаления проводится регулярно и в полном объеме, сооружения оснащены проектным составом контрольно – измерительной аппаратуры;
- материально – технические средства для локализации и ликвидации возможной аварии имеются в необходимых количествах;
- организационно – технические мероприятия по локализации и ликвидации возможной аварии разработаны;
- локальная система оповещения (ЛСО) имеется, ЛСО готова к использованию по назначению;
- технический персонал, осуществляющий эксплуатацию и контроль состояния ГТС, подготовлен и аттестован в установленном порядке;

- чтобы решить сложные вопросы для обеспечения безаварийной эксплуатации золошлакоотвала привлекаются научно – исследовательские, проектные и другие специализированные организации.

ГТС соответствуют проекту, действующим нормам и правилам, значения критериев безопасности не превышают предельно допустимых для работоспособного состояния сооружений и оснований, эксплуатация осуществляется без нарушений действующих законодательных актов, норм и правил, предписания органов государственного надзора выполняются.

За период времени, прошедший с момента утверждения последней декларации безопасности ГТС (2012 г.) нарушений и аварий не произошло.

На основании изложенного уровень безопасности ГТС золошлакоотвала системы внешнего гидрозолоудаления ТЭС оценивается как «нормальный».

В целом, комплекс гидротехнических сооружений золошлакоотвала системы внешнего гидрозолоудаления ТЭС и их гидромеханическое оборудование работоспособны, не имеют повреждений и нарушений, создающих угрозу возникновения аварийных ситуаций.

Соответствуют нормальному эксплуатационному состоянию и обеспечивают работу основного оборудования ТЭС в требуемых режимах.

За период времени, прошедший с момента утверждения последней декларации безопасности ГТС, отсутствовали признаки ухудшения состояния гидротехнических сооружений и снижения уровня их безопасности, явно выраженные тенденции неблагоприятного изменения показателей состояния отсутствовали.

7 Нормативная документация для гидротехнических сооружений.

7.1 Конституция Российской Федерации

«Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993). Согласно «Конституции Российской Федерации» статьи 42 – каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

7.2 Закон об охране окружающей природной среды

Вся деятельность природопользования в Российской Федерации, основывается на законодательном уровне. Один из основных федеральных законов в области природопользования – это 7 – ФЗ, Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. (редакция от 31.12.2017г.). Данный закон регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на окружающую природную среду. Окружающая природная среда является важнейшей составляющей основой жизни на Земле. Данный закон действует в пределах территории Российской Федерации.

7.3 Водный кодекс Российской Федерации

Охрана водных объектов от загрязнения осуществляется посредством регулирования Федеральным законом. «Водный кодекс Российской Федерации» 74-ФЗ от 03.06.2006 (ред. от 29.07.2017) регулирует водные отношения осуществляющихся исходя из представления о водном объекте как о важнейшей составной части окружающей среды, регулирует деятельности как стационарных, так и других источников загрязнения.

В целях предупреждения и устранения загрязнения водных объектов определяются источники их загрязнения.

Источниками загрязнения признаются объекты, с которых осуществляется сброс или иное поступление в водные объекты вредных веществ, ухудшающих качество поверхностных и подземных вод, ограничивающих их использование, а также негативно влияющих на состояние дна и берегов водных объектов.

При размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию хозяйственных и других объектов, а также при внедрении новых технологических процессов должно учитываться их влияние на состояние водных объектов и окружающую среду.

Данный кодекс запрещает ввод в эксплуатацию:

- хозяйственных и других объектов, в том числе фильтрующих накопителей, захоронение отходов, городских и других свалок необорудованных устройствами, очистными сооружениями,

предотвращающими загрязнение, засорение, истощение водных объектов и вредное воздействие вод;

- водозаборных и сбросных сооружений без рыбозащитных устройств, обеспечивающих учет забираемых и сбрасываемых вод;

- производственных комплексов, не имеющих очистных сооружений и санитарно-защитных зон; оросительных, обводнительных и осушительных систем, водохранилищ, плотин, каналов и других гидротехнических сооружений до проведения мероприятий, предотвращающих вредное воздействие вод;

- гидротехнических сооружений, связанных с использованием подземных вод без оборудования их водорегулирующими устройствами, водоучитывающими приборами;

- водозаборных и иных гидротехнических сооружений без установления зон санитарной охраны и создания пунктов наблюдения за показателями состояния водных объектов;

- сооружений и устройств для транспортирования и хранения нефтяных, химических и других продуктов без оборудования их средствами для предотвращения загрязнения водных объектов, и контрольно – измерительной аппаратурой для обнаружения утечки указанных продуктов.

При эксплуатации хозяйственных и других объектов запрещается:

- осуществлять сброс в водные объекты неочищенных и не обезвреженных в соответствии с установленными нормативами сточных вод;

- производить забор воды из водных объектов, существенно влияющих на их состояние;

- осуществлять сброс сточных вод, содержащих вещества, для которых не установлены предельно допустимые концентрации, или содержащих возбудителей инфекционных заболеваний.

Нарушение требований по охране и рациональному использованию водных объектов влечет за собой ограничение, приостановление или запрещение эксплуатации хозяйственных и других объектов, влияющих на состояние водных объектов.

7.4 Закон о безопасности гидротехнических сооружений

Безопасность гидротехнических сооружений при проектировании, строительстве, эксплуатации, реконструкции, консервации и т.д. регулируется Федеральным законом «О безопасности гидротехнических сооружений». 117-ФЗ (с изменениями от 03.07.2016г.) (редакция действует с 01.01.2017г.).

Данный закон обязывает органы государственной власти, собственников гидротехнических сооружений и эксплуатирующие организации обеспечивать безопасность гидротехнических сооружений.

7.5 Закон о санитарно – эпидемиологическом благополучии

Федеральный закон №52-ФЗ от 30.03.1999. «О санитарно – эпидемиологическом благополучии населения» (редакция от 18.04.2018г).

Настоящий Федеральный закон направлен на обеспечение санитарно – эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан, на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

Под санитарно – эпидемиологическом благополучие населения подразумевается – состояние здоровья населения, среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности.

Данный закон устанавливает санитарно – гигиенические нормативы при которых на человека не будет оказан вред здоровью и его потомству. Обеспечивает санитарно – эпидемиологическое благополучие населения посредством: профилактики заболеваний; выполнения санитарно – противоэпидемических (профилактических) мероприятий; государственного санитарно – эпидемиологического нормирования; федерального государственного санитарно – эпидемиологического надзора; обязательного подтверждения соответствия продукции санитарно-эпидемиологическим требованиям в порядке, установленном законодательством Российской Федерации о техническом регулировании; лицензирования видов деятельности, представляющих потенциальную опасность для человека; государственной регистрации потенциально опасных для человека химических и биологических веществ, радиоактивных веществ, отходов производства и потребления, а также впервые ввозимых на территорию Российской Федерации отдельных видов продукции; проведения социально – гигиенического мониторинга; научных исследований в области обеспечения санитарно – эпидемиологического благополучия населения; гигиеническим воспитанием и обучением населения и пропаганде здорового образа жизни; привлечение к ответственности за нарушение законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно – эпидемиологического благополучия населения.

7.6 Закон о промышленной безопасности

Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (редакция от 07.03.2017) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями и дополнениями, вступ. в силу с 25.03.2017). Настоящий Федеральный закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности эксплуатирующих опасные производственные объекты.

7.7 Нормативные документы

Стандарт ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения» введен 30.06.1986 г. с последними изменениями от 11.01.2018г., предназначен для контроля за загрязнением почв выбросами, сбросами, отходами, стоками и осадками сточных вод промышленных предприятий, жилищно – коммунального хозяйства, сельского хозяйства, транспорта и других источников загрязнения почв, а также средствами химизации сельскохозяйственных и лесных угодий.

При проведении контроля, за загрязнением почв, следует учитывать класс опасности химических веществ по ГОСТ 17.4.1.02 – 83. ГОСТ 17.4.1.02 – 83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения» (введен 01.01.1985, с изменениями от 11.01.2018) определяет степень опасности патогенных и условно-патогенных организмов и соблюдать следующие требования:

- использовать физико – химические и биологические методы, позволяющие получить достоверную качественную и количественную информацию о наличии загрязнителей в почве;
- определять количество загрязняющих веществ, способных придавать почве фитотоксические свойства, а также оказывать отрицательное воздействие на качество почвы и растительной продукции в почвах.

ГОСТ 17.1.3.13-86 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод» от 30.06.1986 с изменениями от 11.01.2018. Настоящий стандарт распространяется на поверхностные воды и устанавливает общие требования к охране их от загрязнения.

При использовании водных объектов необходимо проводить комплекс мероприятий по предотвращению их от загрязнения, засорения и истощения.

В поверхностные воды не допускается сброс стоячих вод, вызывающих загрязнения водных объектов. Степень очистки сточных вод определяется их составом и свойствами, ассимилирующей способностью водного объекта и требованиями водопользователей к качеству воды.

Для объектов, представляющих потенциальную угрозу загрязнения поверхностных вод, должны быть разработаны план мероприятий и инструкции по предотвращению аварий на этих объектах.

Качественные и количественные показатели состояния поверхностных (степень загрязненности) и сточных вод следует контролировать с помощью надежной системы наблюдений, контроля и оценки. Они подлежат государственному учету.

Стандарт ГОСТ 17.1.3.06-82 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод» (от 01.01.1983 с изменениями от 11.01.2018 г.) устанавливает общие требования к охране подземных вод от загрязнения.

При осуществлении хозяйственной деятельности должно быть исключено попадание загрязняющих веществ в подземные воды из источников их загрязнения.

Мероприятия по охране вод от загрязнений должны быть основаны на

данных инженерно – геологических изысканий, фильтрационных расчетах и прогнозах миграции загрязняющих веществ в подземных водах с учетом особенностей загрязняющих веществ.

При загрязнении или опасности загрязнения подземных вод, объем и способ наблюдений, за их режимом или качеством, определяется в зависимости от значения и вида их использования, с учетом возможных последствий загрязнения.

При проведении геологоразведочных работ, эксплуатации месторождений полезных ископаемых, разрабатываемых открытыми горными выработками, и других работах, при которых вскрываются водоносные горизонты, необходимо принять меры по предотвращению загрязнения и истощения подземных вод.

Согласно ГОСТ 17.5.3.04 – 83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель» (действует с 01.07.1984 с изменениями от 11.01.2018 г.), который устанавливает общие требования к рекультивации земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, при открытых горных работах рекультивации подлежат внутренние и внешние отвалы, карьерные выемки и другие территории, нарушенные горной деятельностью.

Рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель.

Рекультивация земель является составной частью технологических процессов, связанных с нарушением земель.

Нарушенные земли должны быть рекультивированы преимущественно под пашню и другие сельскохозяйственные угодья.

Если рекультивация земель в сельскохозяйственных целях нецелесообразна, создаются лесонасаждения с целью увеличения лесного фонда, при необходимости создаются рекреационные зоны и заповедники.

Технологические схемы производства предусматривают:

- формирование верхних слоев отвалов из пород, пригодных для биологической рекультивации;
- снятие и транспортировку плодородного слоя почвы, его складирование и хранение или нанесение на поверхность.

Внешние породные отвалы, хвостохранилища, золовые, шлакоаккумуляторы и другие промышленные отвалы должны располагаться преимущественно на неудобных землях (в отработанных карьерах, провалах, оврагах, балках и т. п.) с соблюдением соответствующих санитарных норм и правил, расположения населенных пунктов и предприятий, с соблюдением установленных для этих объектов санитарно – защитных зон.

Рекультивируемые земли и прилегающая к ним территория после завершения всего комплекса работ должны представлять собой оптимально организованный и экологически сбалансированный устойчивый ландшафт.

СП 2.1.5.1059-01. «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения» (действует с 01.10.2001 г.). Настоящий документ устанавливает периодичность контроля качества подземных вод – один раз в месяц.

СО 153-34.20.501-2003. Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Министерство энергетики РФ приказ №229 от 19.06.2003г. раздел 3. Гидротехнические сооружения и их механическое оборудование. Данный стандарт обеспечивает надежность и безопасность гидротехнических сооружений при их эксплуатации.

СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» введен 01.01.2013г. Настоящий свод правил распространяется на вновь проектируемые, эксплуатируемые, строящиеся, реконструируемые и подлежащие ликвидации гидротехнические сооружения всех видов и классов. Дает общие понятия и принципы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной бакалаврской работы дано обоснование безопасности золоотвалов эксплуатирующихся в суровых климатических условиях, на примере золоотвала одной из ТЭС в Восточной Сибири, по обновленным данным фильтрационных характеристик золы и грунтов основания.

Разработаны мероприятия по регулированию выбросов вредных веществ в атмосферу. При наступлении неблагоприятных метеорологических условий должен проводиться полив карьерных дорог, отвалов, мест работы бульдозеров, временное прекращение работы бульдозеров, прекращение движения спецтехники по дамбе и пределах золоотвала.

Выполнены фильтрационные расчеты и расчет устойчивости. Согласно сделанным расчетам можно сделать вывод, что дамба данного объекта устойчива, но имеется зона промерзания и высачивания. В ходе работы выявлено, что кривая депрессии проходит у основания дамбы на глубине 0,5 метра и углубляется до 1 метра около внешнего дренажа, что приводит к заболачиванию при дамбовой местности. В результате этого может произойти промерзание грунта с последующим отказом работы дренажа и, как следствие неизбежна авария с разрушением низового откоса. Чтобы избежать этого предложено мероприятие по утеплению дренажа путем отсыпки низа дамбы супесью с коэффициентом фильтрации $K_f - 0,3$ м/сут и ее основания, на глубину превышающую сезонное промерзание, высотой не менее 2.7 метра и около дренажа высота отсыпки будет составлять 1,05 метра, это обеспечит достаточную тепловую изоляцию фильтрационного потока.

Так же проведен анализ научной работы: противофильтрационные мероприятия на гидроотвалах промышленных отходов. Опытами этой работы также подтверждено, что проницаемость поверхностного слоя ЗШО крайне незначительна, что позволяет рассматривать его как техногенный противофильтрационный экран.

Все же нужно учесть, что на данном объекте работает персонал и он подвергается риску. Так в процессе складирования золошлаковых отходов, летучая зола, пыль может привести к травме глаз, развитию конъюнктивитов, вплоть до потери зрения. Насосное оборудование станции осветленной воды издает определенный шум и вибрацию. Для сохранения здоровья персонала, необходимо обеспечить его средствами защиты: беруши, пылезащитные очки, средства защиты органов дыхания, верхонки брезентовые, сапоги резиновые, спецодежду и специальную обувь. Щит управления насосной должен быть снабжен шума подавляющим экраном.

Химические и биологические опасные и вредные производственные факторы на организм человека в рассматриваемом технологическом процессе не оказывают влияния.

В целом эксплуатация рассматриваемого объекта золоотвала не нарушает действующих законодательных норм и нормативно – технических документов. Выполнив все предложенные мероприятия вред окружающей природной среде от данного объекта будет минимален.

Список сокращений

ТЭС – тепловая электрическая станция

ГТС – гидротехническое сооружение

ЗШО – золошлакоотвал

НОВ – насосная осветленной воды

ПЗ – проектное землетресение

МРЗ – максимальное расчетное землетресение

ГЗУ – гидравлическое золо – удаление

КИА – контрольно – измерительная аппаратура

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Рекомендации по проектированию золошлакоотвалов тепловых электрических станций». П 26-85 / ВНИИГ. –Л.: Изд. ВНИИГ, 1986. с.123
2. Рекомендации по обследованию золошлакоотвалов тепловых электрических станций. / ВНИИГ. – Л.: Изд. ОАО ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1998. – 44 с.
3. Шестаков, В. М. «Гидрогеодинамика»: Учебник. —3-е изд. — М: Изд-во МГУ, 1995. — 368 с: ил. Мироненко В.А., Румынин В.Г. Проблемы гидрогеоэкологии. Теоретическое изучение и моделирование геомиграционных процессов. М.: МГГУ, 1998а, 611 с.
4. Сысоев, Ю.М., Кузнецов Г.И «Проектирование и строительство золоотвалов» – М.; Энергоатомиздат, 1990. – 248 с.
5. П 26-85/ВНИИГ «Рекомендации по проектированию золошлакоотвалов тепловых электрических станций» – Ленинград. ВНИИГ им. Б.Е. Венедеева. 1985.
6. Периодический журнал «Экология и промышленность России» 2015г, Т. 19. №1, с.60-64. статья «Влияние золошлаковых отложений на фильтрацию золоотвала» Кузнецов Г.И., Балацкая Н.В., Озерский Д.А.
7. Кузнецов Г.И. «Накопители промышленных отходов»: учеб. пособие Г.И. Кузнецов, Н.В. Балацкая, Д.А. Озерский. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008 – 180 с.
8. Кузнецов Г.И. «Основы природоохранной гидротехники»: учеб. пособие / Г.И. Кузнецов, Н.В. Балацкая, Ю.М. Гончаров – Красноярск: СФУ, 2011 – 316 с.
9. Кузнецов Г. И., Балацкая Н. В., Симакова М. А., Озерский Д.А. «Методические указания по курсовому проектированию». – Красноярск: ИП СФУ. – 2012. – 49 с.
10. «Противофильтрационные мероприятия на гидроотвалах промышленных отходов»: учебно – методическое пособие / сост. Г.И. Кузнецов, Н. В. Балацкая, М. А.Симакова, Д.А. Озерский – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 52 с.
11. Климентов П.П. «Методика гидрогеологических исследований»: учебное издание – М.: издательство «Высшая школа» 1967. – 421 с.

Электронные ресурсы

12. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]: . № 7-ФЗ от 10 января 2002 г // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
13. Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» [Электронный ресурс]: № 117-ФЗ от 21.07.1997 г. // «Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

14. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [Электронный ресурс]: № 52-ФЗ от 30.03.1999 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

15. Федеральный закон. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]: № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

16. Стандарт «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб» [Электронный ресурс]: ГОСТ 17.4.3.01-83 от 21 декабря 1983 г. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

17. Стандарт «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения» [Электронный ресурс]: ГОСТ 17.4.1.02 – 83 от 01.01.1985 г. // «Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

18. Санитарные правила «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения» [Электронный ресурс]: СП 2.1.5.1059-01. от 25.07.2001 г. // «Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

19. «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. раздел 3. Гидротехнические сооружения и их механическое оборудование». [Электронный ресурс]: СО 153-34.20.501-2003 от 19.06.2003г. // «Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

20. Приказ «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды». «Поправка к ГОСТ 30774-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные требования» [Электронный ресурс]: Приказ МПР РФ от 15.16.2001 № 511// Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

21. Свод правил «Гидротехнические сооружения. Основные положения» [Электронный ресурс]: СП 58.13330.2012 от 01.01.2013 г. // Справочная правовая система «Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

22. Свод правил «Земляные сооружения, основания и фундаменты» [Электронный ресурс]: СП 45.13330.2017 от 27.02.2017 г. // «Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

23. Свод правил «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию» [Электронный ресурс]: СП 127.13330.2017 от 14.10.2017 г. // Справочная правовая система «Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

24. «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов» [Электронный ресурс]: ПБ 03-438-02 от

28.02.2002 г. //«Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

25. «Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования» [Электронный ресурс]: СТО 17330282.27.140.002-2008 от 24.03.2008 г. //«Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.


26. «Строительные нормы и правила Российской Федерации. Организация строительства» [Электронный ресурс]: СНиП 12-01-2004 от 01.01.2005 //Справочная правовая система Техэксперт». – Режим доступа: <http://cntd.ru>

27. «Строительство в сейсмических районах» [Электронный ресурс]: СП 14.13330.2014 от 01.06. 2014 г. //«Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

28. «Методические рекомендации по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов» [Электронный ресурс]: РД 03-607-03 от 05.06.2003 г. //«Профессиональные справочные системы Тэхэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности

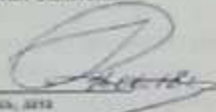
УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой


Г.А. Кулагина
инженер, ф.инжен.
« 19 » 06 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА
20.03.01 «Техносферная безопасность»


«Техносферная безопасность золотвала ТЭС в суровых климатических
условиях»

Пояснительная записка


Руководитель проф. Г. М. Н.  Г.И. Кузнецов
доцент, у.с.б.ст.инжен. Инженер, ф.инжен.

Выпускник А.С.В.  Д.В. Глоба
Инженер, ф.инжен.

Консультанты по разделам:
Консультант по
нормативно-правовой базе

С.В. Комонов  С.В. Комонов
инженер, ф.инжен.

Нормоконтроль

С.В. Комонов  С.В. Комонов
инженер, ф.инжен.