

Я. В. Кокарев, Ю. М. Косиченко, А. М. Кореновский

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

СПОСОБЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ОБЛИЦОВОК НА КАНАЛАХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В статье дан обзор патентов и научно-технической литературы по способам строительства и технологиям, применяемым для устройства противофильтрационных облицовок на каналах. Установлено, что в современном мелиоративном строительстве используются устаревшие приемы и способы строительства противофильтрационных облицовок каналов оросительных систем, слабо внедрены новые материалы и технические решения в области механизации технологического процесса строительства. Авторами рассмотрены передовые технические решения и предложен вариант модификации существующей технологии строительства противофильтрационных облицовок на их основе.

Ключевые слова: каналы, оросительная система, гидромелиоративное строительство, геомембрана, геотекстиль.

Использование противофильтрационных облицовок в практике гидромелиоративного строительства играет немаловажную роль. Облицовка русел каналов оросительных сетей позволяет исключать потери воды на фильтрацию и тем самым существенно экономить воду, предотвращать эрозию почвы на участках, прилегающих к каналу, заиливание русел каналов и зарастание их сорной влаголюбивой растительностью [1]. Использование облицовок повышает гидравлическую эффективность каналов и их пропускную способность. Так, например, применение современных бетонопленочных облицовок с геомембраной позволило повысить КПД третьей очереди строительства Большого Ставропольского канала (БСК-3) от 0,704 до 0,984. Применение противофильтрационных облицовок на распределительном канале Бг-Р-7 Багаевско-Садковской ОС в Ростовской области позволило увеличить КПД от 0,789 до 0,979 [2].

В XX веке произошла эволюция противофильтрационных мероприятий, начиная от малоэффективных методов кольматации русел каналов, устройства монолитных и сборных бетонных и асфальтобетонных облицовок, облицовок с применением полиэтиленовых пленок, заканчивая применением комбинированных облицовок с использованием современных геосинтетических материалов.

Для исключения больших непроизводительных потерь воды из каналов оросительных систем важной задачей является разработка инновационных материалов и технологий создания противофильтрационных покрытий нового поколения из геосинтетических материалов, основанных на использовании научно-технических достижений в области полимеров и синтетических материалов, в том числе отходов их производства. Это позволяет практически полностью исключать потери на фильтрацию за счет повышения надежности, гибкости и долговечности таких покрытий, достигающей 50–100 лет, при сравнительной их экономичности и повышать КПД каналов до максимума (0,97–0,98), за исключением только потерь на испарение и сбросы.

Общая протяженность оросительной сети в Российской Федерации составляет 187 тыс. км, в том числе на системах, находящихся в федеральной собственности, – 52 тыс. км. Срок эксплуатации большинства систем составляет более 30–50 лет. По этой причине физический износ оросительной сети и сооружений на ней достигает 60 %, что требует ее реконструкции на протяжении более 93,5 тыс. км [3].

В настоящее время подавляющая часть каналов в РФ выполнена с применением устаревших полиэтиленовых пленок. В 2008–2009 годах сотрудниками РосНИИПМ проводились натурные исследования распределительного канала Бг-Р-7 Багаевско-Садковской ОС и Нижне-Маньчского канала в Ростовской области. В процессе этих работ были установлены случаи сползания плит облицовки, прорастания камыша и рогоза сквозь пленку. КПД этих каналов составляет 0,83–0,84. Это вызвано небольшой толщиной используемого противофильтрационного элемента и устаревшей конструкцией покрытия. С другой стороны, анализ работы каналов, строительство которых было выполнено с использованием геомембран (в частности, каналов Pilat, Amarilla, Lateral в США), показал, что КПД этих каналов выше 0,95, а это является высоким показателем [4].

Решение данной проблемы видится в совершенствовании конструкции противофильтрационных облицовок, применении современных материалов, а также усовершенствовании существующей технологии строительства.

Технология строительства современных противофильтрационных покрытий каналов оросительных систем должна учитывать большое количество факторов, таких как особенности режима грун-

товых вод местности, климатические условия, особенности структуры почв и прочие. В настоящее время, несмотря на многообразие конструкторских решений в области механизации и оптимизации технологических процессов устройства противофльтрационного покрытия, до сих пор используются устаревшие технологические решения, а работы производятся комплексами общестроительных машин. В некоторых случаях это бывает оправдано, но чаще всего приводит к излишним экономическим и трудовым затратам. В данной статье будут рассмотрены существующие способы укладки противофльтрационного покрытия и возможности их модернизации [5].

Общепринятая технология строительства облицовок, разработанная для устаревших покрытий с использованием полиэтиленовой пленки и защитного слоя из монолитного бетона, включает следующие последовательные операции:

- разработку грунта (скреперами, бульдозерами, одноковшовыми экскаваторами или машинами непрерывного действия) по трассе канала;
- отсыпку защитного слоя грунта, который не должен содержать включений свыше 6 мм;
- обработку защитного слоя гербицидами;
- уплотнение защитного слоя с применением трамбовок и катков;
- расстилку и соединение защитной пленки;
- распределение и уплотнение бетонной смеси по периметру канала (виброформами МБ-15, МБ-17, Д-655Б, МБ-25);
- устранение дефектов бетона и частичную затирку его поверхности вручную;
- нарезку деформационных швов и нанесение на поверхность свежееуложенного бетона пленкообразующих жидкостей (нарезчиками швов Д-656А, МБ-26);
- заливку деформационных швов герметизирующим материалом (заливщиками швов МБ-16) [6].

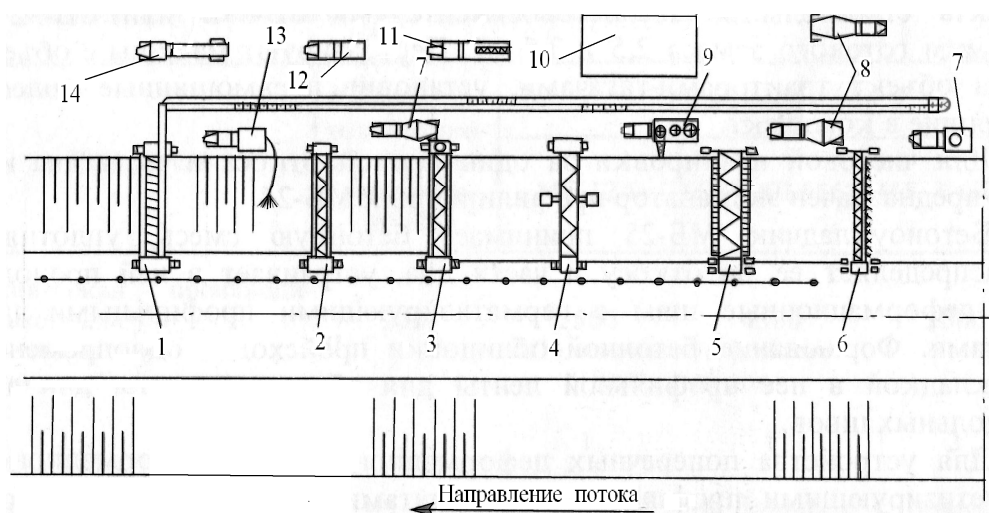
Данная технология активно применяется с начала шестидесятых годов прошлого века и до сих пор. Эта схема является традиционной и не учитывает актуального развития отечественной науки и техники.

Существенным недостатком данного технологического процесса, на наш взгляд, является отсутствие механизации процесса раскладки и соединения полимерного противофльтрационного покры-

тия. В конечном счете это не позволяет использовать для строительства каналов поточную технологию с использованием комплекса машин и существенно замедляет процесс строительства.

Также в настоящее время в практике гидромелиоративного строительства широкое распространение получили геотекстили. Их использование позволяет исключить работы по отсыпке защитного грунтового слоя, предохранить пленку от повреждений частицами грунта и разрывов, возможных на просадочных грунтах из-за образования промоин и карстовых воронок.

Возможность оптимизации стандартного технологического процесса представляется в виде модернизации типовой схемы устройства монолитной бетонной облицовки с помощью комплекса машин «Ракхо» путем включения в данную технологическую схему (рисунок 1) механизированного процесса укладки и соединения геотекстиля и противофильтрационного полимерного материала.



1 – экскаватор-профилировщик НТ-560С; 2 – бетоноукладчик НС-60С; 3 – форма для устройства поперечных швов НН-60С; 4 – форма для устройства продольных швов; 5 – платформа для отделки поверхности облицовки НН-60С; 6 – платформа для ухода за бетоном НН-60С; 7 – автобетоносмесители; 8 – гидравлический транспортный подъемник РН-120; 9 – фронтальный погрузчик Н-90Е; 10 – бетонный завод «Уинплан 135S»; 11 – автокран с платформой для перевозки катушек с лентами «констоп» грузоподъемностью 5 т; 12 – цистерна для пленкообразующей жидкости на базе автомобиля; 13 – цистерна для воды на базе автомобиля; 14 – автозаправщик

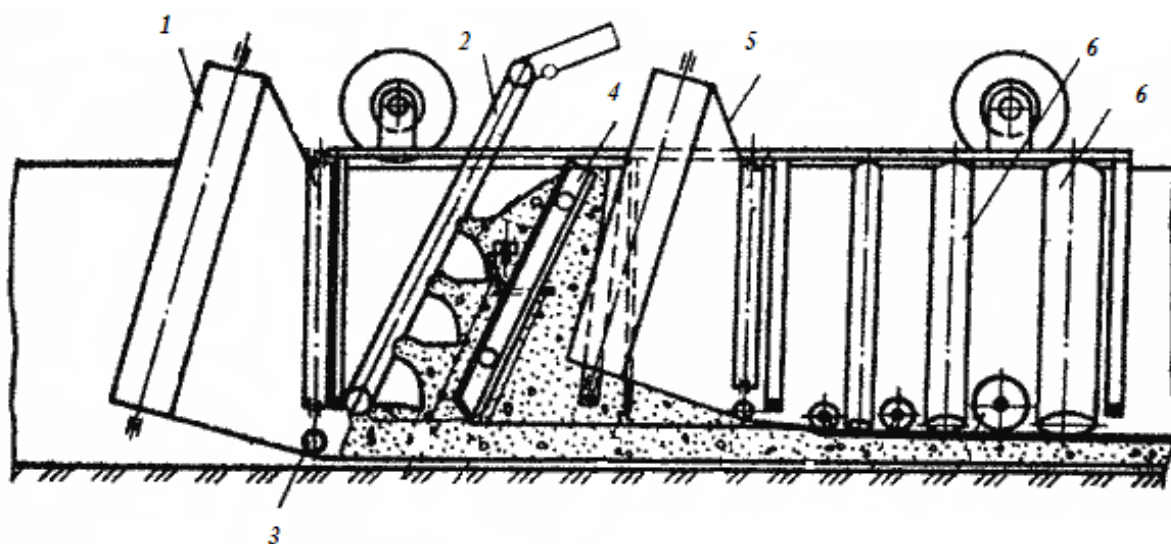
Рисунок 1 – Технологическая схема строительства монолитных бетонных облицовок с помощью комплекса фирмы «Ракхо» [5]

Использование комплексов машин значительно упрощает монтаж облицовок, но из-за большого количества машин, используемых

для каждой операции, требуются значительные затраты на обслуживание. Существуют различные технологические решения, призванные оптимизировать этот процесс. Известны технические решения, позволяющие совместить укладку полимерного противофильтрационного покрытия и бетона.

Так, устройство для укладки бетонной облицовки каналов (рисунок 2), разработанное учеными УкрНИИГиМ, позволяет совмещать укладку защитной пленки, укладку бетона и нарезку швов в одной операции [7]. Также это устройство на свежееуложенный бетон расстилает защитную пленку, что предохраняет его от высыхания и избавляет от необходимости нанесения защитных покрытий. Данная конструкция выполнена в виде каркасно-раздвижной рамы (рисунок 3), что позволяет применять ее на откосах разной длины и разных углов заложения. При работе данной машины на дно и откосы канала укладывается пленка, которая сматывается с бобин, затем укладывается и формируется бетон, нарезаются швы и укладывается второй слой пленки, защищающий бетон от высыхания.

Другое устройство (рисунок 4), также разработанное УкрНИИГиМ [8], позволяет укладывать бетон в область, образованную противофильтрационной и защитной пленкой. Температурно-усадочные швы создаются посредством укладки эластичных прокладок в бетон.



1 – рулон с полимерным противофильтрационным материалом; 2 – бетоновод;
3 – направляющий ролик; 4 – вибропластина; 5 – защитная пленка; 6 – донные валики

Рисунок 2 – Устройство для укладки противофильтрационного покрытия (УкрНИИГиМ) [7]

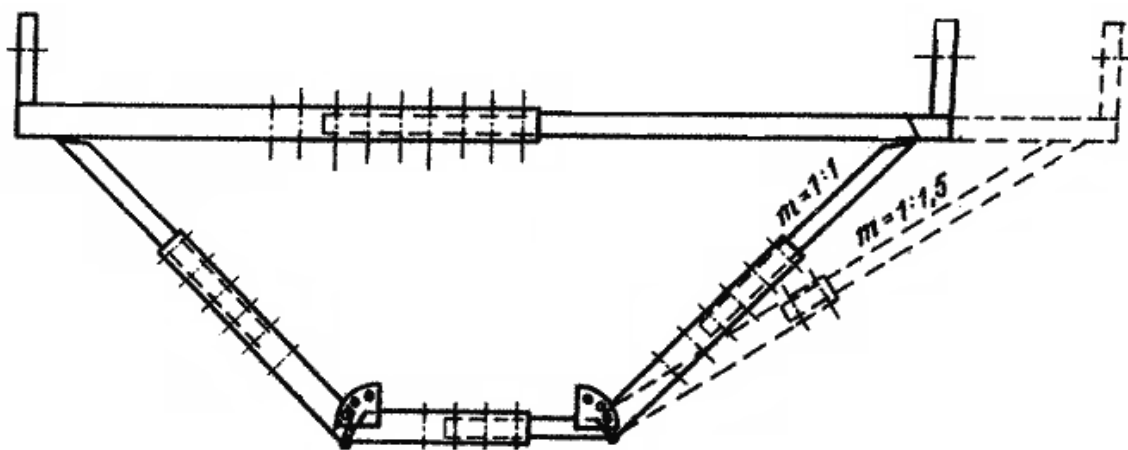
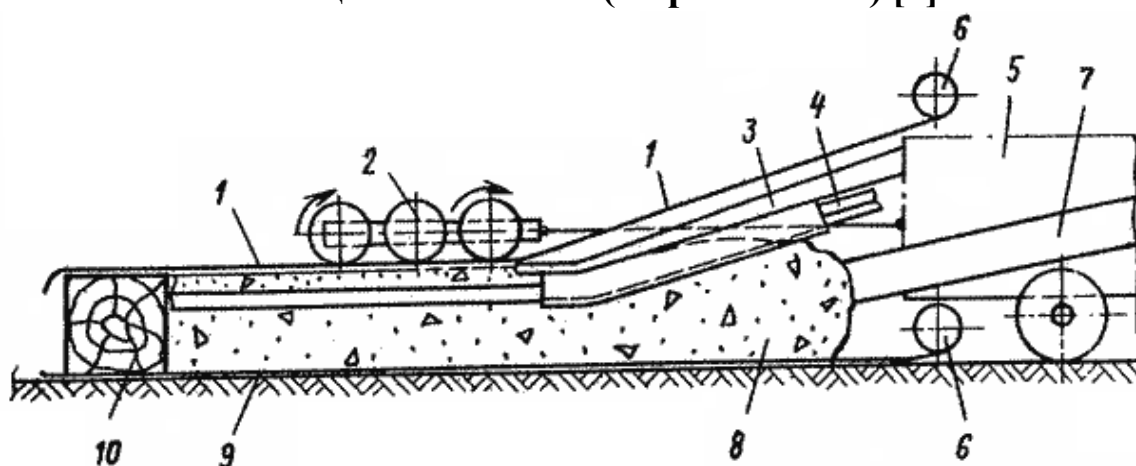


Рисунок 3 – Несущая рама устройства для укладки бетонной облицовки каналов (УкрНИИГиМ) [7]



1 – защитный слой полимерного материала; 2 – уплотняющие валики;
3 – уплотняющая пластина; 4 – эластичная прокладка; 5 – базовая машина;
6 – рулоны с полимерным материалом; 7 – бетоновод; 8 – бетон;
9 – полимерное противofiltrационное покрытие; 10 – брус опалубки

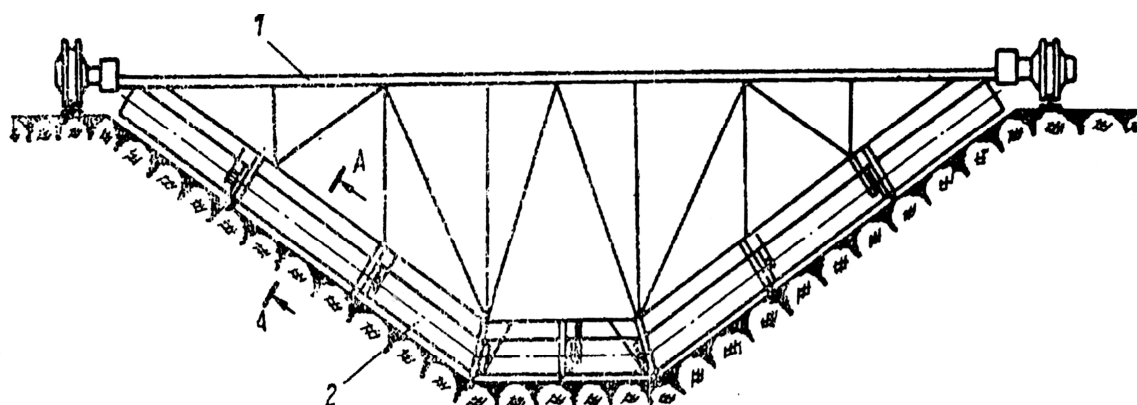
Рисунок 4 – Устройство для укладки бетона в полость между двумя пленками (УкрНИИГиМ) [8]

Данные машины позволяют совместить в одной операции стадии укладки противofiltrационного полимерного покрытия, укладки бетона и защиты его посредством нанесения защитной пленки.

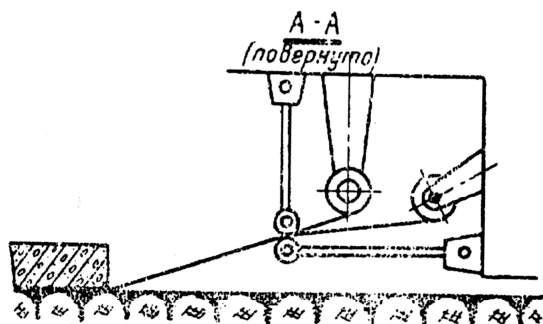
При укладке противofiltrационных полимерных материалов необходимо решать проблему их соединения. С началом применения полимерной пленки применяли различные битумные мастики для склеивания краев, позже от этого метода отказались ввиду его малой эффективности и стали использовать методы термической сварки. Рулонный материал сваривается в полотнища и вручную укладывается в ложе канала. Это достаточно неудобно, а плохие погодные условия существенно осложняют этот процесс.

В настоящее время существует целый ряд технологических решений, которые позволяют организовывать термическое соединение полимерных полотнищ непосредственно в ложе канала.

Конструкторами специального конструкторского бюро ирригационных машин «Ирмаш» [9] была разработана конструкция (рисунок 5), позволяющая осуществлять укладку и сварку полимерного материала. Она представляет собой раму, выполненную по форме канала, с размещенными рулонами полимерного материала на ней. Сварочное устройство, смонтированное на раме, позволяет непрерывно сваривать края пленок.



Фиг. 1



Фиг. 2

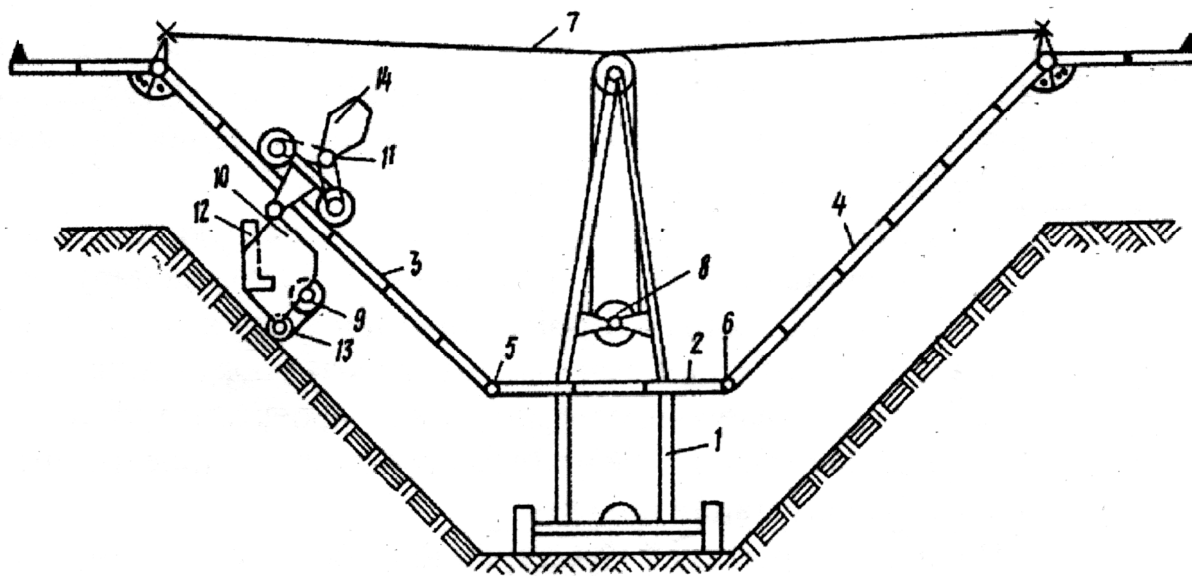
1 – рама; 2 – барабаны с полимерным материалом

Рисунок 5 – Устройство для раскладки и сварки полимерного противофильтрационного материала [9]

Определенный интерес представляет еще одна конструкция изобретателей УкрНИИГиМ (рисунок 6) [10]. Данное устройство позволяет наносить покрытие на откосы и дно крупных оросительных каналов и представляет собой пространственную раму, которая перемещается по дну. На раме смонтированы кабина оператора и рулон мате-

риала. Оператор, перемещаясь по раме, контролирует раскладку и соединение материала.

Также следует отметить, что помимо типовых противофильтрационных конструкций облицовок с применением геомембраны разрабатываются другие прогрессивные схемы противофильтрационных покрытий, в которых используются различные комбинации материалов.



1 – рама; 2 – центральная секция; 3, 4 – боковые секции;
5, 6 – шарниры; 7 – трос; 8 – механизм наматывания; 9 – барабан
с противофильтрационным полимерным материалом; 10 – каретка;
11 – привод каретки; 12 – сиденье оператора; 13 – каток для укатывания
пленки; 14 – механизм подачи герметика в зону шва

Рисунок 6 – Устройство для раскладки и соединения пленки [10]

Так, учеными РосНИИПМ был разработан ряд перспективных технических решений для обеспечения противофильтрационной защиты каналов.

Интересен способ создания противофильтрационного покрытия, включающий подготовку грунтового основания, укладку водонепроницаемой геомембраны в виде полотнищ из полимерных материалов, укладку защитной прокладки из геотекстиля и устройство защитного слоя. Способ отличается тем, что на противофильтрационный элемент из геомембраны укладывают защитную прокладку из геотекстиля, к которой точечной сваркой прикрепляют георешетку с перфорированными стенками ячеек, наполненными заполнителем и торкретированной цементной смесью [11]. Данный способ позволит обеспечить

высокую противофильтрационную эффективность, эксплуатационную надежность, долговечность, а также устойчивость покрытия на откосах к волновому воздействию потока.

Другая конструкция противофильтрационного покрытия состоит из защитного покрытия в виде матрацно-тюфячных габионов и водонепроницаемого противофильтрационного элемента в виде геомембраны [12]. При этом поверх геомембраны укладывают защитную прокладку из геотекстиля, предотвращающую повреждение геомембраны при укладке и заполнении габионов, а также в период эксплуатации. На защитную прокладку из геотекстиля укладывают матрацно-тюфячные габионы. На крутых откосах габионы закрепляют посредством синтетических тросов, прикрепленных к металлическим стойкам, которые устроены на бровке откоса. Данное покрытие целесообразно применять на откосах с заложением от 1:2 до 1:1,5.

Довольно интересным является способ строительства облицовки, который включает укладку на откос сооружения противофильтрационных элементов из гибких листов отработавшего срок службы полимерного материала. Противофильтрационные элементы изготавливаются в заводских условиях из утилизированных автопокрышек путем их переработки в резиновую крошку фракции от 1,0 до 3,0 мм и ее каландрирования в виде гибких листов заданных размеров. Гибкие листы укладывают на дно и откосы канала или водоема по всему периметру со склейкой швов и креплением листов металлическими шпильками для устойчивости покрытия на откосах и в верхней части на уступе бровки сооружения. Гибкие листы для удобства транспортировки и укладки выполняют толщиной 1,0–2,0 см, шириной 1,0–1,5 м, длиной 5,0–10,0 м и сворачивают в рулоны диаметром до 0,5 м и весом до 500 кг. Применение гибких листов из отработавших шин ввиду их значительной толщины и высокой сопротивляемости повреждениям исключает необходимость устройства защитных покрытий. Такое противофильтрационное покрытие имеет высокую ремонтпригодность, а высокая гибкость покрытия обеспечивает надежность его работы в условиях возможных деформаций основания [13]. Данный способ позволяет существенно снизить затраты на подготовку основания, т. к. предлагаемое покрытие обладает хорошей сопротивляемостью механическим повреждениям.

Существенным недостатком рассмотренных способов строительства, на наш взгляд, является использование большого количества ручного труда ввиду сложности их механизации.

Выводы

1 Существующая технология строительства противофильтрационных облицовок каналов оросительных систем является слабомеханизированной.

2 Использование защитного слоя геотекстиля может уменьшить объем земляных работ.

3 Включение разработанных устройств в поточную технологию производства работ позволит сократить материальные и трудовые затраты на строительство оросительных каналов.

4 Новые конструкции противофильтрационных покрытий требуют совершенствования технических процессов строительства и внедрения новых средств их механизации.

Список использованных источников

1 Косиченко, Ю. М. Гидравлическая эффективность и экологическая надежность облицованных каналов / Ю. М. Косиченко // Гидротехническое строительство. – 1992. – № 12. – С. 12–17.

2 Косиченко, Ю. М. Исследование фильтрационных потерь из каналов оросительных систем / Ю. М. Косиченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 24–25.

3 Косиченко, Ю. М. Исследования в области борьбы с фильтрацией и эксплуатационной надежности грунтовых гидротехнических сооружений [Электронный ресурс] / Ю. М. Косиченко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 2(06). – 9 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=100&id=108>.

4 Косиченко, Ю. М. Надежность каналов и водоемов с облицовкой из пленочных материалов и геомембран / Ю. М. Косиченко, М. А. Чернов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 37–40.

5 Защитные покрытия оросительных каналов / В. С. Алтунин, В. А. Бородин, В. Г. Ганчиков, Ю. М. Косиченко. – М.: Агропромиздат, 1988. – 158 с.

6 Технологическая карта на облицовку каналов монолитным бетоном по экрану из полиэтиленовой пленки / Союзоргтехводстрой. – М., 1987. – 19 с.

7 Способ строительства облицовки канала и устройство для его осуществления: а.с. 1174519 СССР: МКИ(3) Е 02 J 5/02 / В. М. Бойко (СССР). – № 373891/29-15; заявл. 11.03.84; опубл. 23.08.85, Бюл. № 31 – 4 с.

8 Способ строительства противofильтрационной облицовки канала: а.с. 1057607 СССР: МКИ(3) Е 02 В 5/02 / В. М. Бойко (СССР). – № 3470391/29-15; заявл. 16.07.82; опубл. 30.11.83, Бюл. № 44. – 2 с.

9 Устройство для раскладки пленки: а.с. 355283 СССР: МКИ(3) Е 02 В 5/02 / В. А. Ольховиков, В. В. Ямщиков, Р. П. Ким (СССР). – № 1472360/29-14; заявл. 02.09.70; опубл. 17.11.72, Бюл. № 31. – 2 с.

10 Устройство для раскладки пленки: а.с. 1019048 СССР: МКИ(3) Е 02 В 3/16 / Е. А. Богатов, А. М. Танклевский, В. И. Петровченко (СССР). – № 3213907/29-15; заявл. 08.10.80; опубл. 23.05.83, Бюл. № 19. – 3 с.

11 Пат. 2460844 Российская Федерация, МПК(51) Е 02 В 3/16. Способ создания противofильтрационного покрытия / Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Ищенко А. В., Чернов М. А., Гезин А. О.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «РосНИИПМ». – № 2010132456/13; заявл. 02.08.10; опубл. 10.09.12, Бюл. № 25.

12 Пат. 2495979 Российская Федерация, МПК(51) Е 02 В 3/16. Способ создания противofильтрационного покрытия каналов и водоемов с крутыми откосами / Косиченко Ю. М., Перелыгин А. И., Чернов М. А., заявитель и патентообладатель ФГБНУ «РосНИИПМ». – № 2012106790/13; заявл. 24.02.12; опубл. 20.10.13, Бюл. № 29.

13 Пат. 2494192 Российская Федерация, МПК(51) Е 02 В 3/16, Е 02 В 3/12, Е 02 D 17/20. Способ создания противofильтрационного покрытия / Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Васильев С. М., заявитель и патентообладатель ФГБНУ «РосНИИПМ». – № 2012100996/13; заявл. 11.01.12; опубл. 27.09.13, Бюл. № 27.