

РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОСТОЯННОЙ ПЛОТИНЫ ТАШЛЫКСКОГО ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЮЖНО-УКРАИНСКОЙ АЭС

Егупов В.Ю., Бондаренко А.И., Волкова А.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

Кичаева О.В.

Харьковский национальный университет
городского хозяйства имени А.Н. Бекетова
г. Харьков, Украина

АННОТАЦИЯ: Стаття присвячена аналізу і результатам багатofакторного дослідження стану постійної греблі Ташлицького водоймища-охолоджувача Південно-Української АЕС.

АННОТАЦИЯ: Статья посвящена анализу и результатам многофакторного исследования состояния постоянной плотины Ташлыкского водоема-охладителя Южно-Украинской АЭС.

ABSTRACT: This article is devoted to analysis and multivariate research on the state of the dam Tashlykская permanent cooling pond of South-Ukrainian NPP.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: каменно-земляная плотина, гидротехнические сооружения, натурные исследования, контрольно-измерительная аппаратура.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы на многих гидротехнических сооружениях (ГТС) риск аварий существенно возрос в связи с различными нарушениями в процессе эксплуатации, износом частей сооружений и оборудования, отсутствием проектной документации, надлежащего контроля безопасности ГТС, выходом из строя КИА и т.п. [6 - 10]. Это ведет к тому, что у плотин

и других гидротехнических сооружений за последние десятилетия снизился уровень безопасности. Плотины из грунтовых материалов, представляющие собой основной элемент напорного фронта гидроузлов, являются источниками потенциальной опасности. При их возможном нарушении территории в нижнем бьефе с населенными пунктами, объектами инфраструктуры и т.д. попадают в зону возможного затопления прорывной волной и могут быть серьезно повреждены или уничтожены.

Имеется несколько классификаций причин аварий и аварийных ситуаций грунтовых плотин. По одной из них: 40...50 % аварий – ошибка при проектировании; 20 % – ошибка при производстве; 30 % - нарушение условий эксплуатации; 5...7 % - износ и старение. Анализ мирового опыта эксплуатации грунтовых плотин показывает [1 - 4], что 29 % всех аварий произошли за счёт сосредоточенной фильтрации в теле плотины, через основание и вдоль сопрягающих устройств. Другой наиболее частой причиной аварий грунтовых плотин является перелив воды через гребень и недостаточная пропускная способность водосбросов – 15 %. Д.В. Стефанишин [4 - 5] отмечает, что «... меньше всего инцидентов фиксировалось на бетонных плотинах гравитационного типа, а именно до 3,1% от общего количества гидросооружений этого типа. Далее идут арочные (4,4%) и контрфорсные плотины (5,1%). Среди плотин из грунтовых материалов меньше всего различного рода нарушений фиксировалось на земляных плотинах (6,7%). ... далее следуют каменно-набросные (10,9%) и каменно-земляные плотины (до 17% от общего количества плотин этого типа). В то же время каменно-земляные плотины по статистике демонстрируют высокую (по сравнению с 17% уровнем «повреждаемости») живучесть против аварий, если учесть то, что только 4% от всех зарегистрированных ICOLD каменно-земляных плотин испытали аварии...». Влияние химической суффозии, коррозии, выветривания и жизнедеятельности землеройных животных постоянно растет по мере увеличения срока эксплуатации грунтовых плотин. Таким образом, актуальной задачей является исследование состояния каменно-земляных плотин, эксплуатирующихся несколько десятков лет.

Цель исследования – оценка технического состояния гидротехнических сооружений Ташлыкского водоема-охладителя Южно-Украинской АЭС, осуществляемая с помощью натуральных наблюдений. Натурные исследования проводят визуально, геодезическими методами, а также с помощью контрольно-измерительной аппаратуры (КИА). Отсутствие систематизированных данных о дефектах и деформациях грунтовых подпорных сооружений, являющихся основными для гидроузлов практически всех классов, затрудняет принятие правильного и своевременного решения о необходимости их ремонта (с точки зрения пригодности ГТС к дальней-

шей эксплуатации). Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи [11 – 14]:

- визуальное обследование технического состояния гидротехнических сооружений, а также вспомогательных строительных конструкций;
- геодезические измерения по створным знакам, поверхностным и грунтовым маркам;
- контроль комплектности контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) в соответствии с проектом и проверка организации надзора за гидротехническими сооружениями;
- контрольные измерения уровней воды в пьезометрах, оценка их заиления (засорения);
- инструментальное обследование железобетонных конструкций гидротехнических сооружений посредством неразрушающего контроля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБОСНОВАНИЕ

В состав основных гидротехнических сооружений Ташлыкского водоема-охладителя Южно-Украинской атомной электростанции (ЮУАЭС) входит постоянная каменно-земляная плотина с береговым паводковым водосбросом и системой вертикальных и горизонтальных дренажей. Плотина эксплуатируется с июня 1984 г.

Тип плотины – каменно-земляная, первого класса капитальности. Её максимальная высота – 53 м, длина – 1340 м, отметка гребня плотины – 102,30 м, НПУ водоема-охладителя – 99,50 м. Плотина выполнена с ядром из местных суглинков, упорные призмы отсыпаны из гранито-гнейсов местного карьера. Русловая часть плотины имеет верховой и низовой каменные банкеты, которые отсыпаны соответственно до отметок 83,00 м и 73,00 м. Сопряжение ядра плотины с основанием выполнено посредством широкого зуба, прорезающего анизотропные суглинистые и песчаные отложения в основании плотины до плотных неогеновых глин и каолинов. Особенности конструкции плотины – ядро из суглинка, переходная зона из песка и щебня, глубокая цементационная завеса в основании. Низовая упорная призма плотины является одновременно дренажной призмой. Для пропуска паводковых вод в левобережном примыкании постоянной плотины выполнен паводковый водосброс длиной 1268 м. Пропускная способность водосброса составляет $72 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для наблюдений за фильтрационным режимом на постоянной плотине было установлено 67 опускных пьезометров (далее по тексту ОП). За время эксплуатации шесть пьезометров вышли из строя.

Для наблюдения за горизонтальными перемещениями по гребню плотины со стороны нижнего бьефа установлено 17 створных знаков.

Определение вертикальных перемещений постоянной плотины осуществляется с помощью 16 боковых марок, совмещенных со створными знаками, 22 поверхностных марок, установленных на гребне у бетонного парапета и 6 грунтовых марок, установленных на низовом откосе плотины.

В состав работ по обследованию гидротехнических сооружений Ташлыкского водоема-охладителя Южно-Украинской АЭС вошли:

- визуальное обследование технического состояния гидротехнических сооружений, а также вспомогательных строительных конструкций;

- геодезические измерения по створным знакам, поверхностным и грунтовым маркам;

- контроль комплектности контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) в соответствии с проектом и проверка организации надзора за гидротехническими сооружениями;

- контрольные измерения уровней воды в пьезометрах, оценка их заиления (засорения);

- инструментальное обследование железобетонных конструкций гидротехнических сооружений посредством неразрушающего контроля прочности бетона методом ударного импульса.

По результатам исполнительной геодезической съемки установлено, что осадки плотин не превышают расчетных допустимых величин, которые в соответствии с «Техническим паспортом гидротехнических сооружений» по постоянной плотине составляют 700 мм.

Для определения положения депрессионной поверхности в ядре плотины, а также фильтрационных напоров на контакте ядра с основанием плотины предусмотрены проектом и оборудованы восемь пьезометрических створов, включающие по 5-7 пьезометров.

По пьезометрам, водоприемники которых установлены в основании плотины, наблюдаются закономерные значения фильтрационных напоров – значительно более низкие, чем в пьезометрах, установленных в суглинистом ядре. Это свидетельствует об отсутствии заметных путей фильтрации в основании плотины.

После проведения натурных обследований, для оценки состояния плотины и определения причин и локализации мест максимальных осадок, нами была построена диаграмма осадок гребня плотины, совмещенная с продольным профилем и инженерно-геологическим разрезом (рис. 1).

При сопоставлении наблюдаемого фактического положения депрессионной кривой в контрольных точках с рекомендуемой предельно допустимой величиной отмечено следующее:

- в створе 3: уровень в контрольном пьезометре ОП-61 – на 1 м ниже проектного;

- в створе 5: наблюдаемое значение уровня в контрольном пьезометре ОП-48 – на 1,13 м выше проектного, т.е. там же, где наблюдаются максимальные осадки гребня плотины;
- в створе 7: наблюдаемое значение уровня в контрольном пьезометре ОП-32 – на 0,25 м ниже проектного.

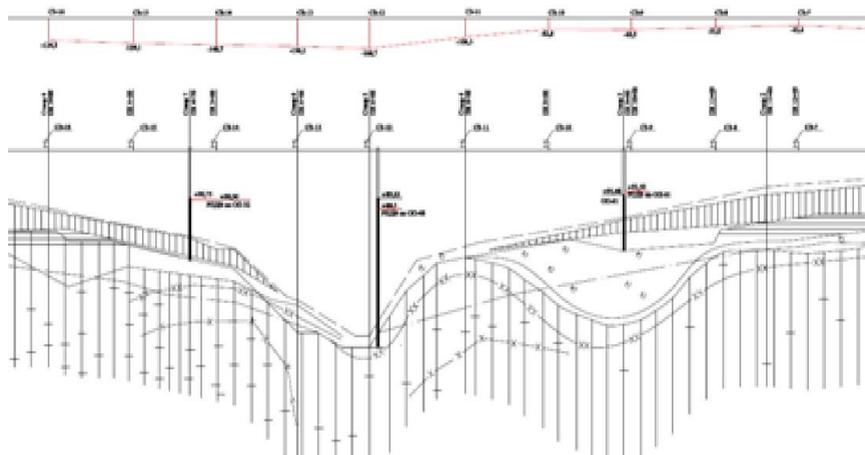


Рис. 1. Диаграмма осадок гребня плотины

Максимальное значение осадки постоянной плотины – 168,7 мм, зафиксировано в месте максимальной мощности тела плотины. Такой результат является вполне закономерным.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам контрольных визуальных и инструментальных наблюдений за состоянием постоянной плотины Ташлыкского водоёма-охладителя сделаны следующие выводы:

- состояние постоянной плотины после тридцати лет эксплуатации в целом оценивается как удовлетворительное;
- поперечные трещины в ядре постоянной плотины отсутствуют;
- осадки плотины не превышают расчетных допустимых величин: максимальное значение осадки по постоянной плотине – 168,7 мм, при максимально допустимом значении – 700 мм;
- фактическое положение депрессионной кривой превышает проектный показатель на 1,13 м в створе 5;

- превышение наблюдаемого уровня над проектным значением, может привести к развитию суффозии в суглинистом ядре в средней части плотины.

Таким образом, относительно «слабым местом» плотины является участок в районе створа 5, где имеет место максимальная осадка гребня и превышение фактического уровня депрессионной кривой над проектным уровнем. Отсутствие пьезометров в нижнем бьефе на этом участке (пьезометры были предусмотрены проектом!) является недопустимым. В случае экстремальных событий, например, значительных сейсмических сотрясений, при отсутствии видимых повреждений плотины, показания пьезометров позволяют оперативно обнаружить возможные нарушения целостности ядра плотины, возникновения промоин и др.

Службе эксплуатации гидротехнических сооружений ЮУАЭС рекомендовано продолжать регулярные визуальные наблюдения за состоянием постоянной плотины и восстановить сеть пьезометров в нижнем бьефе, в первую очередь в створе 5.

ЛИТЕРАТУРА

1. ICOLD. Dam failures – statistical analysis. Bull. No. 99. – Paris. 1995. – 73 p.
2. ICOLD. The use of risk analysis to support dam safety decisions and management. Trans. of the 20-th Int. Congress on Large Dams. Vol. 1. Q.76. 19-22 September. – Beijing-China. 2000. Vol. 1. Q 76. – 896 p.
3. Гогоберидзе М.И. Риск повреждения и разрушения грунтовых плотин / Гогоберидзе М.И., Микашвили Ю.Н. // Гидротехническое строительство. 1984. - №4. - С. 35-38.
4. Векслер А.Б. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений / Векслер А.Б., Ивашинцов Д.А., Стефанишин Д.В. – СПб.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 2002. – 590 с.
5. Стефанишин Д.В. Статистические оценки живучести плотин при авариях / Стефанишин Д.В. // Предупреждение аварий зданий и сооружений – электронный журнал, 2011. - II кв. - 9 с.
6. Каганов Г.М. Обследование ГТС при оценке их безопасности. Учебное пособие / Каганов Г.М., Волков В.И., Черных О.Н. – М.: МГУП, 2001. – 60 с.
7. Малаханов В.В. Техническая диагностика грунтовых плотин / Малаханов В.В. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 120 с.
8. Алтунин В.И. Некоторые аспекты мониторинга состояния грунтовых сооружений / Алтунин В.И., Алтунина А.В., Черных О.Н. // Вопросы мелиорации. 2005. - № 1-2.
9. Каган А.А. Старение оснований гидротехнических сооружений и его инженерно-геологическая оценка / Каган А.А., Кривоногова Н.Ф. // Гидротехническое строительство. - 2004. - № 11. - С. 37-42.

10. Малаханов В.В. Классификация состояний и критерии эксплуатационной надёжности гидротехнических сооружений / Малаханов В.В. // Гидротехническое строительство. - 2000. - № 1.
11. Гідротехнічні споруди гідроелектростанцій: ГКД 34.21.542-93. - К., 1999. - 25 с.
12. Правила організації технічного обслуговування та ремонту обладнання, будівель і споруд електростанцій та мереж: ГКД 34.20.661-2003. - К., 2004. - 225 с.
13. Рекомендации по обследованию гидротехнических сооружений с целью их безопасности. П92-2001. - С.-Пб.: ВНИИГ, 2001. - 47 с.
14. Рекомендации по проведению визуальных наблюдений и обследований на грунтовых плотинах: П92-2001. - С.-Пб.: ВНИИГ, 2000. - 71 с.

REFERENCES

1. ICOLD. Dam failures – statistical analysis. Bull. No. 99. – Paris. 1995. – 73 p.
2. ICOLD. The use of risk analysis to support dam safety decisions and management. Trans. of the 20-th Int. Congress on Large Dams. Vol. 1. Q.76. 19-22 September. – Beijing-China. 2000. – 896 p.
3. Gogoberidze M.I., Mikashvili YU.N. i dr. Risk povrezhdeniya i razrusheniya grun-tovyh plotin [Tekst] // Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo. 1984. №4. S. 35-38.
4. Veksler A.B., Ivashincov D.A., Stefanishin D.V. Nadezhnost', social'naya i ehko-logicheskaya bezopasnost' gidrotekhnicheskikh ob"ektov: ochenka riska i prinyatie reshenij. – SPb.: VNIIG im. B.E. Vedeneeva, 2002. – 590 s.
5. Stefanishin D.V. Statisticheskie ocenki zhivuchesti plotin pri avariayah [Tekst] // Preduprezhdenie avarij zdaniy i sooruzhenij – ehlektronnyj zhurnal, 2011. II kv., 9 s.
6. Kaganov G.M., Volkov V.I., CHernyh O.N. Obsledovanie GTS pri ocenke ih bezo-pasnosti. Uchebnoe posobie. [Tekst]. – М.: MGUP, 2001. – 60 S.
7. Malahanov V.V. Tekhnicheskaya diagnostika gruntovyh plotin. [Tekst]. – М.: ENner-goatomizdat, 1990. – 120 s.
8. Altunin V.I., Altunina A.V., CHernyh O.N. Nekotorye aspekty monitoringa so-stoyaniya gruntovyh sooruzhenij. [Tekst] //Voprosy melioracii. 2005. № 1-2.
15. Kagan A.A., Krivonogova N.F. Starenie osnovanij gidrotekhnicheskikh sooru-zhenij i ego inzhenerno-geologicheskaya ochenka [Tekst] // Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo. 2004. № 11. Малаханов В.В. Классификация состояний и кри-терии эксплуатационной надёжности гидротехнических сооружений [Текст]//Гидротехническое строительство. 2000. № 1.
9. Malahanov V.V. Klassifikaciya sostoyanij i kriterii ehkspluatacionnoj na-dyozhnosti gidrotekhnicheskikh sooruzhenij [Tekst]//Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo. 2000. № 1. S. 37-42.
10. GKД 34.21.542-93 Gidrotekhnichni sporudi gidroelektrostantsij. [Tekst], К. 1999, 25 s.

11. GKD 34.20.661-2003 Pravila organizacii tekhnichnogo obslugovuvannya ta remontu obladnannya, budivel' i sporud elektrostancij ta mrezh. [Tekst], K., 2004, 225 s.
12. Rekomendacii po obsledovaniyu gidrotekhnicheskikh sooruzhenij s cel'yu ih bezo-pasnosti. [Tekst]. P92-2001, VNIIG, S.-Peterburg, 2001. – S. 47.
13. Rekomendacii po provedeniyu vizual'nyh nablyudenij i obsledovanij na gruntovyh plotinah. [Tekst]. P92-2001, VNIIG, S.-Peterburg, 2000. – S. 71.

Статья поступила в редакцию 11.07.2016 г.