



Общество с ограниченной ответственностью «ЭнергоСеть»  
СРО-П-006-28052009 «Гильдия Проектировщиков»

---

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗОЛОТВАЛА № 1 СЕКЦИЙ 1, 2 ГУСИНООЗЁРСКОЙ ГРЭС

Проектная документация

Раздел 13. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными  
законами

Подраздел 5. Натурные наблюдения

8-ГУС-НН

Том 13.5



Томск 2024



Общество с ограниченной ответственностью «ЭнергоСеть»  
СРО-П-006-28052009 «Гильдия Проектировщиков»

---

---

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗОЛОТВАЛА № 1 СЕКЦИЙ 1, 2 ГУСИНООЗЁРСКОЙ ГРЭС

Проектная документация

Раздел 13. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными  
законами

Подраздел 5. Натурные наблюдения

8-ГУС-НН

Том 13.5

Заместитель генерального директора  
по кап. строительству и инжинирингу

Главный инженер проекта



А.М. Польгуль

И.В. Берестовский

Томск 2024



Заказчик – ООО «Интер РАО – Управление электрогенерацией»

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗОЛОТВАЛА № 1 СЕКЦИЙ 1, 2 ГУСИНООЗЁРСКОЙ ГРЭС

### ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 13. Иная документация в случаях, предусмотренных  
федеральными законами

Подраздел 5. Натурные наблюдения

8-ГУС-НН

Том 13.5

| Изм | № док. | Подп. | Дата |
|-----|--------|-------|------|
|     |        |       |      |
|     |        |       |      |
|     |        |       |      |

Директор/ГИП



А.В. Татарников  
НОПРИЗ ПИ-  
075246

2024



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Главный инженер проекта

А.В. Татарников

Главный технолог ОГС

Е.В. Басинова

Нач. группы

Н.Д. Гачкайло

Вед. инженер

Ю.А. Дубинина

Вед. инженер

М.Н. Морозова

Инженер III категории

Р.И. Табурчинов



## СОДЕРЖАНИЕ

|                                     |  |    |
|-------------------------------------|--|----|
| 1                                   | Перечень контролируемых нагрузок и воздействий на сооружение .....   | 4  |
| 2                                   | Перечень контролируемых показателей состояния сооружения и его основания, включая<br>диагностические .....                               | 7  |
| 3                                   | Программа и состав инструментальных и визуальных наблюдений .....  | 10 |
| 3.1                                 | Инструментальные наблюдения .....  | 10 |
| 3.2                                 | Визуальные наблюдения .....  | 11 |
| 3.3                                 | Обработка результатов натурных наблюдений .....  | 22 |
| 3.4                                 | Порядок действий персонала при обнаружении деформаций, превышающих расчетные .....   | 22 |
| 4                                   | Технические условия и чертежи на установку контрольно-измерительной аппаратуры,<br>спецификация измерительных приборов и устройств ..... | 24 |
| 5                                   | Инструкции и методические рекомендации по проведению натурных наблюдений за работой и<br>состоянием сооружений .....                     | 25 |
| 6                                   | Критерии безопасности .....  | 28 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....             |  | 30 |
| ТАБЛИЦА РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ..... |  | 31 |



## 1 Перечень контролируемых нагрузок и воздействий на сооружение

Состав контролируемых натурными наблюдениями основных диагностических показателей определен с учётом класса сооружений, особенностей основания, конструктивных особенностей и условий их эксплуатации. Выбор (назначение) диагностических показателей осуществляется на основании анализа сценариев возникновения аварий на декларируемых сооружениях.

### *Перечень контролируемых количественных и качественных показателей состояния, уровня внешних воздействий и условий эксплуатации ограждающей дамбы золоотвала № 1 секций 1, 2*

Оценка состояния ограждающей дамбы золоотвала осуществляется визуальными и инструментальными наблюдениями. Визуальными наблюдениями необходимо контролировать:

- вертикальные и горизонтальные перемещения и деформации ограждающей дамбы и её основания (отметки гребня, осадки тела ограждающей дамбы и её основания);
- наличие и развитие просадок или пучения грунта на гребне, бермах или откосах дамбы;
- повреждения откосов, оползни откосов, в том числе локальные, оврагообразование;
- высачивание воды и намокание откосов и склонов, заболачивание, появление ключей и грифонов;
- наличие мутности фильтрующей воды;
- работоспособность систем инструментального контроля;
- наличие растительности в чаше золоотвала № 1 секций 1, 2;
- наличие деревьев и кустарника на наружных откосах дамб;
- наличие пляжей по периметру ограждающих дамб.

Инструментальные наблюдения осуществляются с помощью контрольно-измерительной аппаратуры (КИА). Наблюдениями надлежит контролировать:

- осадку дамбы;
- положение кривой депрессии в теле дамбы;
- работу дренажей, выявление признаков суффозии материала дамбы, суглинка или грунта в основании, определение химического состава дренажного стока;
- температуру и уровни воды в наблюдательных скважинах;
- химический состав фильтрующей воды;
- уровень загрязнения подземных и поверхностных вод фильтрационными утечками из золоотвала № 1 секции 1, 2 и выяснение границ области распространения загрязнений;
- метеорологические характеристики при ветровой эрозии золошлаков, складированных в золоотвале № 1 секции 1, 2 и выносе золошлаков на территорию, прилегающую к золоотвалу № 1 секций 1, 2;



– пьезометрические напоры в теле ограждающей дамбы и оснований.

Контролируются действующие на сооружения нагрузки и воздействия: гидростатическое давление со стороны верхнего бьефа (уровни воды в золоотвале № 1 секций 1, 2), температура окружающей золоотвал № 1 секций 1, 2 среды (воздуха, пульпы, осветлённой воды).

Диагностические количественные и качественные показатели и их критериальные значения для золоотвала № 1 секций 1, 2 приведены в Таблица .

Критериальные значений отметок воды в пьезометрах даны в Таблица .

Перечень диагностических показателей и система наблюдений, декларируемого золоотвала № 1 секций 1, 2 приведены в Таблица .

Таблица 1 – Диагностические количественные и качественные показатели

| Наименование диагностического показателя   | Критериальные значения                               |   |
|--|--|---|
|  | Предупреждающее $K_1$                                | Предельное $K_2$  |
| <b>1 КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ:</b>  |  |   |
| 1.1 Вертикальные перемещения (осадки) сооружения и основания, мм/год                   | 21   | 42  |
| 1.2 Отметка гребня   | На 200 мм ниже проектной                             | На 300 мм ниже проектной                                    |
| 1.3 Ширина гребня  | 5,5  | 5.0   |
| 1.4 Заложение откосов  | 1:2,75   | 1:2,5   |
| 1.5 Максимальные отметки уровня воды в отстойном прудке золоотвала № 1 секциях 1, 2, м | На 1,0 м ниже гребня дамбы                           | На 0,6 м ниже гребня дамбы                                  |
| 1.6 Отметки воды в пьезометрах, положение кривой депрессии                             | Приведены в Таблица                                  | Приведены в Таблица   |
| 1.7 Максимальная отметка заполнения золоотвала № 1 секциях 1, 2, м                     | На 0,5 м ниже гребня дамбы                           | На 0,4 м ниже гребня дамбы                                  |
| 1.8 Ширина намытого пляжа, м   | 20   | 5   |
| <b>2 КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ:</b>  |  |   |
| 1 Наличие и развитие просадок или пучения грунта на гребне и откосах дамб              | Начальное проявление признаков                       | Появление и развитие  |
| 2 Наличие и развитие продольных и поперечных трещин на гребне и откосах дамб           | Начальное проявление признаков                       | Появление и развитие  |
| 3 Оползни, в т.ч. локальные, откосов и склонов, оврагообразование                      | Начальное проявление признаков                       | Появление и развитие  |
| 4 Повреждения креплений откосов  | Начальное проявление признаков повреждений креплений | Появление и развитие повреждений креплений откосов          |
| 5 Наличие деревьев и кустарника на откосах дамб и в ложе золошлакоотвалов              | Начальное проявление признаков зарастания            | Незначительное (до 10 %) зарастание деревьями и кустарником |
| 6 Засорение, зарастание, перемерзание дренажных устройств                              | Начальное проявление признаков                       | Появление и развитие  |



Таблица 2 – Критериальные значения отметок воды в пьезометрах

| № створа  | № пьезометра | Критериальные значения |                  |
|-----------|--------------|------------------------|------------------|
|           |              | Предупреждающее $K_1$  | Предельное $K_2$ |
| Створ № 1 | П1-3         |                        |                  |
|           | П1-4         |                        |                  |
|           |              |                        |                  |
| Створ №2  | П2 -8        |                        |                  |
|           | П2 -9        |                        |                  |
| Створ №3  | П3-8         |                        |                  |
|           | П3-9         |                        |                  |
| Створ № 4 | П4-5         |                        |                  |
|           | П4-6         |                        |                  |
| Створ № 5 | П5-1         |                        |                  |
|           | П5-2         |                        |                  |
| Створ № 6 | П6-1         |                        |                  |
|           | П6-2         |                        |                  |





## 2 Перечень контролируемых показателей состояния сооружения и его основания, включая диагностические

Таблица 3 –Перечень диагностических показателей и система наблюдений за декларируемыми ГТС

| Наименование сооружения                      | Наблюдения                                      | Содержание (объем) наблюдений  | Определяемые диагностические показатели                                 | Периодичность (сроки) наблюдений                 | Аппаратура, инструменты, методика наблюдений  | Критерияльные значения диагностических показателей | Документация, где фиксируются результаты наблюдений      |
|--|---|--|---|--|---|--|--|
| 1  | 2   | 3  | 4   | 5  | 6   | 7  | 8  |
| Ограждающая дамба золоотвала № 1 секций 1, 2 | Наблюдения за фильтрационным режимом            | Инструментальные наблюдения за уровнем и градиентом фильтрационных вод в теле и основании дамб | Положение депрессионной поверхности, градиенты фильтрационного давления | Не реже одного раза в месяц                      | Метр, замеры вручную по пьезометрам   | Таблица  | Журнал наблюдений за уровнем воды в пьезометрах          |
| Ограждающая дамба золоотвала № 1 секций 1, 2 | Наблюдения за фильтрационным режимом            | Наблюдения за мутностью, взятие проб профильтрованной воды                                     | Мутность, профильтрованной воды   | Не реже одного раза в квартал                    | Пробоотборники, визуально   |  | Журнал визуальных наблюдений за сооружением              |
| Ограждающая дамба золоотвала № 1 секций 1, 2 | Геодезические наблюдения за осадками тела       | Инструментальные наблюдения - нивелирование дамбы топографо-геодезическим методом.             | Отметки и вертикальные перемещения                                      | Не реже одного раза в год                        | Нивелирование и определение отметок и положения реперов, марок относительно опорного репера | Таблица  | Журнал контроля за осадками и горизонтальными смещениями |
| Прудок-отстойник золоотвала № 1 секций 1, 2  | Наблюдения за уровнем и объемом воды            | Инструментальные наблюдения – замер уровня воды по водомерной рейке, промер глубин и др.       | Отметки воды  | Один раз в сутки,                                | Водомерная рейка, рулетка, гидрометрическая штанга, замеры вручную                          | Таблица  | Журнал визуальных наблюдений за сооружением              |
| Технология складирования золошлаков          | Наблюдения за объёмом и динамикой складирования | Определение отметок поверхности золоотвала № 1 секций 1, 2                                     | Отметки поверхности воды и золошлаков, равномерность заполнения         | Не реже одного раза в неделю, один раз в квартал | Нивелирование, замеры вручную, визуально  | Технологические карты складирования золошлаков     | Журнал квартального контроля намыва золошлаков           |



|  |   |   |  |                              |  |   |  |
|--|---|---|--|------------------------------|--|---|--|
|  | золошлаков  |   | нения золоотвала № 1 секций 1, 2   |                              |  |   |  |
| Технология осветления воды                           | Наблюдения за качеством осветления воды             | Отбор проб воды и их исследования   | Химический состав: взвешенные вещества, рН, щелочность, БПК, нитриты, нитраты, хлориды, сульфаты и др. | Не реже одного раза в месяц  | Аналитическая аппаратура и приборы для химанализа воды | Лабораторные исследования                                   | Журнал записи химического анализа проб воды по объекту |
| Водосбросы   | Наблюдения за состоянием и правильной эксплуатацией | Визуальный осмотр, замеры   | Отсутствие деформации и трещин в каркасе,  | Не реже одного раза в неделю | Метр, отвес, замеры вручную, визуально                 | Глубина воды в районе водосброса должна быть не менее 0,7 м | Журнал визуальных наблюдений за сооружением            |
| Подземные и поверхностные воды вблизи золоотвала № 1 | Наблюдение за химическим составом (загрязнением)    | Отбор проб воды из наблюдательных скважин, канала осветленной воды и их химический анализ | Общий химический анализ: фториды, сульфаты, нитраты, нефтепродукты и другие                            | Ежеквартально                | Химико-аналитическая аппаратура                        | Лабораторные исследования                                   | Журнал учёта результатов химического анализа воды      |

При визуальном обследовании проверяются:

- состояние гребня, берм и откосов дамбы: наличие просадок, трещин оплывин, оползней, суффозионных и других негативных явлений;
- состояние и работа дренажных устройств;
- наличие пучений, выходов грунта, вызванное его промерзанием; наличие размывов грунта на откосах и прилегающих склонах, вызванных движением текущей воды;
- наличие выходов фильтрационных вод на низовых откосах сооружения, в обход его и в основании низового откоса (мокрые пятна, свищи, ключи, грифоны);
- расход фильтрационного потока в местах выхода его на дневную поверхность и наличие выноса грунта;
- состояние водоприемных и водосбросных сооружений: наличие трещин и раковин в стенках сооружений, течей в стыках стенок сооружений, коррозии металлоконструкций, готовность сооружений к сбросу паводковых вод; состояние водосбросов, трубопроводов;
- состояние доступных для осмотра частей КИА (КИП): наличие крышек, погнутости оголовков, нумерации и пр.;
- уровень воды и золошлаков в золоотвале.



При обнаружении дефектов, разрушений и прочих ситуаций обслуживающим персоналом делаются соответствующие записи в «Журнал дефектов сооружений и оборудования», принимаются меры к их устранению.



### 3 Программа и состав инструментальных и визуальных наблюдений

#### 3.1 Инструментальные наблюдения

##### *Проведение геодезического контроля за геометрическими параметрами и осадками дамбы*

Геодезические измерения выполняются по методике создания геодезических сетей не ниже 2 разряда и нивелирования III класса (средняя квадратичная погрешность определения высотных отметок 2 мм, горизонтальных смещений – 3-5 мм).

Проверка нуля водомерных постов по установленным маркам относительно опорного репера должна выполняться ежегодно в июне со средней квадратичной погрешностью 2 мм.

Высотные геодезические наблюдения обеспечивают при связи наблюдательных точек с опорными определение абсолютной величины осадок.

Высотные геодезические измерения должны осуществляться:

- по возможности в идентичных условиях;
- без внешних помех;
- в один и тот же временной интервал.

Результаты наблюдений за осадками тела дамбы записываются в соответствующий журнал. Графики кривых изменения осадок во времени строятся ежегодно. По графику изменения осадок во времени контролируется характер осадок. В зависимости от вида кривой делают вывод о характере осадок. Наблюдения за осадками грунтовых сооружений позволяют контролировать ход развития во времени процесса уплотнения грунтовых масс в теле и основании дамбы.

Для анализа пространственной работы дамб и для оценки опасности образования поперечных трещин рекомендуется ежегодно представлять результаты измерения осадок по продольному створу в виде эпюр осадок. Характерным является график, который своим очертанием как бы повторяет поверхность речной долины в рассматриваемом створе.

Наличие значительной разности между значениями осадок для двух соседних точек говорит о возникновении в теле дамбы зоны значительных касательных напряжений и деформаций. Эта зона может стать местом образования поперечных трещин или разуплотнения грунта, что приведёт к усилению фильтрации и развитию фильтрационных деформаций грунта.

##### **Фильтрационный контроль**

Инструментальные наблюдения, являющиеся основой фильтрационного мониторинга, осуществляются с помощью контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), при этом надлежит контролировать:

- отметки уровня воды в золошлакоотвале;
- положение кривой депрессии в ограждающей дамбе;
- пьезометрические уровни грунтовых вод в основании и на прилегающей территории;



- расходы дренажных вод и расходы в сосредоточенных выходах фильтрационного потока в случае их появления;
- интенсивность суффозии, которую надлежит оценивать массовым расходом вымываемых потоком частиц грунта.

Наблюдения за уровнем воды в чаше золоотвала необходимо проводить по специальным водомерным рейкам или с помощью приборов уровнемеров.

Наблюдения за уровнями фильтрационного потока в теле дамбы осуществляются с помощью трубчатых пьезометров.

Конструкция скважин включает рабочую часть в виде фильтровальной колонны с отстойником, глухую пьезометрическую трубу, дренажную обсыпку, трубу-люк. Пьезометр в собранном виде, то есть со смонтированными водоприемником и отстойником, устанавливается в обсаженной буровой скважине. Рабочая часть пьезометрических скважин устанавливается в зоне водоносного горизонта. Глухие пьезометрические трубы присоединяются к фильтру и выводятся на 0,7 м выше устья. Для защиты труб от загрязнения верхний торец трубы закрывается крышкой. Обсыпка водоприемной части производится промытым среднезернистым песком. Обсадная труба удаляется. Зазор между глухой пьезометрической трубой и стенками скважины затрамбовать суглинком.

Замеры уровня воды в открытых пьезометрах производятся с помощью простых приспособлений типа лота с хлопущкой или с электроконтактным наконечником. Результаты таких наблюдений должны быть представлены в виде таблиц и графиков, отражающих колебания депрессионных поверхностей или пьезометрических уровней в наблюдательных створах.

Наблюдения за расходами воды в дренажных системах и в местах сосредоточенных выходов фильтрационного потока рекомендуется осуществлять с помощью расходомеров (например, индуктивных, типа ИП, или простых приспособлений в виде мерных водосливов и бачков). С этой целью также можно использовать гидрометрические вертушки и поплавки. Места выхода фильтрационных вод должны быть предварительно оборудованы каптирующими устройствами, собирающими воду со всего участка в одно русло (трубу, желоб).

Результаты обработки данных расходометрических наблюдений также должны быть представлены в виде таблиц и графиков в развертке во времени.

Кроме того, в журнале наблюдений необходимо регистрировать следующие метеорологические характеристики (используя для этого данные ближайшей метеостанции):

- скорость и направление ветра;
- продолжительность ветреной погоды (в часах);
- температуру воздуха.

### **3.2 Визуальные наблюдения**

При выполнении визуальных натуральных наблюдений и обследований гидротехнических сооружений золоотвала № 2 секции II Гусиноозёрской ГРЭС необходимо исходить из следующих



основных принципиальных положений:

- визуальные наблюдения и обследования должны проводиться специалистами-гидротехниками, способными оценить степень опасности того или иного отмеченного явления, процесса или повреждения;
- основными принципами методики и техники выполнения визуальных наблюдений и обследований следует считать тщательность осмотров сооружений; систематичность наблюдений во времени; сравнимость результатов, полученных на различных (по времени) стадиях наблюдений и этапах работы сооружений.

Исходя из этого, разрабатываемые маршруты обхода сооружений должны обеспечивать полный их осмотр (вплоть до каждого квадратного метра) и строго соблюдаться. Все повреждения или неблагоприятные явления, выявленные на сооружениях, маркируются, фотографируются, заносятся в журнал наблюдений и отображаются на картах-развертках.

Сравнение результатов начального и последующих циклов визуальных наблюдений за тем или иным дефектом, явлением или процессом должно производиться регулярно путём сопоставления численных значений или качественных показателей контролируемых параметров, а также методом наложения чертежей, рисунков, схем, фотографий, полученных для одного и того же объекта при различных циклах, но в идентичных условиях съемки и масштабности.

Выявленные и зарегистрированные визуальным способом повреждения или неблагоприятные явления на сооружениях следует по возможности детально обследовать в целях установления причин их возникновения. Обследования проводятся регулярными измерениями отдельных параметров, отбором и испытанием проб и т.п.

Анализ результатов визуальных наблюдений и обследований сооружения должен выполняться, как правило, совместно и в одни и те же сроки с данными инструментальных натурных наблюдений. На основании этого анализа производится оценка состояния сооружения.

Техника визуальных наблюдений предусматривает наблюдения за отдельными элементами ограждающей дамбы (гребень, откосы, крепления и т.д.) и за основными проявлениями, характеризующими работу и состояние дамбы, независимо от того, где эти проявления имеют место (фильтрация, деформации, трещинообразование, суффозионные явления).

#### **Визуальные наблюдения и обследования гребня и откосов дамбы**

При визуальных наблюдениях гребня дамбы контролируются: появление и характер развития трещин различной направленности и происхождения; чрезмерные осадки и просадки гребня, очаги формирования оползней откосов, проявления морозного пучения грунта.

#### ***Наблюдения за раскрытием трещин***

Практика наблюдения и обследования трещин на гребне дамб показывает, что такие трещины образуются довольно часто. Следует различать трещины продольного (вдоль оси дамбы) и поперечного направлений (перпендикулярные оси дамбы или под углом к ней).

Причины образования тех и других трещин обусловлены возникновением в грунте



растягивающих или касательных напряжений, превышающих предел растяжимости или сопротивление сдвигу грунта как материала.

Трещины на гребне дамбы достаточно легко обнаруживаются визуальным способом, в особенности, если поверхности сухие и ровные.

При обнаружении трещины рекомендуется:

- проследить её визуалью на всем протяжении;
- отметить след трещины от её начала до конца колышками, шпильками, камешками и т.п., располагая их рядом со следом через 2-5 метров и в точках изменения направления трещины;
- сфотографировать трещину в продольном направлении и в местах с максимальным её раскрытием, положив поперек трещины какой-либо предмет для масштабности (коробок, авто-ручку, линейку и т.п.);
- тщательно измерить через определенные интервалы (через 2-3 м или через 5-10 м, в зависимости от общей длины трещины) ширину раскрытия;
- результаты измерений записать в журнал (заранее следует присвоить трещине какой-либо порядковый номер – Тр. № 1, Тр. № 2 и т.д.), отметить дату и время обнаружения;
- нанести трещину на масштабную карту-развёртку или карту фрагмента сооружения, на котором она обнаружена;
- обозначить цифрами полученные величины на карте в местах измерений раскрытия трещины;
- организовать систематические наблюдения за поведением трещины (изменениями ее раскрытия и протяженности).

Систематические наблюдения за раскрытием трещины проводятся следующим образом: на трещине через определенные интервалы намечаются и закрепляются колышками условные точки измерений. Количество точек зависит от протяженности трещины – чем длиннее трещина, тем больше точек и длиннее интервалы между ними. В каждой точке на одинаковом уровне устанавливаются по два колышка или арматурных стержня (по одному с каждой стороны трещины) на расстоянии друг от друга 20-50 см. Замеряя периодически расстояние между колышками (стержнями), определяются приращения раскрытия трещины на даты измерений. Приращения вычисляются как разность между конечным и начальным отсчетами. Для измерений рекомендуется использовать рулетку с ценой деления 1 мм.

Измерения уступов по граням трещины (если таковые имеются) производят по аналогичной схеме, но с применением деревянного бруска укладываемого горизонтально на плоскость уступа в измерительной точке, от нижнего среза которого и берется отсчет по линейке.

Результаты наблюдений за раскрытием трещин рекомендуется представлять в виде графиков. Длительность наблюдений зависит от того, насколько быстро трещина в своем раскрытии стабилизируется. О стабилизации трещины, а следовательно, и о прекращении или





сокращении объема наблюдений, можно говорить тогда, когда график раскрытия трещины становится близким к горизонтальному.

Развитие трещины в длину, т.е. её удлинение во времени, количественно определяется путём измерения расстояний от точек выклинивания её концов в новом (изменившемся) положении до кольшков, установленных по ее концам в начальный период при обнаружении и регистрации трещины.

У обнаруженных на гребне дамбы визуальными наблюдениями значительных поперечных трещин рекомендуется определить глубину их распространения внутрь тела дамбы. Стенки трещины в грунте практически всегда имеют волнообразный рельеф, и отвес в них не проходит (садится на выступы). Поэтому для определения глубины распространения трещины рекомендуется применять способ шурфования. На месте наибольшего раскрытия трещины вручную проходится шурф на доступную глубину. Шурф располагается так, чтобы трещина проходила примерно по середине его противоположных стенок. Эти стенки тщательно зачищаются вдоль следов трещины, осторожно освобождается от попавшего грунта полость трещины, не нарушая при этом ее кромок. Для лучшего прослеживания следа трещины по стенкам шурфа иногда полезно пролить ее с гребня слабым меловым раствором. Просачиваясь через трещины на стенки шурфа, меловой раствор очертит её след. Производятся тщательные измерения ширины раскрытия трещины на самом верху стенок шурфа, у дна и в промежутке между ними, а также расстояния от поверхности грунта до точек измерения в шурфе. На основании этого оценивается опасность сквозной фильтрации по трещине.

#### ***Наблюдения и обследование просадок гребня дамбы***

Просадки гребня дамбы в виде воронок или видимых на глаз значительных понижений могут вызываться рядом причин: оттаивание захороненного в теле дамбы льда, снега или промороженного грунта; недостаточное уплотнение локальных объемов или прослоек уложенного грунта; суффозионный вынос мелкого грунта из тела дамбы или основания; выпор слабого грунта из основания и другое.

Прямыми признаками проявления просадок на гребне являются:

- образование на поверхности характерных воронок диаметром от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров;
- заметное разрыхление грунта в воронках и понижениях просадочного характера;
- скопление снега в воронках и понижениях;
- более интенсивный, при равных прочих условиях, характер протекания осадки на просадочных участках, чем на непросадочных (фиксируется геодезическими измерениями).

Обнаруженные наблюдениями просадочные воронки или локальные понижения гребня следует оконтурить и оснастить кольшками-марками, по которым выполнить съёмку геодезическим способом или с помощью мерной ленты, отвеса и рейки. Плановые очертания и глубины воронок (понижений) заносятся в полевой журнал и в карту-развёртку.





По максимальным значениям измеренных глубин просадочных воронок и понижений незамедлительно оценивается возможность перелива воды через осевший гребень. При наличии такой угрозы принимаются оперативные меры по засыпке понижений или по наращиванию гребня.

Характерными признаками затухания наблюдаемых просадок гребня являются стабилизация глубин просадочных воронок (понижений) и их плановых размеров. Об этом наглядно могут свидетельствовать уположение графиков осадки кольшкков-марок и сближение контуров воронок, зафиксированных на различные даты.

#### ***Наблюдения за пучением грунта гребня дамбы***

Большинство связных грунтов (глины, суглинки) в силу своих структурных особенностей при промерзании сильно увеличиваются в объёме (пучатся) и подвергаются трещинообразованию. При этом после нескольких циклов промерзания-оттаивания плотность грунта, его противодиффузионные свойства значительно снижаются. Это явление может иметь неблагоприятные последствия для суглинистых ядер, экранов или тела дамб, увеличивая их водопроницаемость в пределах глубины сезонного промерзания.

Признаком пучения грунта гребневой части дамбы является образование в зимние периоды на его поверхности характерных бугров или локальных подъёмов. Визуальными наблюдениями явление пучения грунта обнаруживается сравнительно легко.

Для количественной оценки процесса пучения и вызванного им разуплотнения грунта кроме визуальных наблюдений проводятся инструментальные (с помощью деформометров, пучиномеров и др.) измерения сезонных подъёмов поверхности гребня с одновременным контролем температурного состояния грунта в зоне его промерзания. Установлено, что если деформация пучения составляет больше 10% по отношению к глубине промерзания, то грунт считается сильнопучинистым и деформации его должны быть проанализированы с точки зрения их опасности для сооружения.

#### ***Выявление очагов формирования оползней на гребне дамбы***

Практика показала, что в подавляющем большинстве случаев обрушения откосов дамбы первичные очаги оползней формируются на её гребне. Обрушения могут быть с незначительным и с широким охватом (вовлечением) гребня оползнем. И в том, и в другом случаях оползням предшествует образование на поверхности гребня характерных первичных трещин криволинейного очертания.

При широком захвате гребня оползнем первичную трещину визуально следует искать в средней его части, а при незначительном – вдоль низовой или верховой бровки. Следует иметь в виду, что при формировании оползней отсекающие первичные трещины в начальный момент могут иметь небольшое раскрытие, поэтому визуальный поиск их затруднён и должен вестись очень тщательно. Осмотр гребня при поиске трещин лучше производить в сухую солнечную погоду при боковом (к оси дамбы) освещении.



### ***Визуальные наблюдения за состоянием и устойчивостью откосов дамбы***

Состояние и устойчивость откосов дамбы играют одну из главных ролей в обеспечении эксплуатационной надёжности и безопасности сооружения. Повреждения откосов, как правило, сопровождаются серьезными осложнениями, а в ряде случаев приводят к аварии.

Визуальными наблюдениями за откосами дамбы следует выявлять:

- признаки потери устойчивости (оползания) откосов;
- повреждения специальных креплений;
- наличие промоин и просадочных воронок на поверхности низового откоса;
- повреждения водосборных и водоотводящих канав;
- изменения геометрии (очертания) откосов;
- участки зарастания откосов растительностью;
- наличие и деятельность землеройных животных.

### ***Наблюдения за признаками потери устойчивости (оползания) откоса***

Основными признаками потери устойчивости (оползания) откоса, фиксируемыми визуально, являются:

- образование на гребне или склонах откоса характерных для оползней криволинейных трещин;
- нарастающее во времени их раскрытие;
- образование вдоль следа трещины вертикального уступа (проседает отделившийся массив);
- увеличение раскрытия трещины и высоты уступа;
- появление заметного выпучивания грунта в средней и нижней частях откоса.

Локальное и фронтальное (на большой протяженности) обрушение откоса сопровождается перемещениями больших объёмов грунта из тела дамбы.

При обнаружении трещин явно наметившегося оползня необходимо на потенциально неустойчивом массиве произвести оперативную установку временных высотных марок в виде колышков или арматурных коротышей и организовать геодезические наблюдения за его смещениями более частыми циклами. Информация о повреждении откоса незамедлительно передается ответственному должностному лицу для принятия мер по закреплению откоса.

### ***Наблюдения за креплением откоса***

Крепление откоса дамбы предназначено для предотвращения размывов грунта поверхностными водами, эстетического оформления.

Обследование крепления на откосе следует устанавливать соответствие уложенного в него материала и фактической толщины защитного слоя требованиям проекта. Толщина крепления определяется с помощью проходки на откосе сети шурфиков до обнажения защищаемой поверхности и замеров линейкой толщины слоя материала крепления. Соответствие качества материала крепления проектным требованиям определяется на основании испытаний проб,



отобранных из шурфиков.

Визуальными наблюдениями необходимо установить наличие повреждений крепления на отдельных участках. Для этого осуществляется тщательный осмотр поверхности откоса.

При осмотрах важно также отметить наличие на поверхности откоса поперечных (от гребня к подножию откоса) впадин, борозд, рытвин, углублений от следов бульдозера и т.п. Эти локальные углубления на откосе способствуют концентрации поверхностных вод в потоки, а последние приводят к образованию промоин, повреждениям крепления, эрозии грунта тела дамбы.

Промоины на откосе формируются обычно в направлении от гребня к подножию в виде оврагов. Смываемый потоками воды грунт транспортируется по промоинам к подножию откоса, где и откладывается. Часто это приводит к заилению дренажных устройств и ухудшению условий разгрузки фильтрационного потока. Поэтому при осмотрах промоин необходимо проверить состояние дренажных устройств в створе оврага на предмет их заиления смываемым грунтом. Обнаруженные промоины должны незамедлительно заделываться кондиционным грунтом с тщательным его уплотнением и выравниванием поверхности, так как несвоевременное принятие этих мер приводит к значительному их углублению после сильных дождей или интенсивного снеготаяния.

#### ***Наблюдения за просадками грунта на откосах***

Возникающие иногда на поверхностях откосов просадочные воронки и локальные понижения по своей природе аналогичны тем, которые наблюдаются и на гребне дамбы. На низовом откосе, как и на гребне, просадки могут быть вызваны суффозионным выносом грунта из тела дамбы, протаиванием захороненного при строительстве льда или снега, доуплотнением грунта в зонах рыхлой отсыпки, выпором слабых грунтов из основания под дамбой и др. Просадочные воронки или локальные понижения поверхности на откосе обнаруживаются при тщательных осмотрах поверхности в условиях хорошего бокового освещения или геодезической съемкой. Наблюдения за просадочными явлениями на откосах выполняются по аналогии с такими же наблюдениями на гребне дамбы.

#### ***Наблюдения за рассредоточенными выходами фильтрации***

В период эксплуатации могут иметь место выходы профильтровавшейся через дамбу воды на поверхность низового откоса. Они могут быть или в виде малоинтенсивного рассредоточенного высачивания и намочания грунта (мокрые пятна), или в виде отдельных сосредоточенных ручейков, фонтанчиков (грифонов), ключей. Все эти выходы воды на поверхность откоса могут представлять серьезную опасность для дамбы, требуют тщательного контроля за их развитием и принятия необходимых мер инженерной защиты.

Внешними проявлениями рассредоточенного выхода являются:

- заметное увлажнение грунта на поверхности откоса в зоне высачивания воды;
- оплывание водонасыщенного грунта;
- более густая и ярко-зелёного цвета трава (если откос покрыт растительностью);



– характерные зеркальные блики при отражении солнечных лучей от увлажненной поверхности.

Рассредоточенные выходы воды на откосе в виде мокрых пятен хорошо обнаруживаются по отмеченным признакам визуальным способом, если поверхность чистая, не захламлена, не имеет мощного крепления травяной или кустарниковой растительностью. Мокрые пятна выделяются на откосе более темным цветом влажного грунта, особенно в безветренную сухую погоду при перистой облачности. При наличии на откосе защитного крепления или высокой травы для обнаружения выходов воды рекомендуется при его тщательном осмотре проводить зондирование поверхности острым стальным шупом толщиной 10-12 мм. Там, где грунт находится в водонасыщенном состоянии, шуп сравнительно легко погружается в него на 0,5-1,0 м и более, а в «сухих» местах – на 3-5 см. Способ зондирования следует применять и при чистой поверхности откоса, когда обследование его проводится впервые. По результатам визуальных осмотров и зондирования необходимо уточнить и оконтурить кольщиками границы зафиксированных зон высачивания воды на откосе.

Весьма надёжным способом поиска и оконтуривания зон выхода воды на откос является способ шурфовки. В подозрительных местах от подножия откоса вверх отрываются неглубокие шурфики с шагом примерно 2-5 м и с заглублением в грунт тела дамбы на 15-20 см. В местах выхода на откос профильтровавшейся воды шурфики через некоторое время заполнятся водой. В этих местах отрываются цепочки шурфиков по другим направлениям и после заполнения некоторых из них водой оконтуривается кольщиками зона намокания.

Очень важно установить, действительно ли вода в шурфиках профильтровалась через дамбу или является следствием недавних осадков. Для этого следует приурочить устройство шурфиков к относительно длительному периоду сухой погоды; провести зондаж грунта стальным шупом через шурфики с водой и сухие и убедиться в наличии или отсутствии глубокого водонасыщения его (по тому, как шуп входит в грунт – без усилий или с усилием); проследить в течение значительного времени (может быть даже нескольких дней, но до выпадения очередного дождя) за уровнями воды в шурфиках (вода испарится, уровни снизятся, если она обусловлена поверхностным стоком, вода сохранится на прежнем уровне или даже на более высоком, если она фильтрует через дамбу). Кроме того, хорошим индикатором может служить температура воды (грунта) на самом дне шурфиков. В летний период времени профильтровавшаяся через дамбу вода и соответственно грунт всегда будут иметь существенно более низкую температуру, чем вода поверхностного происхождения, сухой грунт и воздух, а зимой – наоборот.

#### ***Наблюдения за сосредоточенными выходами фильтрации***

Фильтрация в виде сосредоточенных выходов воды (грифоны, ключи, ручьи и т.п.) в ряде случаев может представлять реальную опасность для дамбы, вызывая нарушения фильтрационной прочности грунта и сооружения.

Основные причины появления очагов сосредоточенной фильтрации на низовом откосе



дамбы или примыкающей к ней территории следующие:

- наличие в теле дамбы (или в основании) слабых в фильтрационном отношении прослоек грунта, явившихся следствием отступлений от проекта или плохого качества строительных работ;
- сквозные фильтрующие трещины в противофильтрационных элементах дамбы;
- погребенные в теле дамбы водопрводящие или жесткие элементы (трубы, шланги, бревна и пр.).

Признаками проявления очагов сосредоточенной фильтрации являются:

- наличие фонтанчика или ключа, выходящего на поверхность с некоторым напором;
- значительная интенсивность излива воды из очага;
- обводнение узкой полосы поверхности грунта на откосе ниже очага фильтрации;
- интенсивный вынос мелкого грунта (мути) из очагов действия грифонов.

При длительном действии очага сосредоточенной фильтрации в дамбе или в основании, которое сопровождается суффозионным выносом грунта, на поверхностях выше очагов могут проявляться просадочные воронки.

Сосредоточенные выходы фильтрации достаточно легко обнаруживаются визуальным осмотром поверхности низового откоса и прилегающей территории, если они не замусорены, не имеют буйной растительности или специальных покрытий. При поисках сосредоточенных выходов воды следует ориентироваться на признаки их проявления, которые перечислены выше. Скрытые очаги сосредоточенной фильтрации можно обнаружить, проследив путь ручьев, вытекающих на нижних отметках.

Обнаруженные очаги сосредоточенной фильтрации заносятся на масштабные карты-развертки, выясняется их происхождение, оценивается опасность действия очагов для дамбы.

Опасными являются очаги, через которые происходит явный суффозионный вынос грунта из тела дамбы.

Вынос грунта вместе с фильтрующей водой фиксируется:

- зрительно по наличию или отсутствию мути в пробе воды, взятой из очага в чистую стеклянную посуду (просмотром на свет);
- по отложениям мелкого грунта вокруг очага или в местах рассредоточения вытекающей воды по площади.

Опасность действия очага сосредоточенной фильтрации для дамбы может быть оценена по значениям выходного градиента напора непосредственно в зоне очага. Для определения выходного градиента напора забиваются вручную рядом с очагом фильтрации на различную глубину два коротких пьезометра (отрезки труб). Значение выходного градиента напора вычисляется как отношение разности уровней воды в пьезометрах к разности отметок погружения в грунт нижних концов труб, оформленных как водоприемники или просто сплюснутых молотком.



Измеренное значение выходного градиента напора в очаге сосредоточенной фильтрации сравнивается с допустимым его значением для данного вида грунта и оценивается вероятность потери грунтом его фильтрационной прочности. При наличии такой угрозы территория вокруг очага сосредоточенной фильтрации и сам очаг пригружаются слоем дренирующего материала (песчано-гравийным грунтом, гравием, щебнем и т.п.).

Выяснение происхождения зафиксированных очагов сосредоточенной фильтрации (будь то на поверхности низового откоса или прилегающей территории) производится на основании тщательного анализа возможных причин их появления, а также соответствующей проектной и строительной документации (геологические разрезы по створу, справки по качеству уложенных в плотину грунтов, акты на скрытые работы и допущенные отступления от проекта и т.п.), результатов натурных наблюдений за сооружением под напором (характер и неравномерность осадки, появление поперечных трещин, образование просадочных воронок и др.). Анализ указанных причин и сопутствующей документации следует проводить в тесной увязке с местоположением очагов сосредоточенной фильтрации на плане сооружения относительно пикетов, высотных отметок, отдельных трещин и др.

Контрольные наблюдения за очагами сосредоточенной фильтрации должны включать:

- систематические измерения расхода и температуры воды в очагах;
- определение мутности воды непосредственно на выходах из очагов;
- установление связи очагов фильтрации с верхним бьефом.

Для измерений расходов воды от очага сосредоточенной фильтрации делается отвод в виде канавки или дренажной трубки, в конце которых устраивается небольшой приямок для размещения мерного сосуда. Предварительно очаг фильтрации можно обваловать суглинком. При небольших расходах измерение их проводится объёмным способом – по времени наполнения сосуда определенной ёмкости. Если расходы значительные (более 0,5 л/с), то на отводе воды из очага следует установить стандартный мерный водослив треугольного или другого профиля.

Наблюдения за мутностью профильтровавшейся воды осуществляются, как отмечалось ранее, путем очень тщательного (без взмучивания грунта) отбора проб воды из очага и выпаривания из них твёрдого осадка. Осадок взвешивается на точных аналитических весах.

Связь очагов сосредоточенной фильтрации с уровнем верхнего бьефа устанавливается по графикам зависимости расходов в очагах от соответствующих датам измерения уровней воды и температуры воды в чаше золоотвала.

Наблюдения за очагами сосредоточенной фильтрации дают возможность установить, происходит ли прогрессирующее их развитие во времени (увеличение расхода, мутности и т.д.) и, при необходимости, своевременно принять меры по обеспечению надёжности сооружения.

#### ***Наблюдения за дренажными устройствами***

Главное назначение дренажа – сбор и отвод профильтровавшейся через дамбу воды и защита тела дамбы от суффозии.





При контрольных осмотрах водоотводной канавы необходимо фиксировать процессы и участки заиления грунтом, зарастания водорослями, а также очаги выхода мутной воды из откосов и дна канавы. При обнаружении в канаве проявлений в виде шлейфов мутной воды необходимо установить их происхождение. Другими причинами этого явления может быть стекание в канаву поверхностной мутной воды (например, после выпадения дождей) или подмыв грунта откоса канавы потоком и его оплывание.

Результаты визуальных наблюдений рекомендуется анализировать совместно с результатами инструментальных измерений.

Сосредоточенные и все другие выходы воды на поверхность территории, примыкающей к низовому откосу дамбы, в виде грифонов, ключей, ручьев, высачиваний следует систематически контролировать так же, как и аналогичные проявления непосредственно на дамбе.

#### ***Наблюдения за растительным покровом и землеройными животными***

Травяное крепление поверхности низового откоса от размывов верховодкой во многих случаях является достаточно эффективным. Однако травяной покров затрудняет контроль за выходами профильтровавшихся вод на откос. Развитие на откосе кустарниковой растительности, с этой точки зрения, также нежелательно.

Наличие крупных деревьев с развитой вглубь корневой системой на откосе недопустимо. Корнями могут пронизываться и нарушаться водоупорные и грунтовые элементы, забиваться фильтровые слои и дренажные устройства. При отмирании крупных корней по ним могут формироваться сосредоточенные очаги фильтрации. Визуальными наблюдениями все эти обстоятельства должны контролироваться.

При осмотрах низового откоса, покрытого травой, необходимо обращать внимание на густоту и цвет травы. В местах повышенной влажности, которые могут быть выходами фильтрационных вод или скоплениями верховодки, трава обычно растет более густой и имеет более яркий зелёный цвет, чем на сухих участках.

При обнаружении на поверхности откоса признаков жизнедеятельности землеройных и норных животных следует с помощью соответствующих специалистов установить их вид и особенности устраиваемых ими подземных ходов. При создании животными глубоких ходов в теле дамбы, особенно в областях фильтрации, противофильтрационных элементов и фильтров, должны быть приняты необходимые меры по защите сооружения или переселению животных в другие места.

#### ***Наблюдения за золошлакопроводами и сооружениями возврата осветлённой воды***

Обходчиками и техником службы мониторинга безопасности ГТС, визуальными наблюдениями контролируется:

- целостность и исправность, наличие или отсутствие течи в золошлакопроводах;
- целостность здания насосной станции осветлённой воды (трещины и деформация стен), исправность оборудования, наличие течи в соединениях труб и арматуры;



– целостность шахтных водосбросов (наличие деформации, трещин, контактной фильтрации, наличие посторонних предметов у водосбросов).

Технология осветления воды подтверждается анализом проб осветлённой воды на взвешенные вещества. Химические анализы проводятся в хим. цехе

Результаты наблюдений за золошлакопроводами и сооружениями возврата осветлённой воды фиксируются в соответствующих журналах.

### **3.3 Обработка результатов натуральных наблюдений**

Первичная обработка показаний приборов производится на месте службой натуральных наблюдений (мониторинга) по соответствующим инструкциям; показания приборов представляются в форме таблиц или графиков. На основании нивелирования строятся поперечные разрезы по дамбе. Результаты наблюдений за уровнем воды на защищаемой территории записываются в соответствующие журналы:

- контроля уровней воды в наблюдательных скважинах;
- замера расходов фильтрационной воды;
- сводной ведомости уровней воды в наблюдательных скважинах.

При дальнейшей обработке материалов наблюдений строятся графики изменения расходов фильтрационных вод (во времени).

В журнале визуальных наблюдений отражаются результаты наблюдений и контроля по всем объектам мониторинга.

Документация должна храниться в месте, где обеспечивается их полная сохранность. Все журналы должны быть пронумерованы и включены в соответствующую опись.

Исполнительные схемы, планы, поперечные разрезы по сооружениям должны храниться в папках.

Материалы первичной обработки натуральных наблюдений для составления заключений о состоянии гидротехнических сооружений золошлакоотвала, разработки соответствующих рекомендаций и принятия решений представляются по обязательным наблюдениям за ГТС – лицу, ответственному за их безопасное состояние.

Вся документация по мониторингу должна храниться в специально отведённом месте и предъявляться по первому требованию органам надзора.

### **3.4 Порядок действий персонала при обнаружении деформаций, превышающих расчётные**

При появлении на гребне дамбы осадок, превышающих заданные в Критериях безопасности или проекте величины, продольных или поперечных трещин, установить причину возникновения деформаций и своевременно принять меры по восстановлению тела дамбы.

Местные просадки дамбы, вызывающие опасность перелива воды через гребень, должны





незамедлительно заделываться грунтом.

Нарушенное крепление верхового откоса должно восстанавливаться в кратчайший срок в соответствии с проектом каменной наброской из водостойкого и морозостойкого материала.

При нарушении сплошности тела дамбы, значительных оползнях откосов или деформациях, вызывающих угрозу прорыва должны быть немедленно выполнены мероприятия согласно плану ликвидации аварий. Впоследствии, после полного завершения ремонтных работ осуществляется приёмка восстановленных участков ГТС комиссией с участием представителей проектной организации. Комиссия назначается совместным приказом эксплуатирующей организации и территориального органа Ростехнадзора.

Участки водоотводящей канавы, в которых наблюдается подпор воды, подлежат немедленной ревизии. При обнаружении мест заиления, скопления мусора и пр., канава подлежит незамедлительной очистке.

Если при соблюдении заданных в проекте условий эксплуатации наблюдается высачивание фильтрационной воды на низовой откос дамбы, следует обратиться в проектную организацию для корректировки рабочей документации.

При обнаружении выноса частиц грунта с фильтрационной водой на низовом откосе (суффозии) должны быть немедленно приняты срочные меры по устранению причин суффозии и восстановлению откоса.

Сведения обо всех обнаруженных при осмотрах и обследованиях сооружений недостатках заносятся в соответствующие журналы наблюдений. К журналу прилагается план сооружения, на котором отмечаются все участки, где в процессе эксплуатации произошли серьезные нарушения в техническом состоянии сооружений с указанием характера нарушения и даты. На ГТС обнаруженные дефектные места обозначаются сигнальными знаками, по которым они могут быть легко найдены.

Должностное лицо, ответственное за техническое состояние ГТС, должно еженедельно проверять журналы наблюдений и делать записи о принятых мерах по устранению выявленных недостатков и их исполнению.

В случаях, когда визуальными наблюдениями выявлены деформации (осадки, просадки, трещины, выпучивание отдельных участков тела или основания дамбы), не носящие опасного характера, на участках деформации устанавливаются инструментальные наблюдения, которые необходимо проводить до стабилизации или полного затухания обнаруженной деформации. При обнаружении опасных деформаций должны немедленно приниматься меры по их устранению.



#### **4 Технические условия и чертежи на установку контрольно-измерительной аппаратуры, спецификация измерительных приборов и устройств**

Специальных технических условий на установку КИА (контрольно-измерительной аппаратуры) не требуется. Чертежи и спецификация на пьезометры и поверхностные марки приведены в графических приложениях.



## 5 Инструкции и методические рекомендации по проведению натуральных наблюдений за работой и состоянием сооружений

Общий надзор за существующими гидротехническими сооружениями системы должен проводиться регулярно в соответствии с утвержденными должностными инструкциями.

Для персонала, занимающегося эксплуатацией сооружений золоотвалов, на основании РД 03-259-98 «Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России» [[Ошибка! Источник ссылки не найден.](#)], составляется местная инструкция, учитывающая конкретные условия транспортирования золошлаковой пульпы.

В местной инструкции по эксплуатации сооружений золоотвалов должны быть указаны:

- режим работы и способы заполнения золоотвалов;
- минимальные (нижний предел) и максимальные (верхний предел) отметки воды в отстойном пруду золоотвалов;
- условия пропуска ливневых и паводковых вод;
- способы и порядок выхода из аварийных ситуаций;
- периодичность обходов, осмотров и ремонта сооружений;
- признаки ненормальной работы и ненормального состояния оборудования и сооружений;
- состав и объём натуральных наблюдений с целью выбора надёжных и наиболее безопасных условий эксплуатации сооружений;
- особые меры безопасности, неоговоренные в ПТБ;
- оптимальные и предельно допустимые параметры системы гидротранспорта (напор, расход и температура пульпы и осветлённой воды, сроки дренирования трубопроводов в зимнее время, условия приема сточных вод в систему золошлакоудаления и др.)

Натурные наблюдения за состоянием ограждающей дамбы золоотвалов должны проводиться в течение всего периода эксплуатации.

Периодичность наблюдений за вновь возводимыми ярусами дамбы золоотвала должна составлять (не реже):

- за осадкой основания дамбы – от 1 раза в месяц до 1 раза в квартал до окончания строительства дамбы и заполнения соответствующего яруса наращивания золоотвала, затем, в первый год после заполнения – 3 раза, во второй год – 2 раза, далее 1 – 2 раза в год;
- за осадкой гребня и берм – 1 раз в месяц в течение первого года наблюдений, затем 1 раз в квартал в течение второго года наблюдений, далее 1 – 2 раза в год.

В случае обнаружения в процессе эксплуатации дамб каких-либо неблагоприятных явлений (повышения уровня грунтовых вод, фильтрационных расходов, оползней, просадок и т. п.) наблюдения должны проводиться более часто.



Периодичность фильтрационных наблюдений устанавливается в зависимости от конструкции и материала дамбы, свойств основания, значимости ГТС. Для золоотвала I класса периодичность наблюдений за положением депрессионной поверхности в период эксплуатации составляет 1 раз в месяц, а в период прохождения паводка и интенсивного снеготаяния – 1 раз в 7-10 дней.

Замеры уровней и отборы проб воды для химического анализа из наблюдательных скважин должны проводиться ежемесячно, в период прохождения паводков уровни воды в наблюдательных скважинах должны определяться одновременно с проведением замеров уровней воды в чаше золоотвала, т.е. 1 раз в 7-10 дней.

Для получения корректных результатов химического анализа перед отбором проб должна быть проведена прокачка скважины с целью исключения попадания в скважину поверхностных загрязнений.

Одновременно с наблюдениями за положением депрессионной поверхности следует измерять уровень воды в отстойном прудке золоотвала. Особое внимание должно быть уделено местам сосредоточенного выхода фильтрационной воды на откос дамбы. Обнаруженные выходы воды должны быть каптированы. Необходимо организовать наблюдения за расходом воды с отбором проб для контроля за мутностью и химическим составом, а также за температурой фильтрующейся воды. Измерение сначала должны проводиться ежедневно, а затем - с периодичностью, учитывающей развитие или стабилизации процессов. Измерение следует продолжать до устранения выхода фильтрационной воды на откосы дамбы.

Положение депрессионной поверхности фильтрационного потока устанавливается путём измерения уровней воды в пьезометрических скважинах во всех створах, данные заносятся в журнал и сравниваются с критериальными значениями показаний пьезометров.

Для измерения уровня воды в безнапорных пьезометрах применяют лоты с мерным тросом (лот–свисток, лот–хлопушку, лот с электрической сигнальной лампочкой), измеритель уровня воды конструкции НИС Гидропроекта, акустический уровнемер, струнный пьезодинамометр без дистанционной передачи показаний или в комплекте с прибором ПЦП и др. Точность измерения с помощью лотов  $\pm 20$  мм, других приборов  $\pm 100$  мм.

Отметку устья пьезометра следует определить перед началом заполнения золоотвала, в дальнейшем – 1 раз в год или в случае повреждения пьезометра.

Один раз в год необходимо проверять исправность (чувствительность) пьезометров. Исправность пьезометров проверяется откачкой или заливкой воды с последующим измерением уровня и продолжительности его восстановления. Если первоначальный уровень воды в пьезометре не восстанавливается вообще или позже расчётного времени, пьезометр считается неисправным.

Периодически (1 раз в полгода) с помощью нивелирования должны проверяться отметки основания уровнемерных рек.



Результаты визуальных наблюдений следует зарегистрировать на картах- развертках, а в журнале визуальных наблюдений описать выявленные повреждения ГТС:

- размеры повреждений земляных сооружений и деформационных швов;
- характер фильтрации (капельная, струйчатая, мокрые пятна и пр.).

Для упрощения сопоставления значений измеренных диагностических показателей с критериальными значениями должна быть составлена специальная таблица, в которой приводятся следующие данные:

- наименование всех показателей состояния сооружения, контролируемых натурными наблюдениями;
- способы определения значения каждого показателя по данным измерений;
- первоначальные расчётные значения показателей, взятые из проекта;
- значения показателей по данным измерений на характерные периоды работы золоотвала.

При возникновении существенных затруднений в эксплуатации системы гидротранспорта пульпы и для своевременного разрешения перспективных вопросов транспортирования, и складирования золошлаков необходимо обращаться в проектные и наладочные организации.



## 6 Критерии безопасности

Состав и критериальные значения диагностических показателей  $K_1$  и  $K_2$  проектируемых ГТС определены на основе анализа результатов расчётов и экспериментальных исследований фильтрационного режима, напряженно-деформированного состояния, прочности и устойчивости сооружений на основное и особое сочетание нагрузок, а также на основе анализа прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик материалов.

Состав контролируемых натурными наблюдениями основных показателей определён с учётом класса сооружения, особенностей основания, конструктивных особенностей сооружений и условий их эксплуатации.

В проекте выполнен расчёт устойчивости откосов защитной дамбы. Нормативный коэффициент устойчивости для сооружений III класса составляет 1,15. Коэффициенты устойчивости, полученные расчётом, составляют от 1,30 до 2,16, т.е. устойчивость откоса обеспечивается.

Перечень контролируемых показателей состояния ГТС и их предельные значения (критерии безопасности) приведены в таблице 4

Таблица 4 – Количественные контролируемые показатели состояния ГТС и их предельные значения

| Контролируемые показатели состояния                           | Предельные значения   |
|---|---|
| <b>Дамба</b>  |   |
| <i>Геометрические параметры:</i>                              |   |
| отметка гребня, м   | 578,95  |
| ширина гребня, м  | 5,70  |
| заложения откосов   |   |
| - верхового   | 1:2,55  |
| - низового  | 1:2,125   |
| Минимальные коэффициенты устойчивости откосов                 | 1,15  |
| Осадка  | более 5% от высоты дамбы за весь период эксплуатации; превышение осадки текущего года по отношению к предыдущему на 20% и более |
| <b>Канавы осветлённой воды</b>                                |   |
| <i>Геометрические параметры:</i>                              |   |
| один уровень (проектный):                                     |   |
| ширина по дну, м  | 1,0   |
| заложение откосов, м  | 1:2,5   |
| продольные уклоны минимальные                                 | от 0,0005 до 0,002  |
| <b>Режим верхнего бьефа (уровень воды в отстойном прудке)</b> |   |
| Водомерная рейка на шахтных водосбросах                       | Не выше 578,5 м   |
| Протяжённость пляжа   | 20,0 м  |
| <b>Контрольно-измерительная аппаратура</b>                    |   |
| Количество и состав КИА                                       | 4 водомерные рейки<br>12 пьезометров<br>6 реперов   |
| Высотное положение КИА  | проверка нуля   |



В таблице 5 приведены качественные показатели состояния ГТС и их предельные значения (критерии безопасности).

Таблица 5 – Качественные контролируемые показатели состояния ГТС и их предельные значения (критерии безопасности)

| <b>Контролируемые показатели состояния</b>  | <b>Предельные значения</b>  |
|---|---|
| <b>Дамба</b>  |   |
| Деформации  | локальные оползни, обрушения откосов, выпор грунта на откосе или у подошвы дамбы;<br>наличие и развитие осадок, просадок или пучения грунта на гребне, откосах и у их подножия;<br>наличие ходов животных-землероев   |
| Трещинообразование в дамбе  | появление и развитие сквозных поперечных трещин на гребне, превышающих по глубине величину превышения гребня дамбы над 3% уровнем воды, появление продольных трещин закола при образовании оползневых явлений   |
| Фильтрационный режим  | выходы мутного фильтрационного потока на откос, вынос частиц грунта, фильтрационные деформации, размыв  |
| Состояние креплений откосов, защитного покрытия гребня  | недопущение прогрессирующих разрушений и отклонений от заданного проектом   |
| <b>Канавы осветлённой воды</b>  |   |
| Состояние откосов и дна   | недопущение развития негативных процессов (наличие размывов дна и откосов канавы, наличие значительных деформаций, просадок, оплывин и т.п.)  |
| Засорение, зарастание, промерзание  | один уровень – недопущение развития негативных процессов (существенное засорение, зарастание, промерзание, снижающие пропускную способность)  |
| <b>Контрольно-измерительная аппаратура</b>  |   |
| Состояние КИА   | сохранность установленной аппаратуры, периодичность и правильность освидетельствования КИА в соответствии с техническими паспортами, правилами и инструкциями по эксплуатации и проектными разработками   |
| <b>Организация эксплуатации</b>   |   |
| Соответствие службы эксплуатации требованиям ведения мониторинга и обеспечения безопасности ГТС | соответствие штатному расписанию, укомплектованность специалистами-гидротехниками, обеспечение средствами наблюдений, измерений, технической документацией, инструментами, материалами, средствами оповещения и защиты согласно ПЛ и ЛАС;<br>выполнение инструкций по эксплуатации и мониторингу ГТС, способность к ведению работ по ПЛ и ЛАС |
| Состояние проектной и эксплуатационной документации   | сохранность и комплектность документации в соответствии с требованиями нормативных документов, своевременность и правильность её ведения  |



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс РФ.
2. Федеральный закон от 3.06.2006 № 74-ФЗ от «Водный кодекс Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 21 июля 1997 года № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений».
4. Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
5. Постановление правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 о составе разделов проектной документации.
6. Типовая инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений тепловых электростанций РД 153-34.2.21.325-2003.



# Золоотвал №1

Приложение А  
Схема КИА

РП5.1  
П5-1  
П5-2

РП4.1  
П4-6  
П4-5

Канавы  
осветленной  
воды

Секция II

РП3.3  
П3-9  
П3-8

РП6.1  
П6-1  
П6-2

Секция I

РП2.1  
П2-9  
П2-8

Золошлакопроводы  
и водоводы  
осветленной воды

РП1.3  
П1-5  
П1-4

Пруд  
осветленной  
воды





### ТАБЛИЦА РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Изм. | Номера листов (страниц) |            |       |                | Всего листов (страниц) в док. | Номер документа | Подпись | Дата |
|------|-------------------------|------------|-------|----------------|-------------------------------|-----------------|---------|------|
|      | измененных              | замененных | новых | аннулированных |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |
|      |                         |            |       |                |                               |                 |         |      |