

на склад готовой продукции.

Выводы. Показана целесообразность использования амфиболитов из вскрышных пород железорудных месторождений. Предложены варианты технологии получения декоративного и строительного щебня, пигментного сырья, приготовления декоративного бетона и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куделя А.Д.. Комплексное использование минеральных ресурсов железорудных горнообогатительных комбинатов УССР. – Киев: Наук. думка, 1984. – 496 с.
2. Архейский вулканизм зоны Криворожско-Кременчугского глубинного разлома// Плотников А.В., Петрусенко И.Ю.; Криворожский технический университет- Кривой Рог.-1996-12с. Ден.в УкрИНТЭИ 20.12.96.,№320-Уі - 96 с.
3. Станков А.П. Технологические методы комплексного использования Ингулецкого месторождения .Кривой Рог: НИГРИ, 1998. – 347 с.
4. Мигуцкий Л.Р. Комплексное использование сырья и отходов производства. Важный резерв повышения эффективности работы ГОКов Кривбасса. – ВКН.: Проблемы комплексного использования отходов промышленности в народном хозяйстве. Киев: Наук. Думка, 1972, Вып. 4. – С. 17-24.

УДК 626.823

А.А. Романов, С.П. Мусиенко,
А.В. Мишутин

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Наведено особливості розробки і впровадження спеціальних технологій підвищення водонепроникливості і гідрозахисту залізобетонних конструкцій гідротехнічних споруд.

TECHNOLOGICAL ASPECTS MAINTENANCE WATERTIGHT OF FERRO-CONCRETE DESIGNS OF HYDRAULIC ENGINEERING STRUCTURES

The features of development and introduction of special technologies of increase of water resistance and hydroprotection of Ferro-concrete designs of hydraulic engineering structures are given.

Строительство гражданских и промышленных подземных и заглубленных объектов постоянно совершенствуется. В решении задач по повышению качества и снижению стоимости строительства, большая роль принадлежит эффективным ограждающим конструкциям из бетонов и железобетонов. Однако бетоны обладают рядом специфических особенностей, основная из которых состоит в том, что они имеют капиллярно-пористое строение, чем объясняется их водопоглощение, газо- и воздухопроницаемости. В эксплуатации эта особенность при неблагоприятных условиях приводит к снижению основной нормируемой характеристики (прочность, морозоустойчивость, водонепроницаемость, теплоизоляционные свойства и др.), а в некоторых случаях способствует снижению расчетного срока службы несущих и ограждающих конструкций и других конструктивных элементов. Увлажнение агрессивными водами поверх-

ностей бетонных сооружений, контакт внутренних поверхностей с активной газовой средой и их периодические изменения в процессе эксплуатации оказывают непосредственное влияние на важнейшие эксплуатационные качества как конструктивных элементов, так и всего объекта, его работоспособное состояние, затраты на выполнение ремонтных работ.

Известно, что под влиянием увлажнения строительные свойства грунтов существенно ухудшаются, что в большинстве случаев приводит к недопустимым деформациям построенных на них сооружений. При этом некоторые специфические мелкодисперсные грунты набухают, дают просадку при естественном и, особенно, при дополнительном давлении и при промерзании – поддаются морозному подъему. Все эти явления, в худшем случае, могут привести к разрушению сооружения, а в лучшем – к потере работоспособности, то есть к эксплуатационной непригодности.

С другой стороны давно известно, что срок службы сооружений увеличивается при стабильном состоянии их искусственных и природных оснований, когда колебания их влажности незначительные, а снижение температуры до отрицательных значений не вызывает морозного подъема. Поэтому при строительстве и ремонте гидротехнических сооружений необходимо создавать стабильные водонепроницаемые системы «грунт – железобетонная конструкция», предусматривать гидроизоляционные и паронепроницаемые слои, а с целью предупреждения переувлажнения их основ поверхностными и подземными водами выполнять стабилизацию грунтов и организацию стоков.

Продолжительная эксплуатация заглубленных и подземных гидротехнических сооружений, сопровождается их физическим износом, старением бетона, развитием приконтурной фильтрации вокруг объекта. Выявлено, что в процессе эксплуатации подземных объектов на конструктивных элементах независимо от вида бетона образуются трещины, сколы, расслоения и другие повреждения [1-5]. Их возникновение обусловлено многими причинами: большими значениями усадки, температурными деформациями, проявлениями горного давления, влиянием внешней среды, несовершенством решений некоторых узлов сооружений, неточностью соблюдения отдельных технологических операций, несоблюдением ряда правил и требований по содержанию и эксплуатации подземных и заглубленных объектов и другими явлениями, поэтому ремонт искусственных сооружений необходим и неизбежен.

Следует отметить, что применительно к гидротехническим сооружениям имеет место как прямая, так и обратная задача: предотвращение фильтрации воды из сооружения в грунт и (или) предотвращение фильтрации воды из грунта в сооружение.

Общепризнанна важность знания литолого-структурных и физико-механических свойств для проектирования, строительства и эксплуатации подземных сооружений. Однако практика показывает, что на период проектирования сооружения, данные о свойствах и состоянии пород для одних условий оценены более достоверно, других – менее определенно или условно, некоторые вообще принимаются априорно. К этому добавим, что к моменту примене-

ния упрочняющих технологий эти данные могут существенно отличаться от фактических параметров геотехнической системы, поскольку технологические воздействия при строительстве объекта вызывают возмущения в геосреде, приводящие к взаимообусловленным изменениям в литолого-геомеханической системе, которая в свою очередь, оказывает влияние на инженерные конструкции. Это свидетельствует о том, что геотехническая система всегда состоит из природной и технологической компонент, взаимодействие которых, во-первых, происходит в определенных границах формирующей системы взаимосвязей строительной технологии с частью литосферы, а во-вторых, характер и интенсивность их взаимодействия определяется величиной и направленностью технологических воздействий, а также видом и уровнем ответных реакций литосферы на эти воздействия.

Представления о природе деформирования слабых пород в напряженном массиве, составленные лишь по данным лабораторных испытаний, как правило, предполагают высокую степень идеализации, поскольку не учитываются многие особенности деформирования породного массива. Поэтому весьма важно располагать результатами в режиме реального времени натурных исследований напряженно-деформированного состояния вмещающих пород и конструктивных элементов сооружения. Такие данные весьма необходимы как для проверки известных теоретических предпосылок, так и для разработки новых подходов описания геомеханических процессов в сложноструктурной деформирующейся системе «породный массив - искусственное сооружение».

В последние десятилетия в некоторых районах Украины уровень грунтовых вод поднимался от 3-6 до 20-30 см, местами до метра в год, что совместно с интенсификацией техногенных факторов (в том числе и гидротехнических сооружений), привело к изменению состояния и свойств грунтовых сред и существенно усложнило геотехнические проблемы подземных и заглубленных гидротехнических сооружений. Так, например, часть лесовых грунтов стала влагонасыщенной, утратила просадочность. Соли скелета растворились, состоялась деградация грунта с преобразованием его в плавун. С подъемом уровня грунтовых вод связана активизация карстовых и суффозийных процессов и др. Деструктивные процессы вмещающих грунтов принимают такой характер и масштабы, что без специальных мероприятий по стабилизации, по крайней мере, их приконтурного слоя всякий ремонт и гидроизоляция гидротехнических сооружений становятся неэффективными или просто бесполезной тратой материальных и финансовых средств.

Наряду с этим при проектировании ремонтно-восстановительных работ следует предусматривать необходимое механическое и химическое усиление конструкций и материалов, защиту от внешних деструктивных факторов (химических, физических и биологических), а также от грунтовой и атмосферной влаги.

Исходные данные для разработки проектов выполнения строительных работ могут быть получены различными методами. В общем виде в строительстве могут быть использованы такие виды неразрушающих испытаний: А – акустические, Э – электрические, М – магнитные, Ме – механические, О – оптические,

Ра – радиоактивные, Рв – радиоволновые, С – проникающие среды, Т – тепловые. Они предназначены для определения таких контролируемых свойств материалов и изделий: прочность и деформации – А, Э, Ма и Мэ; напряженно-деформированное состояние – А, Э, Ма, Мэ, О, Пв, Т; объемная масса, степень уплотнения, влажность – Э, М, Ра и Рв; дефекты типа нарушения сплошности и изменения структуры от внешних воздействий – А, Ма, Ра, Рв, С и Т; геометрические размеры, размещение арматуры, шероховатость поверхности – А, Ма, О и Ра; теплотехнические свойства – Т.

Специалистами Института геотехнической механики НАН Украины им. Н.С. Полякова и НПП Технополис «Экоиндустрия» накоплен достаточный опыт выполнения комплексных обследований заглубленных и подземных гидротехнических сооружений различного назначения [1,2,3,4,5].

Выполнение ремонтно-восстановительных работ на таких объектах в условиях действующего предприятия является сложной технической задачей, требующей применения специальных методов, технологий, оборудования и материалов.

Среди множества гидротехнических сооружений особо следует выделить магистральные каналы и тоннели, конструктивные (большая протяженность, глубина заложения) и эксплуатационные (большие динамические и статические нагрузки, периодичность процессов заполнения и осушения, температурные нагрузки) параметры которых предъявляют особые требования к выполнению ремонтных работ и к проектным технико-технологическим решениям. Характерными объектами такого типа являются – Северо-Крымский канал и гидротехнические тоннели № 1 и № 2 канала Днепр-Донбасс. Информация общего плана о выполнении ремонтных работ на этих объектах представлена в работе [6], однако положительный опыт применения новых технологий, обоснованных многолетними обследованиями и диагностикой технического состояния гидротехнических сооружений, требует анализа, обобщения и дальнейшей научной обработки для создания нормативных рекомендательных документов.

Северо-Крымский канал с комплексом гидротехнических и мелиоративных сооружений является важнейшим водохозяйственным объектом Украины, который обеспечивает подачу воды на орошение полей и водоснабжение городов и промышленных предприятий Крымского полуострова и Херсонской области. Сооружение выполнено с открытым водозабором и относится к первому классу гидротехнических сооружений.

На участке 162 км русло канала выходит из грунтового массива и обустроено насыпными дамбами. Грунтовой массив в основании канала имеет суглинки легкие, суглинки средние и суглинки тяжелые. Кроме того, имеются пропластки гипса, которые не были выявлены при разведочном бурении. Канал имеет двухслойную железобетонную облицовку, суммарной толщиной – 400 мм.

На период выполнения ремонтных работ физический износ и старение защитного бетонного покрытия канала, вызванные коррозионно-гидромеханическими воздействиями на бетон, привели к ухудшению его эксплуатационных параметров, что проявилось в развитии зон трещиноватости, выколов и, как следствие, вызвало повышение водопроницаемости бетона;

Повышенная фильтрация в грунтовое основание канала вызвала суффозию слагающих его пород с образованием зон размывов и пустот под бетонной облицовкой и в грунтовой толще. Причем, в период работы канала он является источником пополнения грунтовых вод, а в период опорожнения – представляет собой депрессионную воронку большой емкости. Наличие знакопеременных потоков значительно ускоряют деструктивные процессы.

Совокупность полученных данных о состоянии участка канала на основании данных проведенных ранее исследований (Крымская ГМЭ, КАПКС) позволили отнести данный объект на участке 162 км к категории неработоспособных, постепенный отказ которого произошел в результате его долговременной эксплуатации. Однако, совокупность позитивных данных о техническом состоянии объекта, в соответствии со стандартной терминологией позволили отнести его к категории восстанавливаемых объектов, которые в работоспособное состояние могут быть приведены путем реализации комплекса мер по усилению конструкции и стабилизации вмещающих грунтов.

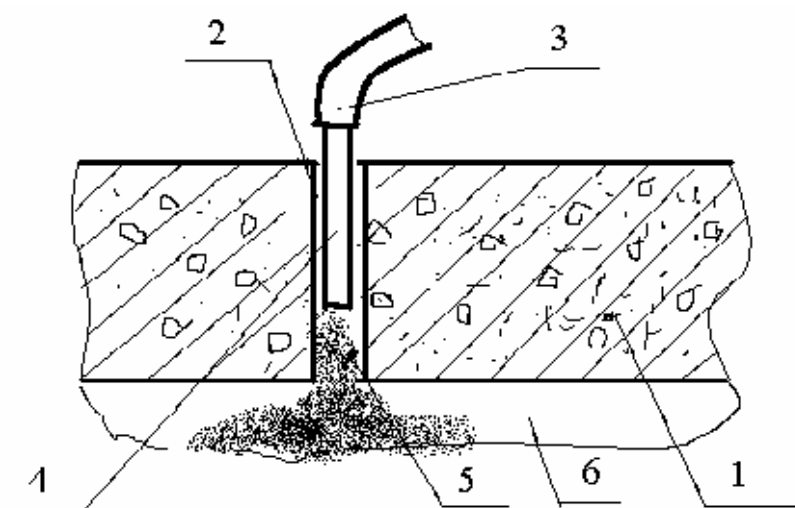
НПП Технополис «Экоиндустрия» была предложена и в дальнейшем успешно реализована технология повышения водонепроницаемости железобетонного покрытия канала и стабилизации прилегающих грунтов, которая включает следующее.

Работы по замыву пустот песком: бурение рабочих и контрольных шпуров в зоне пустотности; установку подающего и транспортного оборудования; загрузку песка и транспортировку к месту укладки; укладку песка через инъекторы.

Бурение контрольных и рабочих шпуров диаметром 42-50 мм выполнено перфораторами ПП-50, ПП-63.

Транспортировку песка от размывающей установки по трубам в виде гидро-смеси и укладку его через инъектор.

Схема укладки песка показана на рисунке 1.



1 – бетонное покрытие; 2 – шпур; 3 – подающий трубопровод; 4 – инъектор;
5 – песок замыва; 6 – полость

Рис. 1 – Схема замыва песком пустот под бетонным покрытием дамбы

Работы по тампонажу пустот под бетонным покрытием плотины выполнены на основании результатов обследования бетонной конструкции с учетом специфики эксплуатации сооружения в соответствии с «Типовыми технологическими картами на производство ремонтных работ методами тампонажа и набрызгбетонирования», разработанных НПП Технополис «Экоиндустрия».

Работы по тампонажу выполнялись после заделки пустых швов, поверхностных трещин в конструкции бетонного покрытия и замыва пустот песком.

Основными этапами производства работ по тампонажу являются: бурение шпуров; оборудование скважин иньекторами; приготовление тампонажного раствора требуемого состава и количества в зависимости от состояния конструкции на данном участке; нагнетание раствора в конструкцию; контроль качества и установление достаточности тампонажных работ; ликвидация скважин цементно-песчаным раствором; сдача и приемка выполненных работ.

Для пустот, где выполнялся процесс замыва песком, при тампонаже использовались шпуры, пробуренные для замыва.

При выполнении работ особое внимание обращали на наличие пустот, величину раскрытия трещин, их взаимное расположение, участки стыковки блоков бетонирования. Учитывая неодинаковую интенсивность развития трещин бетонного крепления и пустотности, шаг тампонажа был принят переменным.

В результате тампонажа происходит заполнение имеющихся пустот под железобетонным креплением для предотвращения его разрушения. Проектом предусматривалось выполнение тампонажа по «зажимной» схеме под циклическим давлением нагнетания. Это обеспечивает закрытие пор и трещин в грунтах вследствие упруговязких деформаций, что, в конечном счете, после прекращения подачи раствора за счет упругого последействия будет гарантировать более полное заполнение пустот под креплением. При производстве тампонажа должен вестись строгий контроль давления нагнетаемого тампонажного, раствора. В условиях заполнения пустот и упрочнения рыхлых грунтов давление нагнетания на выходе из иньектора в среднем должно составлять 0,1-0,12 МПа., а максимально допустимое не должно превышать 0,4 МПа.

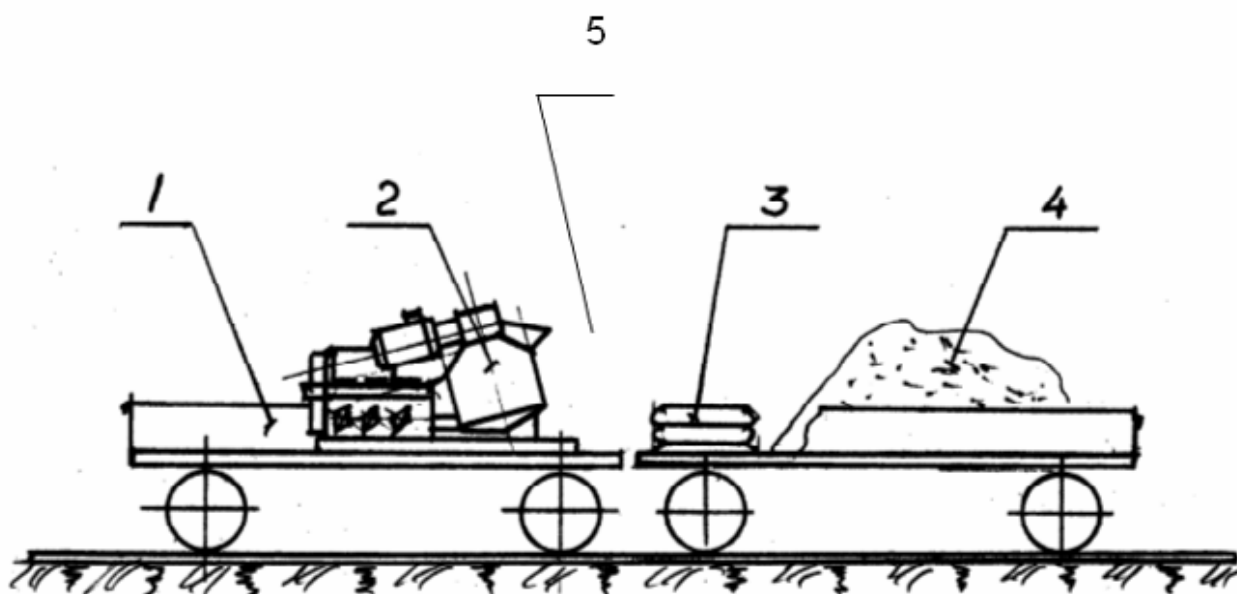
В связи с большой вариацией скорости продвижения тампонажного раствора по мере увеличения площади обработки, а также неоднородности грунтов возможны большие колебания давления нагнетания и внезапное повышение давления, которое может привести к раскрытию трещин и температурных швов на участке тампонажа. В случае экстренного нарастания давления нагнетания подача раствора должна быть прекращена для обеспечения релаксации в системе «облицовка – тампонажный раствор – грунт».

В условиях взаимодействия тампонажного раствора с водой или водонаполненными грунтами процесс схватывания раствора сопровождается падением порового давления, что может привести к образованию водопроводящих слоев, между верхним слоем раствора и нижней плоскостью облицовки, и к формированию за облицовкой раковин при литификации раствора. Поэтому на завершающем этапе выполнения тампонажа следует особо строго контролировать консистенцию тампонажного раствора – не допускать его разжижения, а пода-

вать максимально жесткий раствор.

При применении предложенной схемы работ, тампонажный раствор распространяется по границе «железобетонная облицовка – вмещающий грунт», происходит заполнение пустот, отжим воды и замещение ее раствором и стабилизация вмещающих грунтов. Контрольными операциями установлено, что не происходит проникновения раствора в систему обратных фильтров и в тело насыпных дамб.

Приготовление и укладка растворов выполнялись в условиях стройплощадки с применением комплекса оборудования на базе многоцелевой бетоноукладочной машины МБМ. Схема размещения основного технологического оборудования представлена на рис. 2.



1 – емкость для воды; 2 – машина бетоноукладочная многоцелевая;
3 – цемент и специальные добавки; 4 – песок; 5 – платформа

Рис. 2 – Схема размещения основного технологического оборудования при ремонте русловой части канала

Канал Днепр-Донбасс – важнейшая водная артерия для снабжения питьевой водой города Харькова и прилегающих населенных пунктов. Предварительный подъем уровня воды в канале осуществляется с помощью двенадцати насосных станций. Дальнейший путь воды через перевал проходит по подземному водопроводящему сооружению длиной 3,3 километра. В настоящее время построены и эксплуатируются в течение более чем двух с половиной десятилетий два тоннеля. Оба тоннеля построены по одинаковой технологии и имеют в поперечном сечении одинаковые размеры. Сведения о крепи тоннелей даны в табл. 1.

Согласно данным вышеприведенной таблицы, основным видом крепи является сборная унифицированная железобетонная обделка.

Отличительной чертой работы канала Днепр-Донбасс является цикличность водоподачи, связанная с особенностями водопотребления крупным промыш-

ленным регионом, которым является Харьковская область. Периодическое заполнение и опорожнение труб, приводит к перепадам давления по обе стороны обделки и способствует развитию в ней напряжений и разрушению конструкции. Особенно этот эффект проявляется в днище, что приводит к вспучиванию и разрушению его поверхностного слоя на отдельных участках. Наиболее разрушающее действие на бетон оказывает замораживание и размораживание воды в трещинах в холодное время года. На начальных и конечных участках тоннеля дополнительно сказывается влияние солнечной и ветровой эрозии.

Таблица 1 – Сведения о крепи тоннелей

Вид крепи	Тоннель №1	Тоннель №2
монолитный бетон	0-30 м	0-30 м
тюбинговые кольца ДЗМО, d = 5,50 м	30-62 м	30-50 м
тюбинговые кольца лентрублиста, d = 5,50 м	-	50-57 м
усиленные железобетонные блоки	62-82 м	57-64 м
сборная унифицированная железобетонная обделка	82-727 м	64-1664 м
тюбинговые кольца лентрублиста, d = 5,50 м	727-729 м	-
сборная унифицированная железобетонная обделка	729-1666 м	...1664 м
чугунная обделка из тюбингов, d = 6,00 м	1666-1688 м	1664-1690 м
сборная унифицированная железобетонная обделка	1688-1801 м	1690-1803 м
усиленные железобетонные блоки	1801-1822 м	1803-1823 м
сборная унифицированная железобетонная обделка	1822-3275 м	1823-3271 м
тюбинговые кольца лентрублиста, d = 5,50 м	3275-3345 м	-
тюбинговые кольца ДЗМО, d = 5,50 м	-	3271-3295 м
тюбинговые кольца лентрублиста, d = 5,50	-	3295-3340 м

Геологические условия на участках заложения тоннелей достаточно сложные. Оба тоннеля пройдены в слабых породах, преимущественно в песках. Естественный водоносный горизонт в обоих случаях расположен ниже отметки днища тоннелей. Однако, в результате влияния многолетнего подтопления, грунтовые воды с начальной глубины 20-40 и более метров глубины поднялись практически до критических уровней – 3-5 м и являются источником фильтрации воды в тоннели при опорожнении участка канала.

Внешнее поступление воды способствует проявлениям сульфатации бетонной обделки тоннелей и суффозии вмещающих грунтов. С учетом особого циклического режима эксплуатации канала Днепр-Донбасс следует считаться с возможностью гидростатического давления на внешний защитный слой, действующего внутри полости при резком опорожнении тоннеля.

Комплекс выполненных в тоннелях исследований позволил установить, что обделка тоннеля на многих участках серьезно нарушена. Характер и количество нарушений позволили сделать вывод о необходимости выполнения капитального ремонта [1].

По рекомендациям НПП Технополис «Экоиндустрия» институтом «Днепр-гипропроводхоз» был разработан проект капитального ремонта тоннелей [7]. Про-

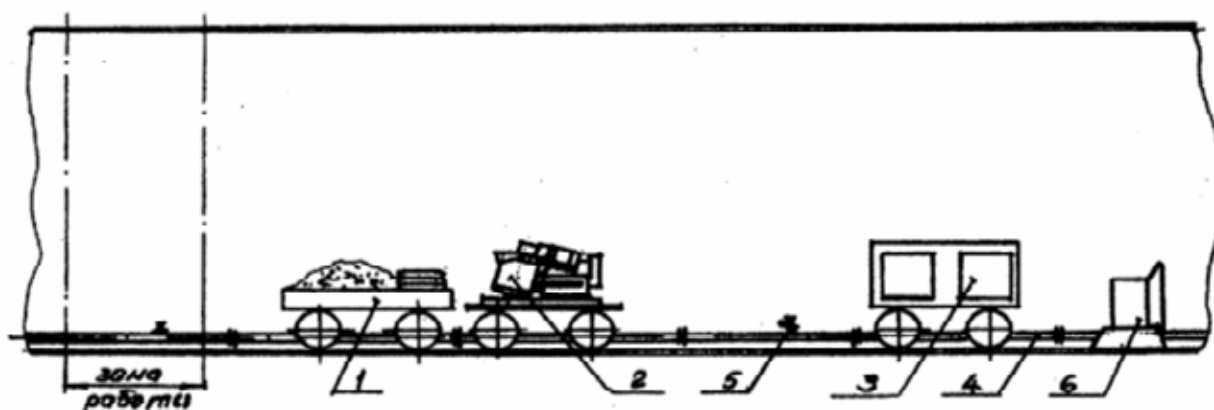
верка проектных решений и выполнение ремонтных работ произведены НПП Технополис «Экоиндустрия» на наиболее сложных участках тоннеля №1. Технология работ по повышению водонепроницаемости обделки тоннелей включает следующее.

Наличие пустот и зон фильтрации за крепью тоннелей нарушают нормальную работу сооружения и могут привести к созданию нештатной ситуации. Поэтому, все выявленные дефектные участки необходимо тщательно затампонировать. На участках тоннеля с повышенными значениями информативного параметра выполнено контрольное бурение и при обнаружении пустот, рыхлых или сильно обводненных пород производились тампонажные работы. В процессе выполнения работ велся постоянный контроль распространения тампонажного раствора.

Отслоившийся и разрушенный бетон удалялся механическим способом. На участках обнажения арматурной сетки, выполнен монтаж новой арматурной сетки. При достаточной толщине проволоки существующей сетки, она использовалась с выполнением мероприятий по ее очистке и преобразованию продуктов коррозии.

Разрушенные поверхности бетона восстанавливали торкретированием. Песчано-цементные растворы для торкретирования модифицировали полимерной добавкой «Adi-Con». Поверхности, подлежащие торкретированию, очищали механическим и гидромеханическим способом. На восстановленные поверхности наносили, как минимум, два слоя гидроизоляции методом торкретирования по «мокрому» способу. На участки поверхности бетонной обделки, очищенные от сульфатной коррозии, наносили слой гидроизоляции общей толщиной не менее 8 мм. Для гидроизоляции применяли песчано-цементные составы, модифицированные добавкой «Spray Con».

Схема размещения основного технологического оборудования показана на рис. 3.



- 1 – транспортная тележка с компонентами раствора и бетона; 2 – машина бетоноукладочная;
3 – электростанция дизельная ЭСД-30; 4 – магистраль подвода сжатого воздуха;
5 – вентиль подключения воздушного рукава; 6 – вентилятор местного проветривания.

Рис. 3 – Схема расположения основного технологического оборудования в тоннеле

Опыт применения предложенной технологии повышения водонепроницаемости железобетонных конструкций гидротехнических сооружений показал ее высокую эффективность при выполнении капитальных ремонтов объектов различного назначения. Технологические процессы достаточно проработаны и имеется необходимое технологическое оборудование. Применяемые материалы совместимы с материалами конструкции, долговечны и экологически безопасны. В целом технология малотравматична для ремонтируемого объекта.

Применение технологии позволяет ликвидировать пустоты за бетонной облицовкой и в приконтурной зоне грунтов – коллекторы фильтрации воды и деструктивные зоны конструкции; стабилизировать приконтурные грунты; ликвидировать контурную фильтрацию; повысить водонепроницаемость железобетонных конструкций, как в прямом, так и в обратном направлениях; защитить железобетонные конструкции от действия агрессивных сред.

Описанная технология в целом или ее элементы могут применяться при ремонте и строительстве подземных и заглубленных объектов из железобетона: горные выработки, тоннели, каналы, доковые части насосных станций, водопроводящие сооружения, плотины и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выполнить геофизические исследования гидротехнических тоннелей №1 и №2 канала Днепр-Донбасс: Отчет оНИР / НПП Технополис «Экоиндустрия», Руководитель Б. Усаченко, 2001. – 159 с.
2. Мусиенко С.Л. Строительная санация подземных и заглубленных объектов – безусловная предпосылка эксплуатационной надежности // Геотехническая механика – Сб. научн. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – 2001. – Вып. 29. – С. 140-142.
3. Сергиенко В.Н., Мусиенко С.П., Усаченко В.Б. Методические проработки и практическое применение подводной вибродиагностики // Геотехническая механика – Сб. научн. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – 2004. – Вып. 51. – С. 177-183.
4. Письменный С.Н., Яланский А.А., Усаченко В.Б. Диагностика подземной части площадки водозаборного сооружения в целях проведения гидроизоляционных работ // Геотехническая механика – Сб. научн. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – 2000. – Вып. 23. – С. 197-201.
5. Усаченко Б.М., Мусиенко С.П., Земба В.А. Техника для упрочняющих и защитных технологий при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов // Материалы научн.-техн. конф. «Экологические проблемы и перспективы развития магистральных трубопроводов». – К.: Тов. «Знання», 1997. – С. 165-168.
6. Романов О. На водогосподарських об'єктах Держводгоспу України // Водне господарство України. – 2005. – №6. – С. 36-42.
7. Производство ремонтных работ тоннелей №1 и №2 канала Днепр-Донбасс: Рабочий проект / «Днепрогипроводхоз» Гл. инж. В. Ракуляк, 2003.