

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ И САНАЦИИ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ВОДОПРОВОДЯЩИХ СООРУЖЕНИЙ

Проводимая в Украине экономическая реформа обуславливает необходимость поиска новых решений, которые обеспечили бы стабилизацию работы водохозяйственного комплекса страны на стадии рыночных преобразований [1]. Одной из кардинальных задач, в условиях ограничения материальных и финансовых ресурсов, является разработка и внедрение высокоэффективных и нетрадиционных технологий повышения эксплуатационной надежности различных водохозяйственных объектов, обеспечивающих ресурсосбережение и качество работ при их реконструкции и строительной санации. Сложность в реализации этого обуславливается организационными, техническими и экономическими факторами. Во-первых, указанные задачи носят межотраслевой и межрегиональный характер и отличаются комплексностью в решении; во-вторых, многообразие объектов и систем водопользования по назначению и инженерным сооружениям определяет необходимость разработки разнообразных технологий их санации и экозащиты окружающей среды; в-третьих, усиление регионализации в управлении, изменение форм собственности, разном ведомственная подчиненность объектов в условиях еще не сформировавшихся на рыночных началах специализированных организаций по обслуживанию водохозяйственных систем затрудняет проведение единой научно-технической политики в стране, что негативно влияет на качество их эксплуатации. Учитывая это и требования Постановления КБМ Украины № 409 от 5.05.1997 г. («Об обеспечении надежности и безопасности эксплуатации зданий, сооружений и инженерных сетей»), в Госводхозе Украины выполняется комплекс работ по направлению «Техническая диагностика и строительная санация гидротехнических сооружений и водохозяйственных объектов». Ключевыми предпосылками программы являются: комплексность разработок и этапность выполнения работ по реализации их результатов. Комплексность проявляется в воплощении идеи неразрывной связи приборной диагностики технического состояния гидротехнических сооружений и водохозяйственных объектов, обосновании на базе ее результатов эффективных технологий ремонтно-строительных работ и проведения приборного контроля качества выполненного ремонта. Этапность выполнения работ свя-

зана с отработкой методик диагностики различных объектов и их дефектов (материал, конструкция), созданием специальной техники и технологий и последующим их применением при выполнении практических работ по строительной санации объектов.

Необходимость такого подхода определяется организационными, техническими и эколого-экономическими факторами. В первую очередь это связано со стремлением обеспечить высокий уровень внедрения разработок на объектах в кратчайшие сроки при минимуме затрат. Во-вторых, рассматривая водохозяйственный объект как сложную геотехническую систему [2], которая формируется в процессе взаимодействия собственно гидротехнического объекта и окружающей его литосферы, важно решить две взаимосвязанные задачи: повысить надежность эксплуатации самого объекта и снизить уровень его воздействия на прилегающую геосреду.

Следовательно, задача безопасности эксплуатации водохозяйственного объекта трансформируется из технико-экономической и в эколого-экономическую. Таким образом, наряду с основным технологическим критерием классификации водного объекта как геотехнической системы, вторым признаком состояния природно-техногенной водохозяйственной системы следует считать природные компоненты геологической среды [2]. Именно этим определяется как необходимость технической диагностики водохозяйственного объекта и особенностей его взаимодействия с литосферой, так и характер направленности технологического воздействия на них в целях недопущения их эколого-технического состояния до критического, которое могло бы привести к аварийным или чрезвычайным ситуациям в эксплуатации.

В ключе практической реализации изложенных подходов выполнены комплексные работы по технической диагностике и строительной санации ряда водопроводящих сооружений (ВПС). Спектр назначения таких сооружений весьма широк: для пропуска водотоков под магистральными каналами, путеводы тоннельного типа, водопропускные галереи водохранилищ и др. Наши исследования относятся к водосбросам и водопропускам заглубленного типа, когда водосбросной тракт заложен ниже поверхности Земли в толще геоматериалов. Конструктивно такие ВПС выполняются из монолитного или сборного железобетона в виде труб прямоугольного сечения, реже из круглых железобетонных труб большого диаметра [3]. Сечения таких труб

(двух-восьмиочковых) в зависимости от условий применения ВПС находится в пределах от 200х200 до 550х550 мм. Обеспечивая водопропуск, ВПС должны быть защищены от проникновения в них поверхностных вод, иметь антикоррозионную защиту наружной поверхности и быть достаточно долговечными по отношению к гидромеханическим и физико-химическим процессам при пропуске агрессивной водной среды. В совокупности это должно обеспечить эксплуатационную надежность ВПС и экозащиту прилегающей территории.

Однако, выполненные обследования ВПС под Северо-Крымским, Каховским каналами, магистральным каналом Ингулецкой оросительной системы, а также водозаборов при плотинах показали, что длительная эксплуатация гидротехнических сооружений приводит к изменению структурно-механических свойств бетона (снижение прочности, возникновение открытых и закрытых трещин, расслоений), ослаблению связей между отдельными элементами конструкций, возникновению пустот на границе железобетонных труб и массива грунтов, а также формированию водопроводящих каналов под трубами.

На примере водосбросного сооружения Карабутовского водохранилища покажем методические геотехнические аспекты диагностики и строительной санации ВПС. Это сооружение представляет собой шахтный водосброс с заглубленным водосбросным трактом [4], выполненным в виде двух железобетонных труб сечением 250х210 мм. Предварительно была установлена необходимость ремонта этого объекта. Для его технической диагностики были применены виброиндикатор ДВШ - 2К, разработанный НТЦ «Подземиндустрия» и спектраллизатор ИСК конструкции ИГТМ НАН Украины [5]. В результате выполненной диагностики установлено, что длительность эксплуатации объекта, изменение температурно-влажностного режима и коррозионные процессы привели к изменению структуры бетона, разрушению цементного камня в замоноличенных стыках, а на некоторых участках - и к нарушению бетона в нижней части конструкции труб, что явилась причиной интенсивной фильтрации воды через стыки и тело цементного камня.

Боковые стенки труб и часть плит перекрытия на некоторых участках находятся в неудовлетворительном состоянии, т.к. преобладающая часть стыков между плитами не имеет связи с бетонным монолитом, расположенным за плитами, а сами плиты не имеют плотного контакта с массивом, осо-

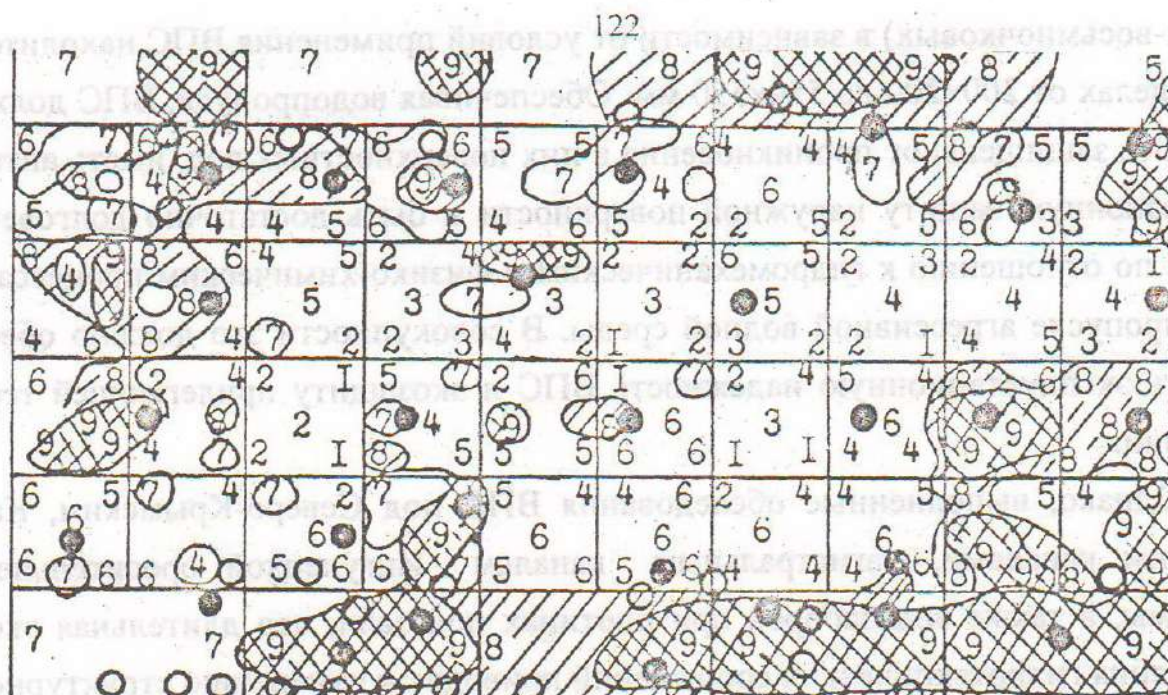


Рисунок 1 - Картограмма пустотности в затрубном пространстве и схема расположения тампонажных шпуров

бенно в верхней части труб. Комплексная вибродиагностика позволила выявить места нарушения связей между грунтом и трубами, а также пустотность за ними, что дало возможность построить картограммы и выявить по ним зоны приконтурной фильтрации. Картограмма, фрагмент которой показан на рис. 1, составила основу выполнения работ по тампонажу.

Состояние труб ВПС предопределило необходимость выполнения ремонтно-строительной санации: проведение набрызгбетонирования внутри труб для улучшения структурно-механических характеристик железобетона и тампонажа затрубного пространства с целью устранения пустот в грунте, приконтурной фильтрации и повышения водонепроницаемости материала всей конструкции труб. Строительная санация объекта выполнена с применением экспериментальной многоцелевой бетоноукладочной машины МБМ, обеспечивающей набрызгбетон по мокрому способу и тампонаж затрубного пространства [6]. Была принята следующая технология.

В целях улучшения свойств бетона в конструкциях и уплотнения стыков между их элементами по внутренней поверхности труб выполнено набрызгбетонирование. Для обеспечения требований по скорости схватывания (15 - 20 мин) и скорости набора прочности - не менее 3 - 5 МПа в возрасте одних суток, принимали следующее соотношение компонентов - В:Ц:П $\rightarrow$ 0,5:1:4. При соотношении В/Ц, равном 0,4 - 0,5, прочность набрызгбетона в возрасте 28 сут должна составить 22 - 27 МПа. В качестве вяжущего использовали

портландцемент марки 500, а наполнителя - мелкозернистый песок. Применение указанной машины, обеспечивающей высокий трамбовочный эффект при набрызге, позволило на нарушаемых участках труб сформировать слой бетона повышенной плотности, а бетону в стыках блоков придать высокую водонепроницаемость. Толщина наносимого слоя набрызгбетона варьировала в пределах 12 - 25 мм, составляя в среднем 15 мм. В местах нарушения контакта между плитами толщина наносимого слоя достигала 50 мм.

Схема расположения шпуров под тампонаж, бурение которых осуществлялось перфоратором ПП-50, определялась на основе виброакустической картограммы затрубной пустотности. На рис. 1 дана развертка элементов конструкций труб: по горизонтали сверху вниз - перекрытие, стенка, днище левой и днище, стенка и перекрытие правой трубы; по вертикали - ряды блоков по длине труб (показано 10 из 17). Цифрами 1-9 обозначены уровни пустотности в затрубном пространстве, высокие значения цифр изолиний (8-9) соответствуют большей пустотности. Места расположения шпуров при первичном и повторном тампонаже обозначены темным и светлым кружочками соответственно. Соотношение компонентов при тампонаже принято следующее: В:Ц:П от 1:1:1 до 1,5:1:2,5. Процесс нагнетания тампонажного раствора контролировался по специальным шпурам, пробуренным в днище труб. При нагнетании раствора в затрубное пространство наблюдалось вытекание воды из контрольных шпуров и интенсивный капеж из бетона стыков блоков. Расход воды из таких шпуров варьировал в пределах 0,27 - 0,48 м³/ч, что свидетельствует о формировании в затрубном пространстве водопроводящего канала. После нагнетания в шпуры раствора объемом 0,3 - 0,5 м³, как правило, вытекание воды на тампонируемом участке прекращалось. Максимальный расход тампонажного раствора наблюдался при нагнетании в почву во втором блоке левой трубы - 0,56 м³, в перекрытие седьмого блока (2,08 м³) и стенку четвертого блока (1,58 м³) правой трубы. После прекращения водотоков вдоль ВПС за бетонной обделкой был выполнен тампонаж по длине всей галереи. Повторный тампонаж осуществлен в местах, где наблюдался максимальный расход при первичном тампонаже и в местах высачивания воды. Максимальный расход раствора при повторном тампонаже наблюдался на таких участках труб: перекрытие в седьмом блоке (0,765 м³) и стенка (0,51 м³) во втором блоке левой трубы. При повторном нагнетании раствора в пе-

рекрытие в 2 - 6 блоках правой трубы объем вытекаемой воды из стыков плит перекрытия был примерно равный объему нагнетаемого раствора.

Выполнение работы по строительной санации ВПС позволили повысить его эксплуатационную надежность, а проведенная повторная приборная диагностика объекта подтвердила высокое качество работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хорев В.М. Сучасний стан водного господарства і проблеми водозабезпечення в Україні. - Київ: видання ІПК "Укрводприрода" Держводгоспу України, 1995. - 43 с.
2. Толстихин О.Н. Земля - в руках людей. - М.: Недра, 1981. - 160 с.
3. Руководство по проектированию и эксплуатации водопроводящих сооружений под магистральными каналами. РМТ 33.63 - 062 - 89. - Киев: НПО "УкрНИИГим", 1989. - 129 с.
4. Журавель Г.И. Гидротехнические сооружения. - М.: Колос, 1979. - 423 с.
5. Сергиенко В.Н., Земба В.А., Крученюк В.Д. Индикатор "ДВШ - 2К" для оперативной диагностики облицовки гидротехнических сооружений // Проблемы гидрогеомеханики в горном деле и строительстве. Материалы конференции. Ч. I. - Киев, 1996. - С. 93 - 94.
6. Усаченко Б.М., Мусиенко С.П. Разработка и испытание машины бетоноукладочной многоцелевой // Технология и механизация крепления подготовительных и нарезных выработок. - Кривой Рог. - 1991. - 56 с.

УДК 550.83:681.3.05

Алекс.А. Яланский

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ПРИБОРОВ АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ КРОВЛИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Одним из необходимых условий повышения безопасности горных работ является проведение текущей оценки нарушенности обнажений и контроля их состояния до потери устойчивости, поиск скрытых отслоений и за-