

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПОЛОЖЕНИЕ КРИВОЙ ДЕПРЕССИИ В ТЕЛЕ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН

Савченко В.В., Цивилев М.В., гр. ВПС – 400.

Научный руководитель - к.т.н., доц. Дмитриев С.В.

Основной задачей эксплуатации гидротехнических систем является высокопроизводительное использование входящих в них гидроузлов и сооружений в соответствии с их назначением, предусмотренным проектом. Выполнение этой задачи возможно при условии полной сохранности и бесперебойной работы гидротехнических сооружений и их отдельных частей.

В настоящее время использование богатых водных ресурсов нашей страны невозможно осуществить без проектирования и строительства большого числа грунтовых водоподпорных сооружений. Грунтовые плотины составляют около 85% всех проектируемых и построенных в мире плотин. На Украине доля грунтовых плотин составляет более 80%.

Наибольшее число разрушений грунтовых плотин (около 53%) относится к земляным плотинам высотой от 15 до 30м. К основным причинам разрушений и повреждений земляных плотин относятся потеря устойчивости откосов и фильтрационные деформации грунтов тела и оснований плотин [1].

Из многих определений понятия надежности систем к гидротехническим сооружениям, наиболее подходит следующее: надежностью гидросооружения называется его способность сохранять свои характеристики в заданных пределах, предусмотренных проектом.

По способам возведения различают земляные плотины насыпные, сооружаемые сухой отсыпкой грунта с искусственным уплотнением, а также без уплотнения, и намывные. Дренаж земляной плотины обычно выполняется в виде дренажной призмы или заглубленного в тело плотины дренажного тьюфака. Современные способы механизации земляных работ позволяют сооружать грунтовые плотины высотой 150м и более (например: земляная плотина Нурекской ГЭС – 300м (Таджикистан); земляная плотина ГЭС Техри - 261м (Индия); земляная плотина ГЭС Кебан (Турция) - 210м).

Анализ происшедших аварий и разрушений грунтовых плотин показывает, что основными причинами повреждений грунтовых гидротехнических сооружений являются:

- 1) ошибки, допущенные при проектировании;
- 2) ошибки, допущенные при производстве работ;
- 3) недоброкачественные строительные материалы;
- 4) ошибки, допущенные при инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях, или недостаточность этих исследований;
- 5) стихийные причины (наводнение, ураганы, землетрясения);
- 6) ошибки, допущенные при эксплуатации гидросооружений;
- 7) повреждения, причиняемые людьми, животными и машинами.

Названные причины приводят к повреждениям или авариям различных видов.

Неблагоприятное воздействие фильтрации на гидротехнические сооружения проявляется различно. Классификация главнейших видов вредного действия фильтрации на сооружения: образование фильтрационных ходов в основаниях гидротехнических сооружений вследствие механической суффозии; образование фильтрационных ходов в теле земляных плотин и дамб вследствие механической суффозии; вынос частиц грунта основания гидротехнического сооружения или тела земляной плотины в дренажные устройства; заиливание обратных фильтров; уменьшение устойчивости низовых откосов земляных плотин вследствие подъема кривой депрессии; химическая суффозия оснований сооружений и берегов; суффозия ядер земляных плотин; размыв противоперфорационных завес; нарушение непроницаемости шпунтовых стенок и диафрагм; выщелачивание бетона; нарушение устойчивости земляных намывных плотин вследствие медленной консолидации намытого грунта; нарушение устойчивости (выпучивание) обделок подземных сооружений (водоводов).

В результате анализа ряда обследовательских работ грунтовых гидротехнических сооружений отмечено, что фильтрационный режим этих сооружений не всегда соответствовал прогнозируемому, и эти изменения приурочены по времени к температурным колебаниям окружающей среды.

Так, в 1990г., в отчете о научно-исследовательской работе «Разработка рекомендаций по эксплуатации и ремонту левобережного примыкания плотины Днестровской ГЭС» [2], по результатам статистического анализа данных натуральных наблюдений за состоянием фильтрационного потока левобережного примыкания исследуемой области фильтрации и численных расчетов режимов фильтрационного потока был сделан один из выводов, о том, что периодические колебания температуры воды в водохранилище в течение года

формируют температурную волну, распространяющуюся вместе с фильтрационным потоком, причем происходит постепенное затухание ее амплитуды. Замеры температуры фильтрующейся воды в пьезометрической сети сооружения осуществлялись в течение года, тем самым, обозначив полный цикл изменений температуры. Также, приводятся выводы о том, что скорость распространения температурных волн зависит от температуропроводности грунтов и скорости фильтрации в них. Поэтому в разных линиях тока в точках, равноудаленных от источника температурных волн, могут быть различные температурные амплитуды, так как затухание для одной из них может происходить быстрее из-за, например, меньшей скорости фильтрации по данной линии тока. Это обстоятельство может быть использовано для определения участков с повышенными (аномальными, по сравнению с другими) скоростями фильтрации в грунтовом сооружении. На Пироговском гидроузле канала имени Москвы в 1998 году Ермаковой Н.Н., Люкмановой Ф.И., инженерами (ФГУП «Канал имени Москвы» [3]) были выполнены температурные наблюдения за фильтрацией с целью поиска тепловых аномалий. Среди выводов авторов, составленных в результате комплексного исследования работы гидроузла, следует отметить следующие: при наличии движущихся подземных вод в хорошо проницаемых водоносных породах решающее значение в переносе тепла приобретает конвекция, роль которой возрастает с ростом скорости фильтрации. Подземные воды в силу большой динамичности и высокой теплоемкости играют огромную роль в переносе тепла и в формировании температурных аномалий. Площадь и интенсивность аномалий определяется площадью разгрузки, расходом и температурой подземных вод. По рекомендациям специалистов Института водного строительства (Германия) на Пироговском гидроузле проведен годичный цикл температурных наблюдений подземных вод. Основное влияние на температурный режим геологической среды в диапазоне глубин от поверхности земли до пояса постоянных температур оказывают гармонические колебания температуры воздуха. Температурный режим геологической среды имеет следующие закономерности: периоды колебаний температуры сохраняются на всех глубинах, амплитуды колебаний температуры уменьшаются по экспоненциальному закону (первый закон Фурье), время запаздывания экстремумов температуры пропорционально глубине и корню квадратному из продолжительности периода колебаний (второй закон Фурье). Также, был сделан вывод о том, что данные о термическом режиме подземных вод дают вспомогательную информацию при

решении следующих практических задач: выявления и оконтуривания мест утечек, областей питания и дренирования, основных путей движения подземных вод, определения взаимосвязи между водоносными горизонтами, происхождения очагов фильтрации. В статье приведены рекомендации по методике и организации измерений в пьезометрической сети исследуемого сооружения. В 1990г. кафедрой гидротехнического строительства Одесского инженерно-строительного института было выполнено обследование работы конструкций и элементов сухого дока Николаевского судостроительного завода «Океан» и проведен ряд комплексных наблюдений [4, 5]. В том числе исследованию подвергалась фильтрационная неоднородность основания и природа аномальных колебаний напоров в пьезометрической сети сооружения. Было отмечено что, в существующих методиках фильтрационных расчетов принято считать температуру воды постоянной. В действительности она подвержена сезонным изменениям – в летнее время достигает максимума, а зимой опускается практически до нуля градусов, причем колебания носят периодический характер. Эти колебания температуры воды в водохранилище вызывают в основании и засыпке сооружения появление бегущей температурной волны, скорость распространения которой, определяется температуропроводностью среды и скоростью фильтрации. Чем выше скорость фильтрации, тем глубже внутрь грунтового массива проникают температурные волны, тем меньше затухание их амплитуды. Практически, исследование фильтрационной однородности грунтового массива состоит в систематическом измерении температуры фильтрующейся воды во всех доступных местах исследуемого сооружения и по всей высоте водного столба. Продолжительность таких исследований составляет не менее года. В данном случае систематические измерения температуры фильтрационного потока проводились в течение двух лет, не реже одного раза в месяц. При анализе хода температуры в пьезометрах, а также пьезометрических уровней было обнаружено, что и температура и уровни подвержены сезонным изменениям. Как правило, подъем уровня и температуры происходит в теплое время года и напротив, минимальное их значение наблюдалось в зимние месяцы. Отмечено, что колебания уровня в засыпке и в некоторых пьезометрах днища и потерны сухого дока могут быть вызваны именно изменением вязкости фильтрующейся воды, вследствие изменения ее температуры. Таким образом, на основании анализа, было сделано предположение о том, что колебания напоров вокруг линии тренда могут быть обусловлены изменениями температуры воды в лимане и будут находиться в

пределах, обусловленных температурой фильтрующейся воды и скоростью фильтрации.

При проведении обследовательских работ по оценке технического состояния грунтовой плотины Беляевского водохранилища [6], выполненных Одесской государственной академией строительства и архитектуры, при участии автора, была дана оценка температурному, фильтрационному режимам и напряженно-деформированному состоянию тела плотины. Контроль температуры осуществлялся в сети наблюдательных скважин специально пробуренных в двух створах поперек оси плотины, в верхнем бьефе и по всей длине дренажной канавы, расположенной на низовой грани в уровне подошвы плотины. Также, с помощью наблюдательных скважин было определено положение кривой депрессии в каждом створе измерены значения расходов профильтровавшейся воды по длине дренажной канавы. Измерения расходов осуществлялись с помощью мерного водослива. Температура фильтрующейся воды определялась при помощи микрокомпьютерных температурных датчиков DS18B20. Выполненными замерами показано отклонение положения кривой депрессии от проектных отметок. Также, отмечено наличие и зафиксировано положение температурных волн в рассматриваемых створах тела грунтовой плотины. Проведены расчеты по оценке устойчивости низового откоса при измеренных положениях кривых депрессии. На основании [1] методик определены прогнозные положения кривых депрессии, полученные при учете сезонных изменений температуры окружающей среды. Выполнены расчеты устойчивости при новых положениях кривых депрессии.

В результате проведенного анализа современного состояния вопроса о влиянии сезонных климатических температурных колебаний на положение кривой депрессии можно сделать следующие выводы:

1. Среди основных причин аварий грунтовых гидротехнических сооружений, в том числе с разрушениями и человеческими жертвами следует отметить важную роль негативного влияния фильтрации. По данным различных авторов, от 25% до 49% всех аварий и разрушений профиля земляных плотин напрямую связано с фильтрационными процессами в теле плотины, в основании и вдоль сопрягающих устройств. Также, следует отметить, что фильтрационный фактор при авариях грунтовых сооружений неизменно присутствует в цепи других факторов, на первый взгляд, с фильтрацией не связанными.

2. На основании анализа работы ряда грунтовых гидротехнических сооружений, установлено, что фильтрационный режим этих сооружений не всегда соответствует прогнозируемому. И

это несоответствие может быть вызвано периодическими изменениями температуры фильтрующейся воды, происходящими вследствие сезонных изменений температуры окружающей среды.

Литература

1. Дмитриев С.В. Устойчивость низового откоса грунтовой плотины с учетом сезонных температурных колебаний окружающей среды/С.В. Дмитриев.-Одесса:ОГАСА, 2011.-189с.

2. Отчет о научно-исследовательской работе "Разработка рекомендаций по эксплуатации и ремонту левобережного примыкания плотины Днестровской ГЭС / [И. Б. Тишкин, С. П. Коломиец, В. В. Рябков и др.] .- Одесса: ОИСИ, ГС, 1990 .- 76с.

3. Ермакова Н. Н. Температурные наблюдения за фильтрацией на Пироговском гидроузле / Н. Н. Ермакова, Люкманова Ф. И., инженеры (ФГУП «Канал имени Москвы») // Гидротехническое строительство .- №6 , 2002, сс. 23-27.

4. Отчет о научно-исследовательской работе. Исследование работы конструкций и элементов сухого дока и проведение комплексных наблюдений в соответствии с инструкцией / [Шипилов А. В., Анисимов К.И., Беленькая Л. М. и др.] .- Одесса: ОИСИ, ГС .- 1990 .- 50с.

5. Шипилов А. В. Исследование эффективности работы противофильтрационных устройств в основаниях сухих доков: дис. ... канд. техн. наук: специальность 05.22.18 «Морские и речные порты» / А. В. Шипилов. – Одесса, 1982 .- 161с.

6. Отчет по научно исследовательской работе. Обследование плотины и водосброса Беляевского водохранилища и разработка рекомендаций для капитального ремонта / [В. А. Зедгендзе, К. И. Анисимов, С. В. Дмитриев и др.] .- Одесса: ОГАСА, ЭВС, 2008 .- 39с.