

УДК 621.313.32

ХАРИТОНОВ А.Ф., рук. группы наблюдения за ГТС,
филиал "Днепродзержинская ГЭС" ПАО "Укрэнерго"

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ДНЕПРОДЗЕРЖИНСКОЙ ГЭС

Днепродзержинский гидроузел — четвертая станция каскада Днепровских ГЭС. Расположен в среднем течении р. Днепр (так называемый Романковский створ). Период строительства 1956 — 1963 гг.

В состав сооружений входят:

- правобережная земляная плотина длиной 2,2 км, высотой 15 — 18 м. Сопряжение с правым берегом осуществлено врезкой с некоторым расширением профиля плотины;
- судоходный однокамерный шлюз;
- здание ГЭС на 8 агрегатов с блоком монтажной площадки длиной 297 м;
- 10-пролетная водосливная железобетонная плотина длиной 191 м;
- левобережный сопрягающий устой в виде подпорных стен ячеистой конструкции;
- русловая земляная плотина длиной 1,44 км, максимальная высота 21 м;
- левобережная земляная плотина (пойменно-террасная) длиной 3,3 км и максимальная высота 15 м.

Основные характеристики гидроузла:

- максимальный напор на сооружения — 12,6 м, минимальный — 8,5 м;
- общая длина напорного фронта - 7,9 км;

Сооружения ГЭС отнесены ко второму классу капитальности.

Створ Днепродзержинской ГЭС характеризуется следующими особенностями:

- высоким правобережным массивом, сложенным лессовидными просадочными грунтами и, низменным, пойменным левым берегом;
- грядообразным возвышением в районе правого берега коренного скального массива, которое послужило основанием для бетонных сооружений гидроузла.

Тело земляных плотин однородное возведено намывным способом из мелко и среднезернистых песков с проектным коэффициентом фильтрации около 20 м/сутки.

Эксплуатационный контроль за работой гидротехнических сооружений (ГТС) с применением современной аппаратуры и технологий, а также

своевременная оценка состояния сооружений и выбор оптимальных режимов играют важнейшую роль для безопасной и надежной эксплуатации ГТС.

Решение вопросов повышения безопасности ГТС на Днепродзержинской ГЭС рассмотрим на конкретных примерах.

1. Работа дренажа правобережной плотины.

Ширина плотины по гребню составляет 26,5 м, по основанию — до 180 м.

Верховой откос с уклоном 1:4 имеет бетонное крепление из плит толщиной 0,3 м уложенные на однослойный щебеночный фильтр толщиной 0,2 м.

Низовой откос с уклоном 1:4 от гребня до промежуточной бермы имеет биологическое крепление травами. Ниже бермы откос покрыт 2-х слойным наклонным дренажом толщиной 0,5 м. Первый, нижний слой дренажа выполнен из отсева с размером фракций до 20 мм. Второй, верхний слой — щебень размером до 70 мм. Разгрузка фильтрационного потока до 2009 г. происходила в открытый дренажный кювет.

Состояние наклонного дренажа плотины и дренажного кювета постепенно ухудшалось и не обеспечивало проектные условия работы плотины на данном участке. Дренажный кювет заиливался, откосы кювета и нижняя часть наклонного дренажа зарастали растительностью. Разгрузка фильтрационного потока стала происходить на 1,5—2,0 м выше на поверхность дренажа, образуя на низовом откосе сплошную зону высачивания (Рис. 1).

В нижней части наклонного дренажа наблюдался сосредоточенный выход фильтрационного потока на поверхность в виде "грифона" с расходом около 0,5 л/сек.

Приближение границ городской застройки в зону сооружений в правобережном примыкании привело к подъему уровня грунтовых вод на приплотинной территории и ее заболачиванию.

Для оценки фактического состояния правобережной плотины и коренного берега на примыкании и эффективности работы дренажа Генпроектировщиком ПАО "Укрэнергопроект" были выполнены инженерно-геологические изыскания уточняющие состав грунтов тела плотины



и ее основания, гидрогеологическую обстановку участка и состояние фильтров наклонного дренажа.

На основании анализа натуральных наблюдений и проведенных изысканий было принято решение о проведении мероприятий по реконструкции дренажа на всем протяжении правобережной плотины и участка берегового склона на примыкании к плотине.

Для обеспечения расчетного режима работы низового откоса и дренажных устройств был принят вариант предусматривающий устройство по дну существующего кювета трубчатого дренажа из перфорированных асбестоцементных труб $D_y = 400$ мм.

Труба обсыпается фильтровым материалом из щебня фракции 5–20 мм, который закрывается переходным слоем из гранотсева фракции 0,15–10 мм. При таком варианте обсыпки дренажный поток отделяется от поверхностного стока (Рис. 3). Для контроля за состоянием дренажа и возможности замеров фильтрационного расхода по трассе дренажа предусмотрены смотровые колодцы.

Компоновка и параметры конструкций дренажа определены исходя из условий обеспечения надежности их работы, улучшения фильтрационной обстановки низового клина плотины, наличие местных строительных материалов, оптимальных способов производства работ. Реконструкция дренажа выполнена в 2008–2009 гг.

Состояние правобережного участка земляной плотины после реконструкции дренажной системы значительно улучшилось.

Последующие инструментальные и визуальные наблюдения подтвердили эффективность реконструкции дренажа. Выхода фильтрации на откосе и подошве не наблюдается. Величины фильтрационных расходов находятся в пределах многолетних наблюдений. Дренаж работает в проектных режимах.

2. Защита бетонных поверхностей от выщелачивания. За годы эксплуатации на бетонных поверхностях, особенно в потернах здания ГЭС и водосливной плотины, наблюдался процесс выщелачивания. Увеличение площадей мокрых пятен по бетонным стенам, появление капельной фильтрации на строительных швах свидетельствовало о процессе выщелачивания (Рис. 4). Величины фильтрационных расходов были, относительно, невелики 0,1 – 0,2 л/сек, однако и здесь наблюдалось некоторое увеличение фильтрации.

В 2011–2012 годах были проведены работы по гидроизоляции бетонных поверхностей и де-

формационных швов в потернах.

С обеих сторон деформационных и "текущих" строительных швов пробуривались шпурсы диаметром 20 мм. на глубину 400 мм под углом 45°. В шпурсы закачивалась под давлением двухкомпонентная инъекционная смола. На бетонную поверхность стен наносилось гидроизоляционное покрытие с проникающим действием до 50 мм вглубь бетонной поверхности.

В результате проведенных работ фильтрационные протечки по швам были ликвидированы. Процесс выщелачивания по бетонным поверхностям остановлен (Рис. 5). Наблюдения за состоянием швов и бетонных поверхностей показали хорошую эффективность гидроизоляции.

В настоящее время на ДнепроДержинской ГЭС заканчиваются работы по внедрению автоматизированной системы контроля (АСК) за безопасным состоянием гидросооружений, что соответствует современной концепции безопасности ГТС.

Применяемая до настоящего времени система сбора, обработки и анализа данных натуральных наблюдений на плотинах достаточно трудоемка. Ручная обработка данных наблюдений зачастую не позволяет оперативно получать необходимую информацию о реакции ГТС на быстроизменяющиеся внешние воздействия. Эти обстоятельства обусловили необходимость разработки автоматизированной системы контроля для сбора, обработки и анализа данных наблюдений.

Повышение требований к безопасности ГТС привело к необходимости увеличения количества контролируемых параметров, а также количества действующей КИА.

В дополнение к существующим было установлено 13 новых пьезометров на земляной плотине. Также выполнена замена 56 пьезометров не пригодных к дальнейшей эксплуатации. В потернах здания ГЭС и водосливной плотины установлены 14 новых закладных напорных пьезометров для контроля за фильтрационным давлением на основании сооружений. Дренажные системы бетонных сооружений и земляной плотины оборудованы мерными водосливами с установкой датчиков расходомеров и уровней воды в дренажах. Выполнена замена щелемеров устаревшей конструкции на дистанционные трехосные. Дополнительно, установлены щелемеры в машзале здания ГЭС и на бетонном устое сопряжения водосливной плотины с земляной. Также установлено специализированное оборудование и системы с программным обеспечением непрерывного наблюдения за горизонтальным смещением гидросооружений произ-



Рис. 1. Правобережная плотина.
Состояние дренажного кювета



Рис. 2. Строительство трубчатого дренажа на правобережной
плотине



Рис. 3. Обсыпка дренажной трубы фильтрующим материалом:
щебень 5 – 20 мм, гранитсев 0,15 – 10 мм

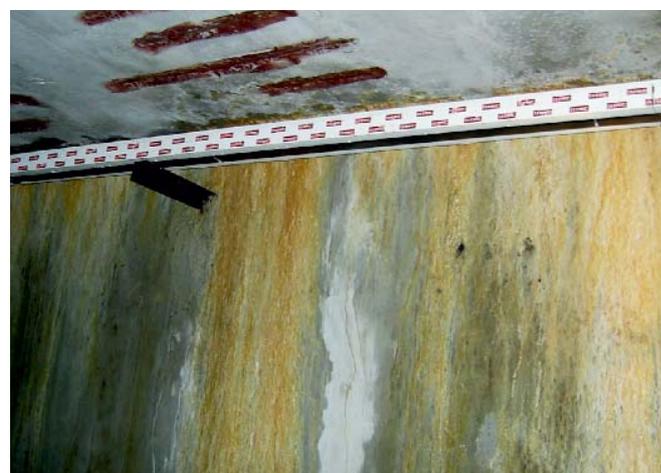


Рис. 4. Поверхность стен потерн до проведения
гидроизоляционных работ

водства Швейцарской фирмы "Leica Geosystems AG", которое ранее не проводилось. Программное обеспечение автоматизированной системы контроля обеспечит достаточную частоту съема и обработки контролируемых параметров.

Ввод в эксплуатацию АСК безопасности ГЭС Днепродзержинской ГЭС запланирован в 2014 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Отчет* ПАО "Укрэнергопроект", Днепродзержинской ГЭС. – 2004 г.

2. *Отчет* о научно-исследовательской работе лаборатории крупномасштабных гидравлических и геотехнических Исследований (ЛКГИ) – Днепродзержинская ГЭС. – 1995 г.



Рис. 5. Поверхность стен после проведения
гидроизоляционных работ