

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТУННЕЛЕЙ ПОДЗЕМНЫХ ГЭС

Тарасенко Алена Владиславовна

студент, ФБГОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», РФ, г. Москва

Строительство гидротехнических сооружений практически всегда было связано со строительством под землей и, в частности, в горной массе. Основные принципы строительства ГЭС и ГАЭС довольно сильно изменились с военного времени. Если сейчас должны учитываться экологические, геологические, топографические и даже климатические условия, то в военное время технико-экономический показатель и оборонная способность были куда важнее. В самом деле, строительство сооружений под землей имеет огромное количество плюсов, начиная от меньшей площади отводимых земель и отсутствием необходимости изменения ландшафта и заканчивая большей экологичностью сооружений. При этом такое строительство практически не оказывает влияния на режим поверхностных и подземных вод. Также к преимуществам подземного строительства следует отнести максимальное использование несущей способности грунтовой массы из-за передачи на них нагрузки воды в напорных сооружениях. Это позволяет сильно снизить материалоемкость конструкции.

Подземные гидроэлектростанции являются наиболее сложными в проектировании и в строительстве по сравнению с другими сооружениями. Одним из важнейших элементов любой гидроэлектростанции является туннель, который больше всего подвержен различным повреждениям.

Все повреждения можно разделить на три группы, по вероятности появления:

1. Первая группа – это повреждения, вызванные несоответствием условий работы сооружений с проектами рабочих схем, недостатком несущей способности обделки и так далее.
2. Вторая группа – это повреждения технологического характера: нарушение строительных норм, низкое качество бетона, несоблюдение правил укладки бетона и уходом за ним, несоответствие нормам монтажа опалубки и арматуры и так далее.
3. Третья группа – это несоблюдение качественного контроля за строительными работами.

Наибольший процент выявленных причин появления повреждений составляет первая группа (43%).

В обследовании туннелей ГЭС большую роль играет нарушение поверхности обделки. Во многих случаях фиксируются трещины. В исследовании трещинообразования туннелей все трещины можно разделить на четыре вида:

1. В большинстве случаев в туннелях появляются трещины из-за несоответствия расчетной схемы, наблюдается раскрытие швов вследствие неупругой работы пород. Возникает фильтрация с выносом извести из бетона или цементного раствора.
2. Некоторые виды трещин образуются в результате оставшихся заобделочных пустот вдоль шельге свода в монолитном бетоне.
3. Образование трещин по технологическим швам.

4. Кольцевые, совпадающие с границами между отдельными кольцами.

Из выше указанного следует, что трещинообразование является одним из наиболее распространенных повреждений туннелей. Они могут привести к осложнениям, ухудшающим эксплуатацию гидроузлов и требующим экстренные меры, которые могут вызвать большие затраты в ремонтных работах.

Также причиной трещинообразования в обделках туннелей может быть появление неравномерного горного давления по периметру и некоторые неучтенные нагрузки, влияющие на деформации. Такая проблема была в Вахш-Яванском туннеле, где обделка начала значительно разрушаться. При обследовании были обнаружены разного вида трещины, выпучивание лотка и фильтрация через трещины. Это явилось последствиями горного давления, развивающегося на некоторых участках туннеля, проходящего в аргиллитах с прослойками известняков и песчаников различных свойств.

Анизотропия скальных пород, вызывает неравномерно распределение микротрещин по контуру уже при малых нагрузках. В будущем эта неравномерность возрастет, при этом образуются наиболее крупные трещины, раскрытие которых может превышать допустимые значения. Так, например, причиной аварии в туннеле ГЭС Студен Кладенец (Болгария) явилась анизотропия скального массива, в котором вертикальные деформации в 2 раза превышали горизонтальные. Эти деформации не были учтены в проекте при назначении коэффициента упругого отпора скалы.

Еще одним фактором, влияющим на трещинообразование обделки в период строительства и эксплуатации, является температурные деформации, вызванные высокой экзотермией при укладке бетона. При твердении свежееуложенного бетона температура повышается до 40°C и в обделке монолитных конструкций могут развиваться большие растягивающие деформации.

Другая группа причин, вызывающих трещинообразование в обделках, обусловлена нарушениями режима эксплуатации. Недостаточной прочностью обладали некоторые участки туннеля на Владивостокской ТЭЦ-2, в которых возникший гидравлический удар вызвал появление трещин разного вида с раскрытием 6 мм и длиной порядка 15 м железобетонной обделки.

Иногда в строительстве возникают перерывы на неопределенное время, используют разные по прочности и свойствам бетон, неравномерно уплотняется бетонная смесь. Такие факторы приводят к ненадежному сцеплению старого бетона с новым, в результате чего появляются трещины в стыках, и туннель не работает как одна полноценная конструкция.

Также недостаточность строительных работ может привести к повреждению. Появляются некоторые виды деформаций: пустоты, вымоины, ямы, шероховатость бетона и так далее. В местах появления шероховатости бетонной поверхности приводило к увеличению гидравлических потерь и снижению пропускной способности на 10–20%. Такие показатели являются причиной несоблюдения норм укладки бетона и его опалубливания. Особое внимание должно уделяться бетонированию. Опалубка должна плотно прилегать к бетону, чтобы исключить появление скопления воды в зоне контакта опалубки и бетона. По такой причине могут ухудшиться свойства бетона.

Бетон является неоднородным материалом, и в большинстве случаев поверхность изнашивается из-за механических повреждений насосов, коррозии бетона, вымывания. Мелкие частицы цементного камня с течением времени вымываются, поверхность получается более шероховатой и обделка теряет нужную прочность. Нередко повреждение обделки подземного туннеля вызваны коррозией бетона. На поверхности появляются белые пятна, подтеки, образуются кристаллы. Такие повреждения вызваны некачественным бетонированием поверхности и в строительных швах.

Рассмотренные повреждения обделок подземных туннелей показывают, что практически во всех случаях причиной является недобросовестное выполнение строительных работ. Некоторые туннели вводят в эксплуатацию с незаконченными работами. В некоторых ГЭС обнаруживаются незабетонированные участки с оголенной арматурой. Иногда используют

материалы, которые не соответствуют проектным документам, что также приводит к повреждениям. Так было на Вахш-Яванской ГЭС, когда вместо сульфатостойкого был применен обычный цемент. Поэтому строители должны осознанно подходить к таким проблемам, как качественное строительство туннелей подземных ГЭС, ибо большие повреждения будут вызывать много поломок и дополнительных работ.

Список литературы:

1. Гидротехнические сооружения. Л.Н. Рассказов, В.Г. Орехов, Н.А. Анискин и др.; под ред. Л.Н. Рассказова. Ассоциации строительных вузов. 2011 г.
2. Гидроэлектрические станции (учебник для ВУЗов). Н. Аршеневский, Ф. Губин, М. Губин, и др. под ред. Ф. Губина и Г. Кривченко. Москва, Энергия, 1980 г. , 368 с.
3. Городские здания и сооружения. Учебное пособие. А.С. Лычев, Л.М. Бестужева. Издательство Ассоциации строительных вузов. 2015 г.
4. Механика грунтов, основания и фундаменты. Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В., Тер-Мартirosян З.Г., Чернышев С.Н. Издательство Ассоциации строительных вузов. 1994 г.
5. Механика грунтов основания и фундаменты (в вопросах и ответах). М.В. Малышев, Г.Г. Болдырев. Издательство Ассоциации строительных вузов. 2004 г.
6. Подземные сооружения гидроэлектростанций. – В.Л. Куперман, В.М. Мостков, В.Ф. Илюшин, Г.Я. Гевирц, 1996. – 320 с., ил. – ISBN 5-283-01983-7.
7. СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Издание официальное. Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (ГОССТРОЙ РОССИИ). г. Москва 2004.
8. Справочник по гидроэлектростанциям. Кригер В.П., Джестин Дж. Д. 1960 г., 136 с. Русская версия американского Справочника, под редакцией проф. Ф.Ф. Губина.