

управлять режимами орошения на полях, занятых свеклой, соей, хлопчатником или подсолнечником, т. е. объединять сельскохозяйственные культуры в группы с одинаковыми режимами орошения.

3 Графики связи и выведенные аналитические формулы можно использовать для расчетов величин суммарного испарения различных сельскохозяйственных культур за активные периоды вегетации при сомкнутом травостое и оптимальном режиме орошения. Например, имея величины суммарного испарения с поля люцерны, можно получить их для озимой пшеницы, кукурузы, хлопчатника и др. Величины, полученные по графикам связи и формулам, можно использовать при проектировании оросительных систем и составлении планов водопользования.

4 Для получения измеренных величин суммарного испарения нет необходимости строить гидравлические почвенные балансомеры для каждой сельскохозяйственной культуры, для этого достаточно провести их группирование по биологическим характеристикам и периодам вегетации, т. е. достаточно построить куст балансомеров из трех-четырёх приборов: один – с зерновыми колосовыми культурами (озимая пшеница, озимый ячмень, яровой ячмень, овес), второй – с пропашными (кукуруза, подсолнечник, соя, свекла, хлопчатник), третий – с многолетними травами.

Список использованных источников

1 Тищенко, А. П. Измерение величин суммарного испарения сельскохозяйственных культур с помощью гидравлического почвенного балансомера / А. П. Тищенко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 3(63). – С. 156–161.

2 Урываев, В. А. Экспериментальные гидрологические исследования на Валдае / В. А. Урываев. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 231 с.

3 Федоров, С. Ф. Опыт эксплуатации гидравлического почвенного испарителя малой модели (ГПИ-51) / С. Ф. Федоров // Труды ГГИ. – 1954. – Вып. 45.

4 А. с. 1626762, А 01 05 Д 9/00. Оперативный гидравлический почвенный балансомер / А. П. Тищенко, П. В. Тищенко.

5 Тищенко, П. В. «Служба урожая» в системе орошения / П. В. Тищенко. – Симферополь: Таврия, 1988. – 128 с.

6 Тищенко, А. П. Управление режимами орошения сельскохозяйственных культур по инструментальному методу: монография / А. П. Тищенко. – Симферополь: Таврия, 2003. – 240 с.

УДК 626.823.91

А. Ю. Гарбуз

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

К ВОПРОСУ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ОБЛИЦОВАННЫХ КАНАЛОВ

Целью научной статьи является рассмотрение вопросов гидроизоляции и ремонта как малых, так и крупных повреждений на поверхности облицовки. В ней представлена технология продления жизненного цикла бетонных и железобетонных поверхностей облицовок длительно работающих каналов с использованием полимерных композиционных материалов. Преимуществом представленной технологии является возможность ремонта различных повреждений бетонных облицовок длительно работающих оросительных каналов, повышение надежности, эффективности и продление срока их службы, ликвидация зон утечек при фильтрации через трещины и деформационные швы. Проиллюстрировано текущее техническое состояние плит оросительных каналов Багаевской оросительной сети, которые характеризуются существенными повреждениями.

Ключевые слова: оросительный канал; противофильтрационные мероприятия; жидкие полимеры; водонепроницаемость; бетонная облицовка.

A. Yu. Garbuz

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

ON ISSUE OF WATERPROOFING OF LINED CANAL DAMAGE

The purpose of the article is to consider the issues of hydraulic isolation and maintenance of small and large damages of coating' surfaces. The technology of extending the life cycle of concrete and reinforced concrete surfaces of linings of long-term operating canals using polymer composite materials is presented. The advantage of the presented technology is the possibility of repairing various damage to concrete linings of long-term operating irrigation canals, increasing the reliability, efficiency and extending their service life, eliminating leakage zones during filtration through cracks and contraction joints. The current technical condition of the irrigation canal plates of the Bagaevskaya irrigation network, which are characterized by significant damage, is illustrated.

Key words: irrigation canal; water-proofing measures; liquid polymers; water permeability; concrete lining.

Введение. В настоящее время оросительные каналы эксплуатируются в течение значительного количества времени (от 30 до 45 лет). За этот продолжительный период остро встал актуальный на данный момент вопрос долговечности бетонных и железобетонных элементов. В своем большинстве бетонные облицовки существенно изнашивались, имеют большое количество различных повреждений в виде трещин, разрушенных швов, через которые происходят значительные потери.

Для предотвращения и исключения дальнейшего разрушения бетонных поверхностей облицовок важна разработка технологий создания противофильтрационных покрытий из новых материалов, обеспечивающих долговечность, водонепроницаемость и надежность [1].

Использование современных строительных и ремонтных материалов на основе полимеров, которые служат механизмом повышения надежности и долговечности возводимых конструкций, увеличивает срок их службы, снижает потери воды на фильтрацию и повышает их КПД [2].

Для выбора наиболее эффективных и рациональных защитных покрытий большое значение имеет экономическое обоснование предлагаемой конструкции с учетом выбора места ее применения, а также геологических, гидрогеологических, гидравлических и климатических условий [3].

На бетонной поверхности противофильтрационных облицовок образуются различные повреждения в виде малых, средних и больших трещин, через которые теряется значительное количество подаваемых водных ресурсов. Данные повреждения, как правило, образуются в нижней части плит облицовки в среднем на высоте 1/3 откоса. Однако такие повреждения формируются в зоне попеременного уреза воды. Для предотвращения образования повреждений, а также продления срока службы бетонных покрытий облицовок следует выполнять текущий их ремонт.

При проведении планового (текущего) или капитального ремонта бетонного полотна облицовки канала выполняют перечень обязательных мероприятий [4], включающий в себя:

- механическую очистку бетонного покрытия (как ручную, так и при помощи специального оборудования, в т. ч. шлифовальных машин);
- обеспыливание ремонтируемого участка;

- заполнение крупных повреждений песчано-щебенчатым наполнителем;
- применение экономически обоснованных обмазочных, жидких или инъекционных полимерных композиций для ремонта повреждений на сооружении;
- в местах наиболее крупных повреждений укладку «нового» защитного слоя из бетона;
- восстановление деформационных швов между плитами облицовки.

Однако в случае, когда на бетонной поверхности имеются незначительные повреждения в виде раковин, сколов, волосяных трещин, возможно применение напыляемых полимерных композиций для герметизации и восстановления облицовки без предварительной заделки их бетоном.

Применение обычных цементно-песчаных растворов для устройства противофильтрационных облицовок, а также подпорных сооружений [5], как показала практика, недостаточно эффективно, так как растворы не обладают высокой степенью водонепроницаемости и стойкостью к агрессивным воздействиям, наряду с этим растворы имеют длительные сроки набора прочностных характеристик.

Материалы и методы. Выполненные натурные обследования облицовок каналов показали, что значительное количество повреждений на бетонных покрытиях облицовок представлено мелкими трещинами, сколами, зарастанием камышовой растительностью, а также раскрытием деформационных швов (рисунок 1).

а)



б)



а – разрушенные деформационные швы;
б – зарастание откоса камышовой растительностью

Рисунок 1 – Текущее состояние оросительного канала Бг-Р-7 (фото А. Ю. Гарбуз)

Также по всей протяженности канала выявлены просадки грунта основания и сползание плит. По дну наблюдается сильное заиливание вследствие малых скоростей по-

тока, а на откосах разрушение бетонного защитного слоя с оголением арматуры и противодиффузионного элемента в виде пленки (рисунок 2).



Рисунок 2 – Техническое состояние бетонной облицовки оросительного канала (фото А. Ю. Гарбуз)

Такие нарушения и деформации бетонного полотна облицовки обуславливают высокие значения коэффициента шероховатости в диапазоне $n = 0,0223...0,0299$, в результате чего скорость водного потока падает, и приводят к заилению дна, а также снижению показателя КПД до 0,77–0,80. Наряду с этим увеличиваются потери воды на фильтрацию как через саму облицовку, так и через деформационные швы, что более подробно отражено в работах Ю. М. Косиченко и др. [6, 7]. Это связано с устаревшей конструкцией и значительным износом бетонного покрытия, эксплуатируемого в качестве противодиффузионного элемента более 30 лет.

Также большая часть протяженности каналов выполнена с применением устаревших полиэтиленовых пленок, которые легко подвергаются прокалыванию, надрывам и другим механическим повреждениям, что сказывается на их противодиффузионной эффективности. При отсутствии текущего ремонта с применением более современных и усовершенствованных методов, материалов и технологий это приводит к значительным потерям воды через повреждения защитного слоя. Однако полная замена всей бетонной плиты каналов слишком дорогостояща и требует специальной техники для демонтажа и укладки. Ввиду этого факта мелкие и крупные повреждения могут быть устранены по разработанному творческим коллективом способу ремонта бетонных облицовок длительно работающих каналов [8].

Результаты и обсуждения. Преимуществом предлагаемого способа является возможность ремонта различных повреждений бетонных облицовок длительно работающих оросительных каналов, повышение надежности, эффективности и продление срока их службы, ликвидация зон утечек при фильтрации через трещины и деформационные швы.

Вся технология ремонта представлена следующими основными этапами производства работ.

Первый этап подготовительный, направленный на очистку бетонной поверхности от мусора, шелушения и разрушения поверхности облицовки как вручную, так и при помощи специального оборудования, обеспыливание всей ремонтируемой площади сжатым воздухом и ее просушивание. Также осуществляется заполнение более крупных повреждений и деформационных швов песчано-гравийным наполнителем.

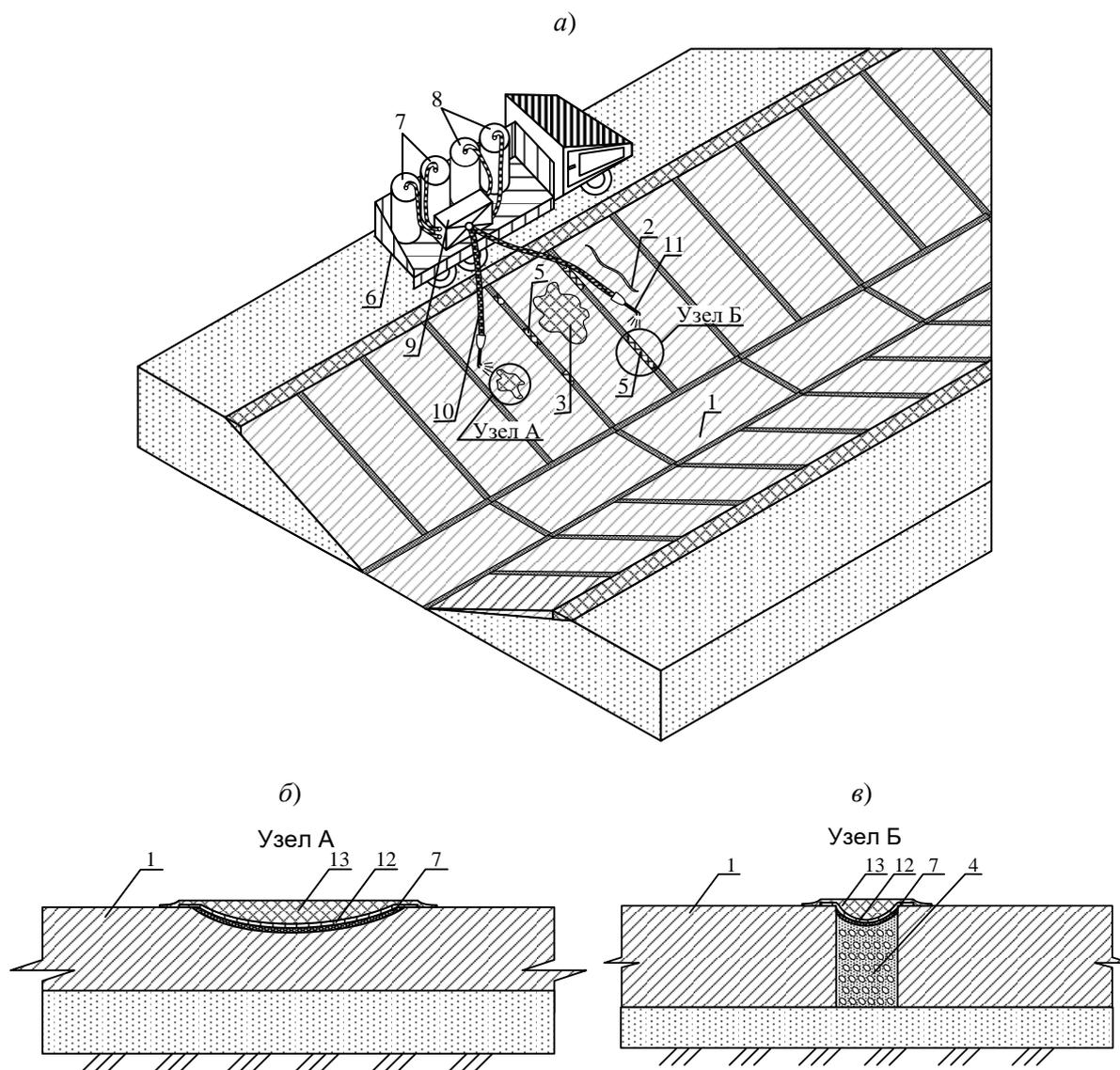
Второй этап включает в себя праймирование повреждения по всей его площади для лучшего сцепления с армирующими материалами, такими как геотекстиль.

Третий этап характеризуется укладкой армирующего материала в виде полотна тканого или нетканого геотекстиля для усиления конструкции ремонтируемого участка.

Четвертый этап заключительный, на нем производится нанесение напыляемого полимерного материала при помощи специального оборудования или же одной из его пастообразных форм вручную с толщиной слоя от 3 до 6 мм непосредственно на подготовленный геотекстиль.

При ремонте более крупных повреждений (как трещин, так и деформационных швов с шириной раскрытия от 3 см) на подготовительном этапе осуществляется их заполнение предварительно подобранной смесью из песка и щебеночных включений определенной фракции, которая разравнивается и уплотняется по всей площади повреждения.

Ремонт по этой технологии (рисунок 3) осуществляется при полном опорожнении канала в весенний (осенний) период.



a – план-схема канала с оборудованием для ремонта; *б* – схема ремонта мелких повреждений; *в* – схема ремонта крупных повреждений; 1 – бетонная облицовка; 2 – повреждение в виде трещины; 3 – крупное повреждение; 4 – песчано-щебеночный наполнитель; 5 – повреждение деформационного шва; 6 – механизированное оборудование; 7 – емкость полимерного материала с компонентом А (реагентом); 8 – емкость полимерного материала с компонентом Б; 9 – компрессор; 10 – подающий шланг; 11 – распылитель; 12 – геотекстиль; 13 – финишное полимерное покрытие

Рисунок 3 – Схема ремонта бетонной облицовки

Таким образом, для исключения потерь воды, а также уменьшения шероховатости русел длительно работающих каналов необходимо проводить текущий и капитальный ремонт с использованием комплекса современных материалов, которые имеют повышенные свойства по сравнению с традиционными и легко применимы в сложных инженерных условиях.

Выводы

1 Применение современных технологий и материалов для ремонта и продления срока службы бетонных облицовок позволит не только исключить потери воды, но и увеличить прочностные характеристики всей конструкции. Укрепленные бетонные облицовки будут обладать высокой прочностью и морозостойкостью.

2 Представленный способ ремонта и герметизации повреждений бетонных облицовок каналов позволит обеспечить надежность, увеличить срок службы и водонепроницаемости повреждений бетонных облицовок каналов, наряду с этим уменьшить шероховатость отремонтированного участка, что даст возможность повысить пропускную способность.

Список использованных источников

1 Косиченко, Ю. М. Рекомендации по применению геосинтетических материалов для противofильтрационных экранов каналов, водоемов и накопителей / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев; ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2014. – 65 с. – Деп. в ВИНТИ 12.01.15, № 1-В2015.

2 Поколения оросительных систем: прошлое, настоящее, будущее: монография / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, Г. Т. Балакай, Ю. М. Косиченко, А. В. Колганов, А. А. Чураев, А. Н. Бабичев; под общ. ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск, 2012. – 122 с.

3 Конструктивные схемы и методики гидравлического расчета элементов рыбобводных комплексов на базе оросительно-обводнительных каналов / В. Н. Шкура, О. А. Баев, А. Ю. Гарбуз, Ю. М. Косиченко. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2018. – 43 с.

4 Гарбуз, А. Ю. Обеспечение водонепроницаемости облицовок оросительных каналов за счет применения жидких полимеров / А. Ю. Гарбуз // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – Вып. 56, ч. 1. – С. 21–29.

5 Пат. 2141552 Российская Федерация, МПК Е 02 В 7/02. Подпорно-аэрационное регулирующее сооружение и способ его возведения / Кашарина Т. П., Кашарин Д. В., Волошков В. М., Косиченко Ю. М.; заявители и патентообладатели Юж. науч.-исслед. ин-т гидротехники и мелиорации, Ростовводэксплуатация. – № 96121488/13; заявл. 30.10.96; опубл. 20.11.99.

6 Косиченко, Ю. М. Оценка водопроницаемости бетонопленочной облицовки с закольматированными швами при длительной эксплуатации каналов / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев, А. Ю. Гарбуз // Вестник МГСУ. – 2016. – № 7. – С. 114–133.

7 Косиченко, Ю. М. Математическое и физическое моделирование фильтрации через малые повреждения противofильтрационных устройств из полимерных геомембран / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. – 2014. – Т. 274. – С. 60–74.

8 Пат. 2732588 Российская Федерация, МПК Е 02 В 3/16. Способ ремонта бетонных облицовок длительно работающих каналов / Васильев С. М., Косиченко Ю. М., Баев О. А., Гарбуз А. Ю.; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – № 2019134272; заявл. 24.10.19; опубл. 21.09.20, Бюл. № 27. – 9 с.: ил.