

УДК 621.182.94/.95:662.613.1:502.176

## **ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОГО СОСТОЯНИЯ ЗОЛОШЛАКООТВАЛОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ СИБИРИ**

Киреев П.А., аспирант гр. ФПа-211, II курс

Баев М.А., к.т.н., доцент кафедры ФПиСГ

Авхимович О.Е., студент гр. ФПс-181, V курс

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

При эксплуатации тепловых электростанций (ТЭС) главным элементом преобразования энергии является уголь, при сжигании которого образуется зола. Ежегодно в России сжигается около 125 млн. тонн топлива, образуя 25–30 млн. тонн золошлаковых отходов, Они хранятся в золошлакоотвалах (ЗШО) – это специально оборудованные гидротехнические сооружения. Объем накопления оценивается в 1,5–2 млрд. тонн. К настоящему времени в Сибири скопилось более 500 млн. тонн золошлаковых отходов, а площадь, занимаемая золошлакоотвалами, превысила 4 тыс. га. Проектная емкость золошлакоотвалов должна быть достаточной для их работы в течение не менее 5 лет [13].

Поскольку сброс сточных вод на рельеф запрещен согласно законодательству РФ [10-11], система гидрозолоудаления на ТЭС должна быть оборотной (замкнутой), однако, большинство таких систем не являются замкнутыми. При постоянной работе золовыпусков образуется безнапорный поток техногенных вод, содержащий водорастворимые соединения, многие из которых токсичны. Под действием гравитационных сил возникает фильтрация этих вод в основание золоотвала, где на прилегающей к нему территории протекают грунтовые воды, в результате чего происходит их гидрохимическое загрязнение [12]. Совместные действия фильтрационного потока и сезонного промерзания низового откоса оказывают негативное влияние на устойчивость ограждающих дамб, и является одной из основных причин их разрушения. Нарушение устойчивости ограждающих дамб может привести к аварии с серьезными последствиями, так как большинство ЗШО располагаются вблизи населенных пунктов и важных стратегических объектов.

Так, например, в январе 2006 года произошел прорыв ограждающей дамбы ЗШО Южно-Кузбасской ГРЭС, образовалась утечка больших объемов золошлаковой пульпы (Таблица 1). Были подтоплены 2 жилых дома и 8 хозяйственных строений, эвакуировано 47 человек. Экономический ущерб составил 8,8 млн. руб. (в ценах 2006 г.) [9].

Таблица 1. Объемы утечек при аварии на ЗШО Южно-Кузбасской ГРЭС

Вид содержимого утечки	Объем V, тыс. м <sup>3</sup>
Золошлак	3,5
Техническая вода	23

Причиной возникновения аварии на ЗШО Южно-Кузбасской ГРЭС стало нарушения устойчивости ограждающей дамбы вследствие превышения предельно допустимого уровня воды (критериев безопасности) в теле дамбы (Рисунок 1), которые используют для оценки уровня риска возникновения аварии. Критерии безопасности определены в декларации безопасности, разработкой которой занимается эксплуатирующая организация, а решение по её утверждению принимают органы Ростехнадзора.

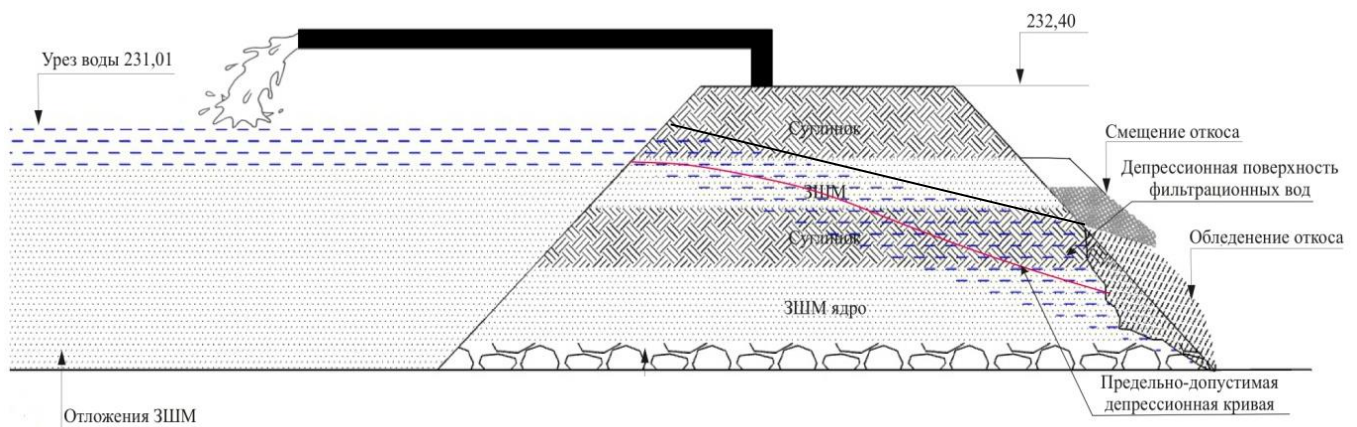


Рисунок 1. Поперечный гидрогеологический разрез ограждающей дамбы Южно-Кузбасской ГРЭС с положением депрессионной кривой

Одной из крупнейших угольных электростанций на территории Кемеровской области является Беловская ГРЭС. Общий объем накопленных золошлаковых отходов в ЗШО № 2 составляет около 30 млн. м<sup>3</sup>.

При выполнении работ по гидрогеологическому мониторингу, в 2021 году, на золошлакоотвале № 2 Беловской ГРЭС на участках ПК-36 и ПК-38, по наблюдательным скважинам № 57 и № 58 (Рисунок 2) было зафиксировано превышение двух проектных предельно допустимых границ – критериев безопасности (K1, K2).

Фактическое положение уровней грунтовых вод в теле ограждающей дамбы по состоянию на 13.11.2021 г. в скв. 57 превысило проектные значения K1 на 0,63 м, K2 на 0,43 м. По состоянию на 05.12.2021 г. превышение составило: в скв. 57 - K1 на 0,69м, K2 на 0,49м; в скв. 58 - K1 на 0,23м, K2 на 0,03м (Рисунок 3).

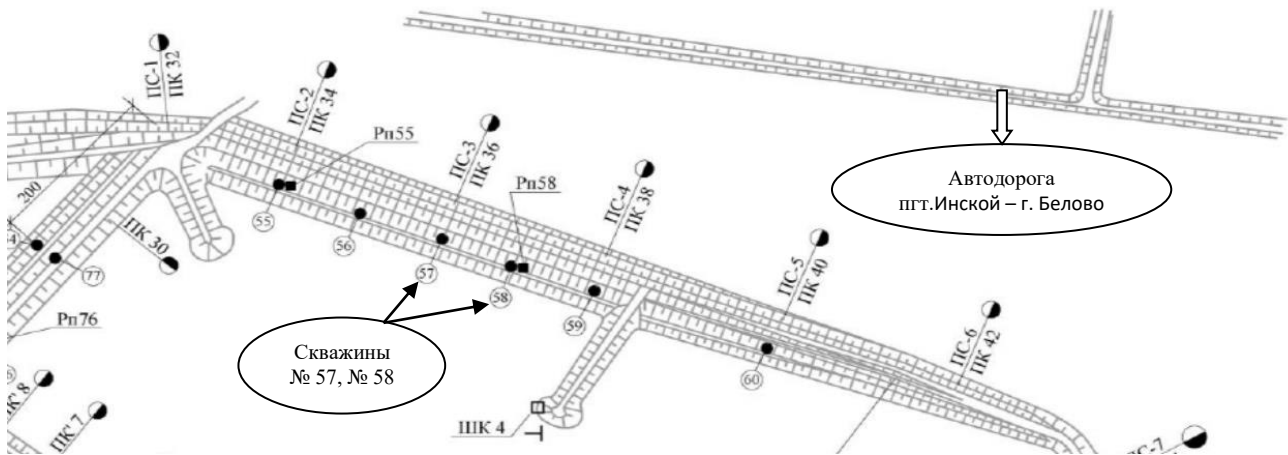


Рисунок 2. Схема расположения контрольно измерительной аппаратуры южной стороны золоотвала №2 Беловской ГРЭС

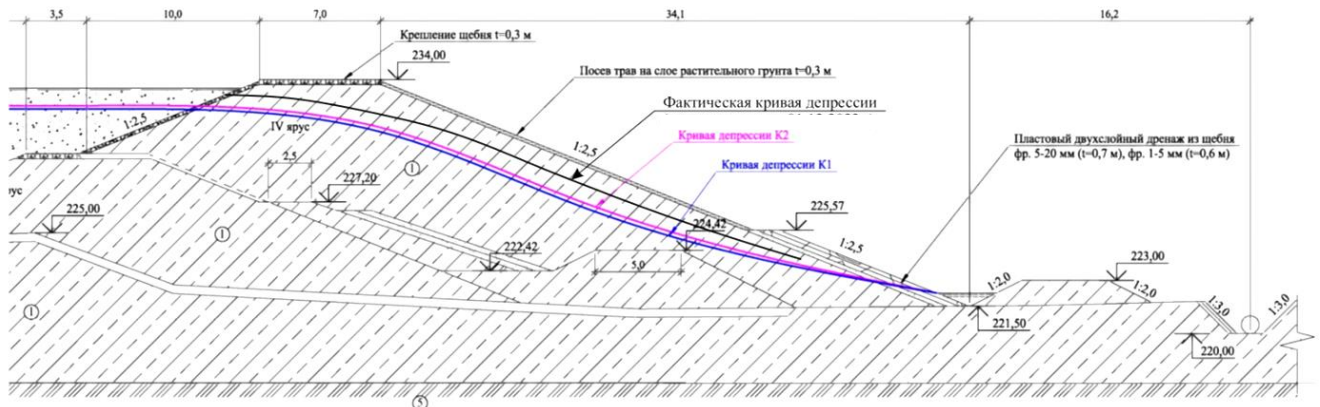


Рисунок 3. Поперечный гидрогеологический разрез ограждающей дамбы с положением депрессионной кривой

Аналогичные условия эксплуатации, способствовали прорыву дамбы ЗШО Южно-Кузбасской ГРЭС в 2006 году. Стоит отметить, что вдоль восточной стороны ЗШО Беловской ГРЭС на расстоянии 200,0÷250,0 м расположена автодорога п.г.т. Инской – г. Белово, а в непосредственной близости от северной границы расположена автодорога федерального значения Кемерово – Новокузнецк, в связи с чем, авария на данном объекте может нанести серьёзный ущерб окружающей среде.

Превышение критериев безопасности происходит в результате примыкания потока сбросной пульпы к внутреннему верховому откосу, которое наблюдается на большинстве действующих золоотвалах. Процесс сброса и отвода пульпы не всегда удаётся контролировать, поэтому избежать в полной мере негативного воздействия на дамбы ЗШО не удаётся. Итог такого воздействия – вымывание откоса (Рисунок 4).



*Рисунок 4. Разрушение внутреннего верхового откоса в результате воздействия на него потока сбросной пульпы*

Особого внимания заслуживают участки дамб, на которых формируют специальные «полки» для размещения технологического оборудования, в том числе золопроводов. Данные «полки» находятся в непосредственной близости от верхней кромки внутреннего верхового откоса. В момент вымывания откоса происходит смещение кромки из своего первоначального положения и крен опор золопровода (Рисунок 5). Это может привести к нарушению целостности и герметичности золопровода, вследствие чего произойдет утечка пульпы (Рисунок 6), что, в свою очередь, будет способствовать резкому повышению депрессионной кривой в теле ограждающей дамбы, и соответственно, увеличению риска возникновения аварии на ГЭС. Кроме этого, в результате утечки пульпы будет происходить загрязнение окружающей среды, в том числе поверхностных и грунтовых вод.



*Рисунок 5. Крен опор золопроводов в результате вымывания верхового откоса*



*Рисунок 6. Последствия утечки пульпы из золопровода*



Таким образом, мероприятия по контролю устойчивости ограждающих дамб играют важную роль, связано это с формированием различных физико-механических и гидрохимических процессов, оказывающих негативное воздействие на ограждающие дамбы в процессе их эксплуатации.

На сегодняшний день, в перечень контроля безопасного состояния золоотвалов на территории Сибири (в соответствии с требованиями [1, 6]) входят следующие мероприятия:

- измерения параметров режима уровней и температур грунтовых вод. Выполняются с периодичностью 1 раз в месяц;
- измерения параметров режима поверхностных вод (в чаше золошлакоотвала). Выполняются одновременно с измерениями параметров грунтовых вод и с той же периодичностью;
- маршрутное обследование наблюдаемой территории. Выполняются с периодичностью 1 раз в квартал.

Из этого следует, что состав проводимых мероприятий не является исчерпывающим. При проведении мониторинга гидротехнического сооружения не выполняются исследования свойств грунтов. Помимо этого, отсутствуют какие-либо протоколы испытаний прочностных характеристик, которые необходимы для формирования прогноза оценки устойчивости дамбы.

В связи с этим, возникает необходимость в подробном изучении, а также оценки возможного применения для золоотвалов ТЭС существующих методик по прогнозу устойчивости ограждающих дамб и укреплению на них потенциально опасных участков.

#### **Список литературы:**

1. РД 153-34.1-21.325-98 Методические указания по контролю за режимом подземных вод на строящихся и эксплуатируемых тепловых электростанциях – М.: СПО ОРГРЭС, 1999.
2. 34.27.509-2005 Типовая инструкция по эксплуатации золошлакоотвалов – СПб.: ОАО "ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева", 2006.
3. Типовая инструкция по эксплуатации золошлакоотвалов. СО 34.27.509-2005. – СПб.: ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», 2006. – 64 с.
4. СТО 70238424.27.100.048-2009 Гидротехнические сооружения ТЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования – М.: НП "ИНВЭЛ", 2009.
5. Загривная Г. В., Иванова Т. П. Геоэкологический мониторинг подземных вод аллювиального горизонта в районе золоотвала Красноярской ТЭЦ-3 / Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2005. – №. 5. – С. 138–141.
6. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Министерство Энергетики Российской Федерации, 2003.
7. Огородникова Е. Н., Барабошкина Т. А., Николаева С. К. Особенности минерального состава золошлакоотвалов – продуктов

техногенеза // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 3. – С. 20–204.

8. Стандарт организации: СТО 70238424.27.100.048-2009. Гидротехнические сооружения ТЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. – М.: НП «ИНВЭЛ», 2009. – 65 с.

9. Бугаев С. Грязевое цунами // Рубрика: Безопасность жизнедеятельности. – 2006. – URL: <http://bugaeff.ru/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/gryazevoe-tsunami/> (дата обращения 11.03.2023).

10. Приказ Минприроды России от 08.07.2010 N 238 (ред. от 11.07.2018) "Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды". – 2018. – URL: [https://enadm.ru/uploads/docs/municipal\\_control/ground\\_control/2019/normative%20legal%20acts/Normative\\_acts\\_F\\_E/Приказ%20Минприроды%20России%20от%2008\\_07\\_2010%20N%20238.pdf](https://enadm.ru/uploads/docs/municipal_control/ground_control/2019/normative%20legal%20acts/Normative_acts_F_E/Приказ%20Минприроды%20России%20от%2008_07_2010%20N%20238.pdf) (дата обращения 13.03.2023).

11. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция). – 2002. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) (дата обращения 13.03.2023).

12. Замана Л. В., Усманова Л. И., Усманов М. Л. Гидрохимия отстойника золоотвала Читинской ТЭЦ-1 и состав подземных вод в зоне его инфильтрационного влияния // Вестник БГУ. Химия. Физика. – 2010. – № 3. – С. 28–33.

13. Киреев П. А., Кувшинникова Е. А., Баёв М. А., Бедарев К. Р., Особенности методики контроля фильтрационного и гидрохимического состояний действующих золоотвалов ТЕПЛОВЫХ электростанций // XIV Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ». – 2022. – URL: <https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2022/RM22/pages/Articles/010902.pdf> (дата обращения 15.03.2023).