

Совершенствование методов продления жизненного цикла технического состояния длительно эксплуатируемых водопроводящих сооружений

М.А. Бандурин

В ходе длительной эксплуатации водопроводящих сооружений многие конструктивные элементы выходят из строя это - полное разрушение железобетона конструкции водопроводящего сооружения, образование дефектов, нарушающих нормальную эксплуатационную работу конструкции водопроводящего сооружения; например, нарушение стыковых соединений, а также разрушение отдельных элементов сооружения, и т.д.

В водохозяйственном строительстве России используются водонепроницаемые капроновые ткани с резиновым и полимерным покрытием, выпускаемые Уфимским, Курским, Ярославским, Ивановским и другими заводами полимерных изделий и конструкций. Масса 1 м² одно- и двухслойных тканей с покрытием составляет от 1,2 до 3,5 кг при толщине ткани от 0,9 до 3,0 мм. По технологическим показателям изготовления на отечественных заводах предпочтение отдается однослойным тканям [1]. Сооружения, изготовляемые из них, относятся, в основном, к сезонным или временным. В США, Японии, Франции, Италии и других странах в водном хозяйстве используются более прочные и тяжёлые ткани. Сооружения, изготовляемые из них, относятся, в основном, к классу постоянных. В США используют двух- и трехслойные материалы, изготавливаемые фирмами Дюпон, Гудьер, Файрстоун и другими, с массой 1 м² от 2,4 до 7,2 кг.

По рекомендации «Комитета исследования крупных плотин из прорезиновых тканей» фирма «RUBBER DAM» (Япония) перешла к применению тяжёлых тканей, обеспечивающих 50-летний срок эксплуатации мягких водо- или воздушнонаполняемых плотин [2]. Так, трехслойный материал на капроновой (нейлоновой) основе фирмы «FABRIDAM» имеет толщину от 3,0 до 7,0 мм, а трехслойный материал фирмы «RUBBER DAM» – от 10,0 до 25,0 мм. В настоящее время японскими фирмами построено более 3000 плотин из тканевых материалов.

Анализ работ различных фирм мира показывает, что в водном хозяйстве находит применение широкий спектр композиционных материалов на тканевой основе. В зависимости от назначения их прочность находится в пределах от 100 до 1000 кН/м [3].

Конструкции прорезиненных тканей различаются по следующим признакам:

а) текстильной основе – материалу, способу переплетения нитей, количеству слоёв и типу дублирования;

б) защитному покрытию – материалу, способу нанесения, количеству (одно- или двухстороннее покрытие);

Жизненный цикл водопроводящих сооружений - это время от момента обоснования необходимости их возведения до наступления экономической нецелесообразности дальнейшей эксплуатации. Периоды жизненного цикла разделяются на [4]:

I - период по технико-экономическому обоснованию возведения водопроводящего сооружения;

II - по конструированию и проектированию;

III - по возведению с разработкой технологии, организации и технологических регламентов производства работ;

IV - по предэксплуатационному освоению;

V - по эксплуатации зданий и наработке, позволяющей обеспечить окупаемость средств, вложенных в их создание и освоение;

VI - по поддержанию конструктивных элементов и инженерных систем водопроводящих сооружений в нормальном техническом состоянии путём проведения планово-предупредительных и капитальных ремонтов;

VII - период физического и морального износа, требующий проведения модернизации, реконструкции или сноса водопроводящего сооружения. Последнее состояние является периодом окончания жизненного цикла или началом нового.

VIII - период реконструкции, восстанавливающий физико-механические и эксплуатационные характеристики зданий, включающий: I, II - технико-экономическое обоснование и разработку технической документации.

Влияние на экономическую эффективность оказывает распределение эксплуатационных затрат с учётом различного рода отказов в течение жизненного цикла водопроводящих сооружений, включающих три характерных периода [5]:

- период приработки, когда отказы являются следствием дефектов, допущенных при возведении сооружения. Они интенсивно проявляются в первые годы эксплуатации сооружения;

- период нормальной эксплуатации сооружения, когда количество отказов спадает и эксплуатационные затраты определяются техническими решениями, принятыми в проекте, эти затраты в течение длительного времени возрастают;

- период физического износа характеризуется резким возрастанием эксплуатационных затрат за счёт выработки ресурсов материалов и конструкций, используемых при возведении сооружения.

Для полной оценки физического износа требуется детальное обследование конструктивных элементов с использованием современных методик, аппаратуры и инженерного расчёта остаточной несущей способности водопроводящих сооружений как сложных строительных систем [6].

Оптимизация продолжительности жизненного цикла водопроводящих сооружений является производной целесообразных границ реконструкции, модернизации и ремонта.

В зависимости от степени соответствия функциональным и техническим требованиям они могут быть разделены на 4 группы.

I - объекты, полностью отвечающие современным стандартам.

II - объекты, требующие перепланировки основных и вспомогательных помещений путём модернизации или реконструкции в целом.

III - объекты, требующие больших объёмов ремонтно-восстановительных работ и реконструкции.

IV - объекты, уровень износа конструктивных элементов которых таков, что они не подлежат реконструкции или модернизации.

С точки зрения затрат, капиталность работ восстанавливающего и поддерживающего характера составляет до 5 % оценочной стоимости объекта для первой группы; 5-10 % для второй; до 50 % для третьей группы. При этом ориентировочный срок эксплуатации объектов продлевается на 30-50 лет [7].

Применение противодиффузионных геотекстильных покрытий для восстановления работоспособности водопроводящих сооружений является обеспечение эксплуатационной надёжности и долговечности противодиффузионных покрытий водопроводящих каналов, исключая в работе водопроводящих сооружений очаги потери воды на фильтрацию [8].

Данный технический результат достигается тем, что применяется двухслойное покрытие из геотекстильного материала, который обеспечивает отсутствие потери воды на фильтрацию из водопроводящих каналов, покрытие укладывают по периметру канала, а затем в полость между двух слоёв покрытия через горловины, расположенные на кромке полотна, закачивают бетон, который придаёт жесткость и прочность конструкции покрытия, причём оба слоя покрытия соединены между собой продольными локальными швами, расположенными в шахматном порядке.

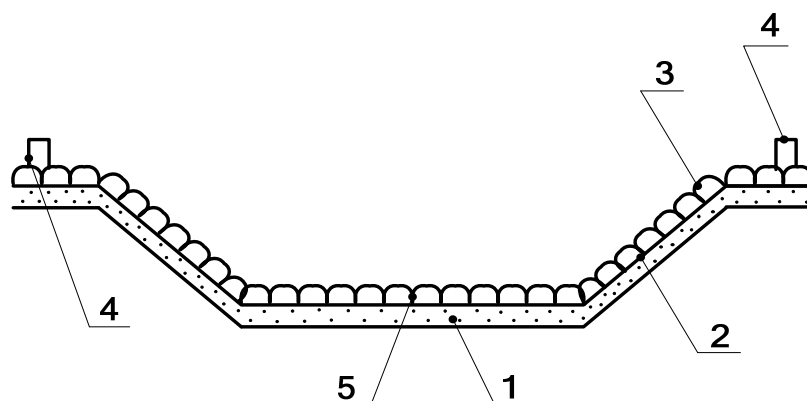


Рис. 1. - Противофильтрационное геотекстильное покрытие водопроводящих каналов

На рис. 1 изображено противофильтрационное покрытие водопроводящих каналов в разрезе; на рис. 2 – то же, вид сверху.

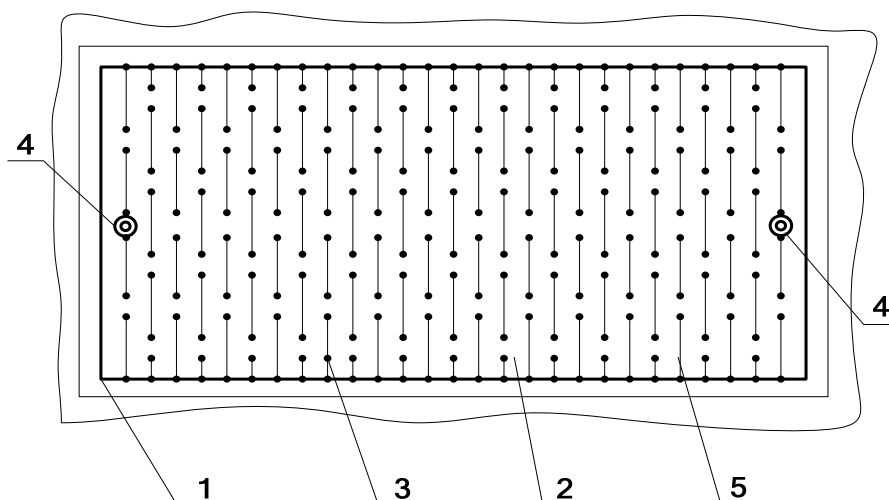


Рис. 2. - Противофильтрационное геотекстильное покрытие водопроводящих каналов, вид сверху

На подстилаемый грунт 1 по всему периметру водопроводящего канала, расстилается двухслойное покрытие, выполненное из геотекстильного материала 3, образованное из двух полотнищ соединённых между собой продольными локальными швами 5 расположенными в шахматном порядке, для равномерного распределения бетона 2 по всему двухслойному покрытию, через горловины 4 расположенные на кромке полотнища, закреплённого на бровке канала.

Эксплуатационная надёжность и долговечность противофильтрационного покрытия водопроводящих каналов обеспечивается совместной работой бетона 2, который в дальнейшем застывая, предаёт жесткость и прочность конструкции покрытия, а геотекстильный материал 3 обеспечивает отсутствие потери воды на фильтрацию из водопроводящих каналов [9].

Применение покрытия позволит повысить эксплуатационную надёжность противофильтрационных покрытий водопроводящих каналов, благодаря жёсткости и прочности, а также двойной слой плёнки (геотекстильный материал) предотвратит потери воды, на фильтрацию предотвращая заболачивание, засоление и подтопление сельскохозяйственных угодий, даже если входе продолжительной эксплуатации покрытия выйдет из строя верхний слой плёнки, обращенный к воде, то нижний слой будет продолжать исключать потери воды на фильтрацию [10].

Также применение данного покрытия возможно без бетона, когда он может быть заменён на смесь грунта с водой, которая в дальнейшем выйдет через мембраны геотекстильного покрытия и останется только грунт, который также сможет придать жесткости данной конструкции.

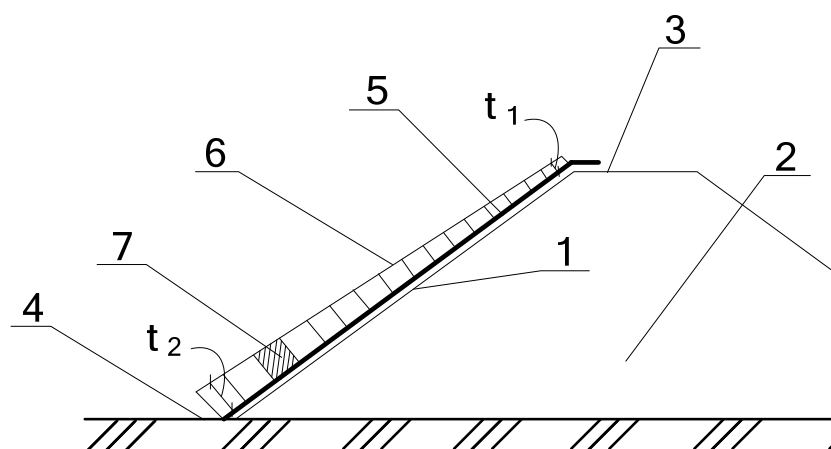


Рис. 3. - Противофильтрационное геотекстильное покрытие низконапорной земляной плотины

На рис. 3 изображено противофильтрационное геотекстильное покрытие низконапорной земляной плотины, которое может быть использовано для возведения противофильтрационного покрытия низконапорной земляной плотины, то есть бортов водопроводящих каналов.

Техническим результатом, достигаемым настоящим противофильтрационным геотекстильным покрытием низконапорной земляной плотины является, предотвращение потерь воды на фильтрацию и обеспечение эксплуатационной надёжности и долговечности противофильтрационного геотекстильного покрытия низконапорной земляной плотины.

Данный технический результат достигается тем, что ячеистая конструкция крепится на полотнище водонепроницаемого геотекстильного материала, укладываемого на подстилающий слой по верховому откосу низконапорной земляной плотины, причём ячейки конструкции заполняются грунтом и имеют изменяемую глубину, которая постепенно увеличивается от гребня до подошвы плотины и $t_2 > t_1$, где t_1 – глубина ячейки на гребне плотины, t_2 – глубина ячейки у подошвы плотины [11, 12].

На подстилаемый слой грунта 1 по верховому откосу низконапорной земляной плотины 2, расстилается покрытие, закреплённое на гребне 3 и подошве 4 плотины, и выполненное из слоя геотекстильного материала 5, в виде ячеистой конструкции изменяемой глубины 6 заполненной грунтом 7 и прикрепленной к покрытию 5.

Эксплуатационная надёжность и долговечность противофильтрационного геотекстильного покрытия низконапорной земляной плотины обеспечивается ячеистой конструкцией 5 имеющей изменяемую глубину ячейки, которая постепенно увеличивается от гребня 3 до подошвы 4 плотины и $t_2 > t_1$, где t_1 – глубина ячейки на гребне плотины, t_2 – глубина ячейки у подошвы плотины, для предотвращения образования оползневых процессов в заполняющем её грунте 7, которая предохраняет геотекстильный материал 5 от повреждений, а сам геотекстильный материал 5 предотвращает потери воды на фильтрацию через низконапорную земляную плотину [13].

Применение противофильтрационного геотекстильного покрытия позволит повысить эксплуатационную надёжность противофильтрационных покрытий низконапорных земляных плотин, благодаря ячеистой конструкции, имеющей изменяемую глубину, заполненной грунтом, которой армирует верховой откос и

предотвращают образования оползневых процессов, а также водонепроницаемое полотно из геотекстильного материала предотвратит потери воды, на фильтрацию, предотвращая заболачивание, засоление и подтопление сельскохозяйственных угодий.

В ходе разработки методов продления жизненного цикла водопроводящих сооружений получены к применению противofильтрационные геотекстильные покрытия, благодаря которым при правильной оценки остаточного ресурса сооружения, возможно, продлить его жизненный цикл эксплуатации [14, 15].

Возникает вопрос необходимости правильно и своевременно оценить остаточный ресурс и несущую способность водопроводящего сооружения, для оценки технического состояния и продления его жизненного цикла. Для этого можем применить предложенные противofильтрационные геотекстильные покрытия. В зависимости от типа водопроводящего сооружения; противofильтрационное геотекстильное покрытие для восстановления работоспособности водопроводящих каналов; противofильтрационное геотекстильное покрытие для заделки стыкового соединения лотковых каналов оросительных систем и дюкеров; противofильтрационное ячеистое геотекстильное покрытие водопроводящих каналов и низконапорных дамб обвалования.

Благодаря применению современных противofильтрационных геотекстильных покрытий возможно продление жизненного цикла водопроводящих сооружений с минимальными экономическими затратами.

Литература:

1. Бандурин, М.А. Особенности технической диагностики длительно эксплуатируемых водопроводящих сооружений [Текст] // Инженерный вестник Дона 2012 № 2. С. 693-696.

2. Михайлин, А.А. Анализ устойчивости обрабатываемых влагонасыщенных склоновых почв [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1182> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

3. Бандурин, М.А. Проблемы оценки остаточного ресурса длительно эксплуатируемых водопроводящих сооружений [Текст] // Инженерный вестник Дона 2012 № 3. С. 29-34.

4. Волосухин, В.А., Бандурин М.А. Особенности применения моделирования аварийных мостовых переездов через водопроводящие каналы при проведении эксплуатационного мониторинга [Текст] // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2012. № 5. С. 82-86.

5. Бандурин, М.А. Мониторинг напряженно-деформированного состояния мостовых переездов на водопроводящих каналах [Текст] // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2012. № 4. С. 110-124.

6. Волосухин, Я.В., Бандурин М.А. Проведение эксплуатационного мониторинга с применением неразрушающих методов контроля и автоматизация моделирования технического состояния гидротехнических сооружений [Текст] // Мониторинг. Наука и безопасность. 2011. № 3. С. 88-93.

7. Бандурин, М.А. Применение программно-технического комплекса для решения задачи проведения эксплуатационного мониторинга и определения остаточного ресурса водопроводящих сооружений [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1200> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

8. Бандурин, М.А. Обследование состояния оросительных лотковых каналов Азовской оросительной системы неразрушающими методами [Текст] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2006. № 24. С. 72-76.

9. Бандурин, М.А. К вопросу о состоянии железобетона лотковых каналов Азовской оросительной системы [Текст] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2006. № 24. С. 82-86.
10. Бандурин, М.А. Конечно-элементное моделирование напряженно-деформированного состояния Ташлинского дюкера на Право-Егорлыкском канале [Текст] // Инженерный вестник Дона 2012. № 3. С. 18-23.
11. Бандурин, М.А. Мониторинг и расчёт остаточного ресурса аварийных мостовых переходов через водопроводящие сооружения [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1260> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
12. Михайлин, А.А. Устойчивость склонов в земледелии [Текст] // Научно-теоретич. журнал Известия горского государственного аграрного университета. – 2010. - Т.47, ч.2. – С. 111-115.
13. Бандурин, М.А. Моделирование напряженно-деформированного состояния оросительного лотка-оболочки [Текст] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2006. № 24. С. 76-81.
14. Волосухин, Я.В., Бандурин М.А. Вопросы моделирования технического состояния водопроводящих каналов при проведении эксплуатационного мониторинга [Текст] // Мониторинг. Наука и безопасность. 2012. № 1. С. 70-74.
15. Волосухин, Я.В., Бандурин М.А. Применение неразрушающих методов при проведении эксплуатационного мониторинга технического состояния каналов Обводнительно-оросительных систем [Текст] // Мониторинг. Наука и безопасность. 2012. № 2. С. 102-106.