

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Департамент мелиорации

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»
(ФГБНУ «РосНИИПМ»)

УДК 626.823

В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, А. В. Ищенко, О. А. Баев

**ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ОБЛИЦОВОК КАНАЛОВ И
ВОДОЕМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Новочеркасск 2013

Содержание

Введение	3
1 Инновационные материалы для противофильтрационных облицовок.....	4
2 Конструкции противофильтрационных облицовок с применением геосинтетических материалов	7
3 Комбинированные конструкции противофильтрационных облицовок ...	10
4 Способы и устройства для создания противофильтрационных покрытий каналов и водоемов.....	14
5 Сравнение разработанных конструкций с отечественными и зарубежными аналогами	21
Заключение	22
Список использованной литературы.....	23

Введение

На протяжении последних 60 лет в области мелиорации одной из основных проблем являются большие потери воды из каналов и водоемов, достигающие в целом по России до $4,8 \text{ км}^3/\text{год}$ при водозаборе в настоящее время $8,0 \text{ км}^3/\text{год}$, что составляет 60 % от подачи воды на оросительные системы. При этом до 80-90 % этих потерь происходит вследствие фильтрации из оросительной сети.

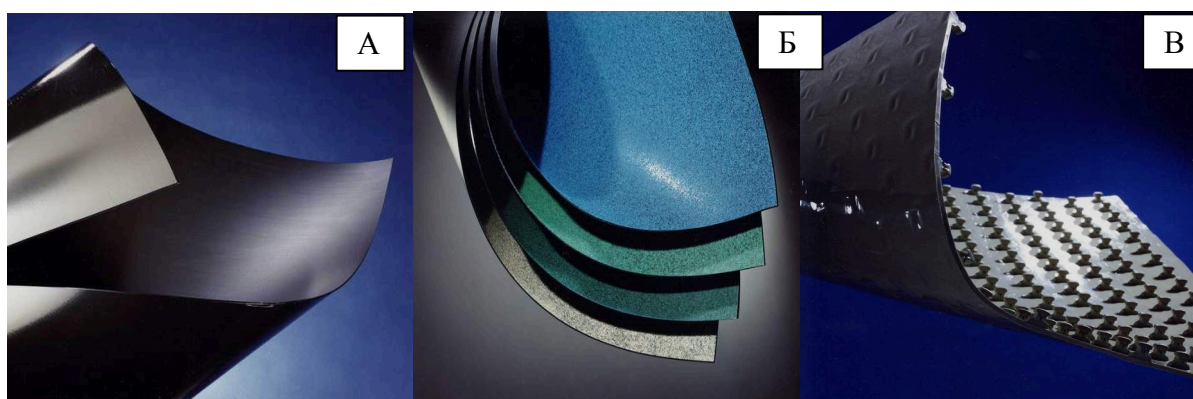
Для борьбы с фильтрацией из каналов и водоемов использовались различные противофильтрационные мероприятия: кольматация, оглеение, нефтевание, уплотнение, устройство глиняных экранов, бетонных и асфальтобетонных облицовок, бетонопленочных и грунтопленочных покрытий и других.

Однако, не смотря на большое разнообразие противофильтрационных мероприятий и конструкций облицовок, в настоящее время потери воды от фильтрации в руслах каналов и водоемах остаются еще значительными. Так, в современных условиях коэффициент полезного действия (КПД) оросительных каналов составляет 0,75-0,80, что свидетельствует о имеющихся потерях только в транспортирующей магистральной и распределительной сети в пределах 20-25 %.

В связи с этим ФГБНУ «РосНИИПМ» проведены исследования и разработаны высоконадежные конструкции противофильтрационных облицовок каналов и водоемов нового поколения с применением инновационных материалов.

1 Инновационные материалы для противофильтрационных облицовок

К таким инновационным материалам можно отнести различные геосинтетические материалы (рисунок 1): геомембраны из первичного сырья и отходов, геотекстили, геокомпозиты, георешетки, геосетки, бентоматы, габионы, которые в различном сочетании позволяют создать противофильтрационные конструкции и способы их укладки, практически полностью исключающие потери на фильтрацию и обеспечивающие повышение КПД каналов оросительных систем до 0,97-0,98 [1-6].



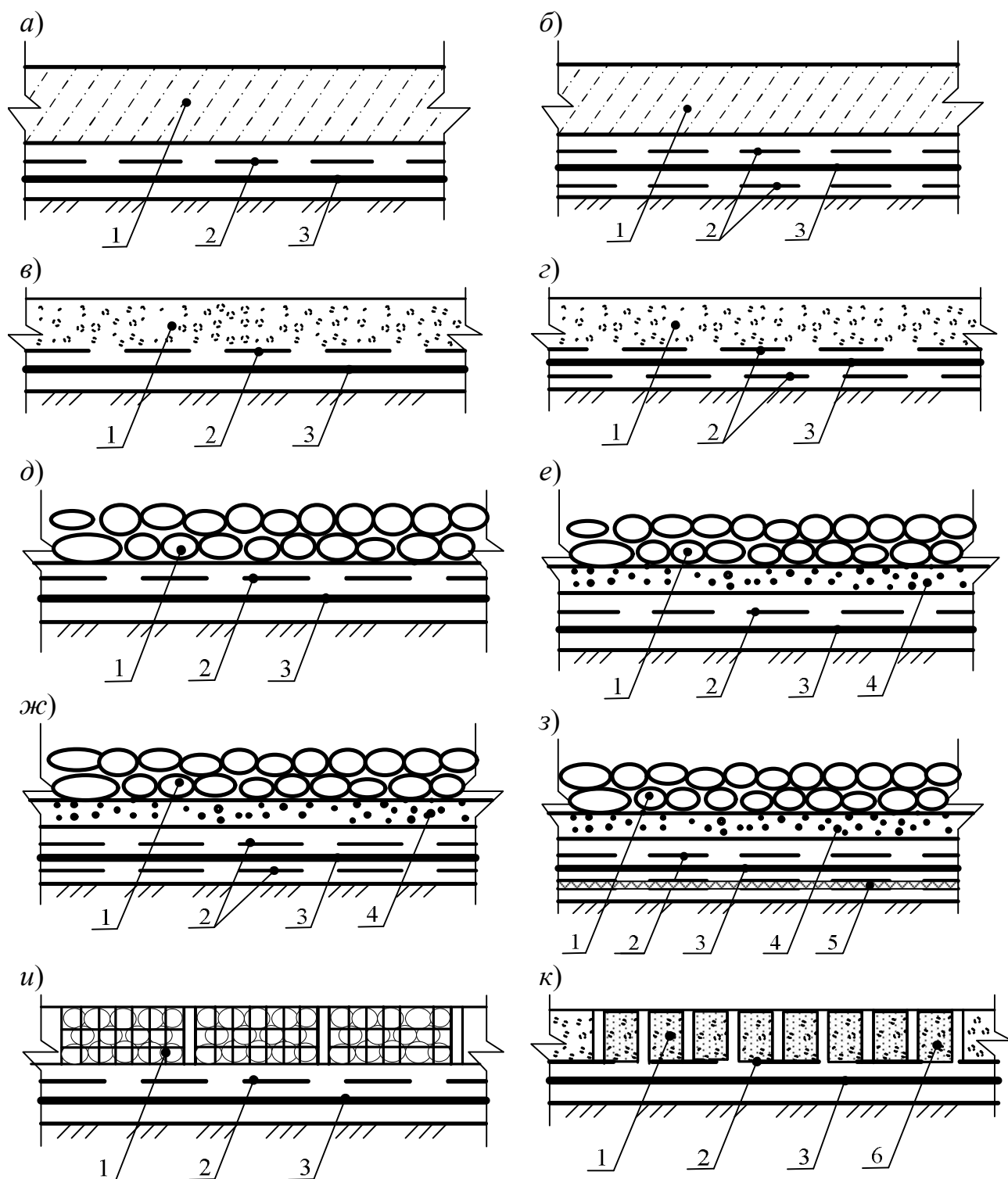
А – гладкие; Б – текстурированные; В – рельефные

Рисунок 1 – Различные типы геосинтетических материалов

Геосинтетические материалы воспринимают значительные растягивающие напряжения, сохраняют прочность даже при больших деформациях, однородны по своему качеству, долговечны, технологичны и эффективны в строительстве [7].

Ниже представлено описание научно-технических разработок и решений, обеспечивающих высокую эффективность и надежность противофильтрационных облицовок каналов и водоемов с прогнозируемым сроком службы до 100 лет.

ФГБНУ «РосНИИПИМ» разработаны различные конструкции защитных облицовок с использованием геосинтетических материалов (рисунок 2), которые могут применяться в качестве противофильтрационных покрытий на каналах, водоемах и накопителях.



а, б – с геомембраной и защитным покрытием из бетона; в, з – с геомембраной и защитным покрытием из грунта; д, з – с геомембраной и защитным покрытием из каменной наброски; и, к – с геомембраной и защитным покрытием из габионов и георешетки; 1 – защитное покрытие; 2 – защитная прокладка из геотекстиля; 3 – противофильтрационный элемент из геомембраны; 4 – защитный слой из песка; 5 – дренажный элемент из геокомпозита; 6 – георешетка; 7 – габионы

Рисунок 2 – Конструкции противофильтрационных облицовок каналов и водоемов с использованием геосинтетических материалов

Конструкции облицовок с геомембраной и защитным покрытием из бетона (рисунки 2а и 2б) рекомендуются для создания противофильтрационной защиты на каналах и водоемах на устойчивых непросадочных и непучинистых основаниях с максимальной величиной их деформации (просадки) до 0,2 м. Для варианта облицовки на рисунке 2а противофильтрационный элемент из геомембраны толщиной 1,0-2,5 мм укладывается непосредственно на подготовленное основание с частицами грунта не более 10 мм, а для варианта на рисунке 2б, когда в основании залегают грунты с крупностью фракции более 10 мм (например, гравелисто-галечниковые), геомембрана во избежание проколов и вмятин укладывается на предварительно уложенную защитную прокладку из геотекстиля.

Указанные конструкции облицовок обеспечивают высокий противофильтрационный эффект (осредненный коэффициент фильтрации облицовки составляет 10^{-8} - 10^{-9} см/с) и значительный срок службы (до 100 лет) при условии проведения текущих и капитальных ремонтов бетонного покрытия. Кроме того, в отличие от других типов облицовок они придают конструкции наименьшую шероховатость поверхности с коэффициентом шероховатости $n = 0,015$ - $0,018$, что обеспечивает высокую пропускную способность русел каналов.

Конструкции облицовок с геомембраной и защитным покрытием из грунта (рисунки 2в и 2г) целесообразно применять на водоемах и накопителях на слабопросадочных и слабопучинистых основаниях с максимальной величиной просадки до 0,4 м. Для варианта конструкции, представленной на рисунке 2в, основание не должно содержать частицы с крупностью фракции более 10 мм, а для варианта на рисунке 2г основание может содержать фракции крупнее 10 мм (гравелисто-галечниковые). Прогнозный срок службы грунтопленочных противофильтрационных облицовок с применением геомембран составляет 75-100 лет. Толщина защитного покрытия из грунта должна составлять от 0,5 до 1,0 м, что обеспечивает надежную защиту геомембраны от возможных повреждений.

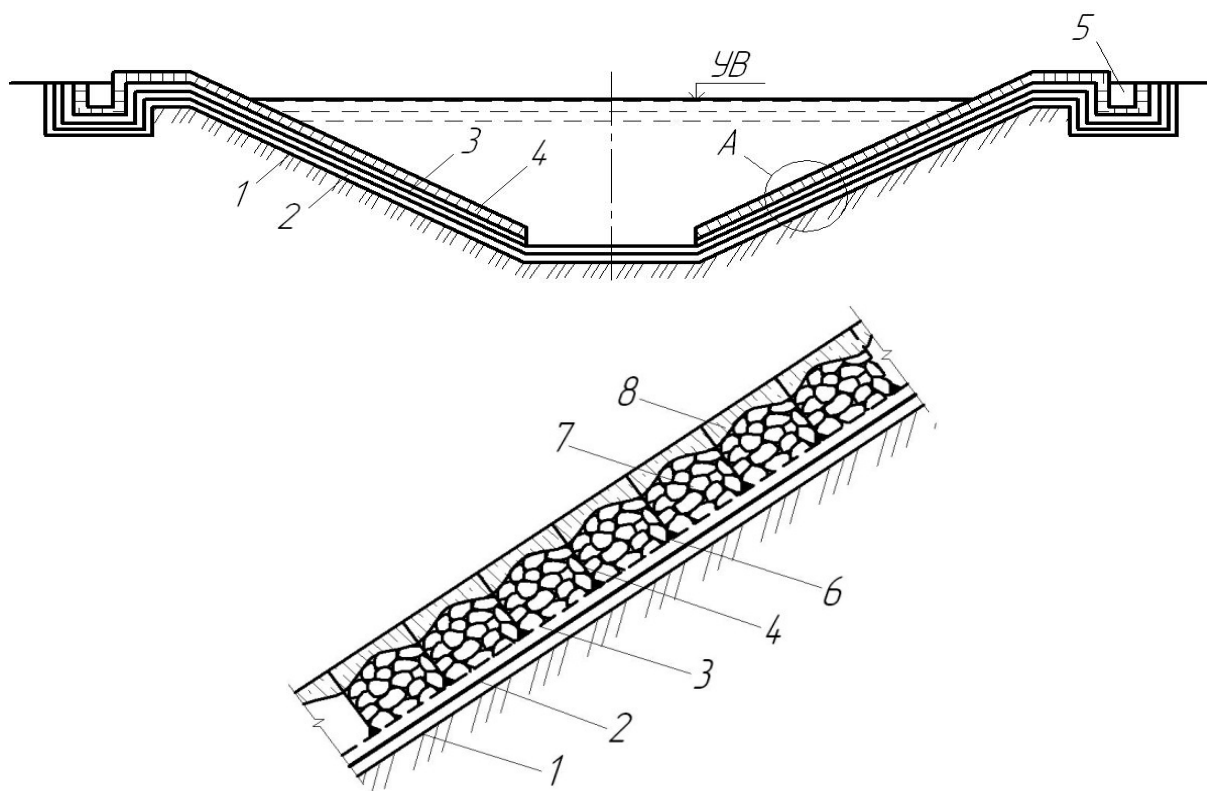
2 Конструкции противofильтрационных облицовок с применением геосинтетических материалов

Конструкции облицовок с геомембраной и защитным покрытием из каменной наброски (рисунки 2а-2з) могут применяться на каналах, водоемах и накопителях как на среднеустойчивых, так и на неустойчивых основаниях с максимальной величиной просадки более 0,2-0,4 м. Для защиты геомембраны от повреждений при укладке бетонного покрытия сверху предусматривается защитная прокладка из геотекстиля плотностью от 400 до 1000 г/м².

Поскольку в состав этих конструкций входит защитное покрытие из каменной наброски, которое само по себе является весьма гибким и будет следовать за деформациями основания без его нарушения, то они будут надежно работать при значительных деформациях до 0,5-0,7 м. Каменная наброска в первые годы эксплуатации будет иметь достаточно высокую шероховатость поверхности с коэффициентом шероховатости $n = 0,030-0,035$, что будет влиять на пропускную способность каналов. Однако в дальнейшем через 2-3 года коэффициент шероховатости будет снижаться вследствие кольматации и заиления каменной наброски и он будет уже близким к земляным руслам каналов с $n = 0,020-0,025$. Толщина защитного покрытия из каменной наброски должна приниматься не менее 0,3-0,5 м. Во избежание оползания покрытия при эксплуатации камень следует укладывать в 2-3 слоя.

По результатам исследований приведенных на рисунке 2 конструкций противofильтрационных облицовок из геосинтетических материалов рекомендованы области и особенности их применения, а также основные показатели их эксплуатационной надежности.

В ФГБНУ «РосНИИПМ» разработана новая конструкция противofильтрационного покрытия (рисунок 3) с геомембраной в качестве противofильтрационного элемента, геотекстилем и георешеткой в качестве защитного покрытия, которая защищена патентом РФ [8].

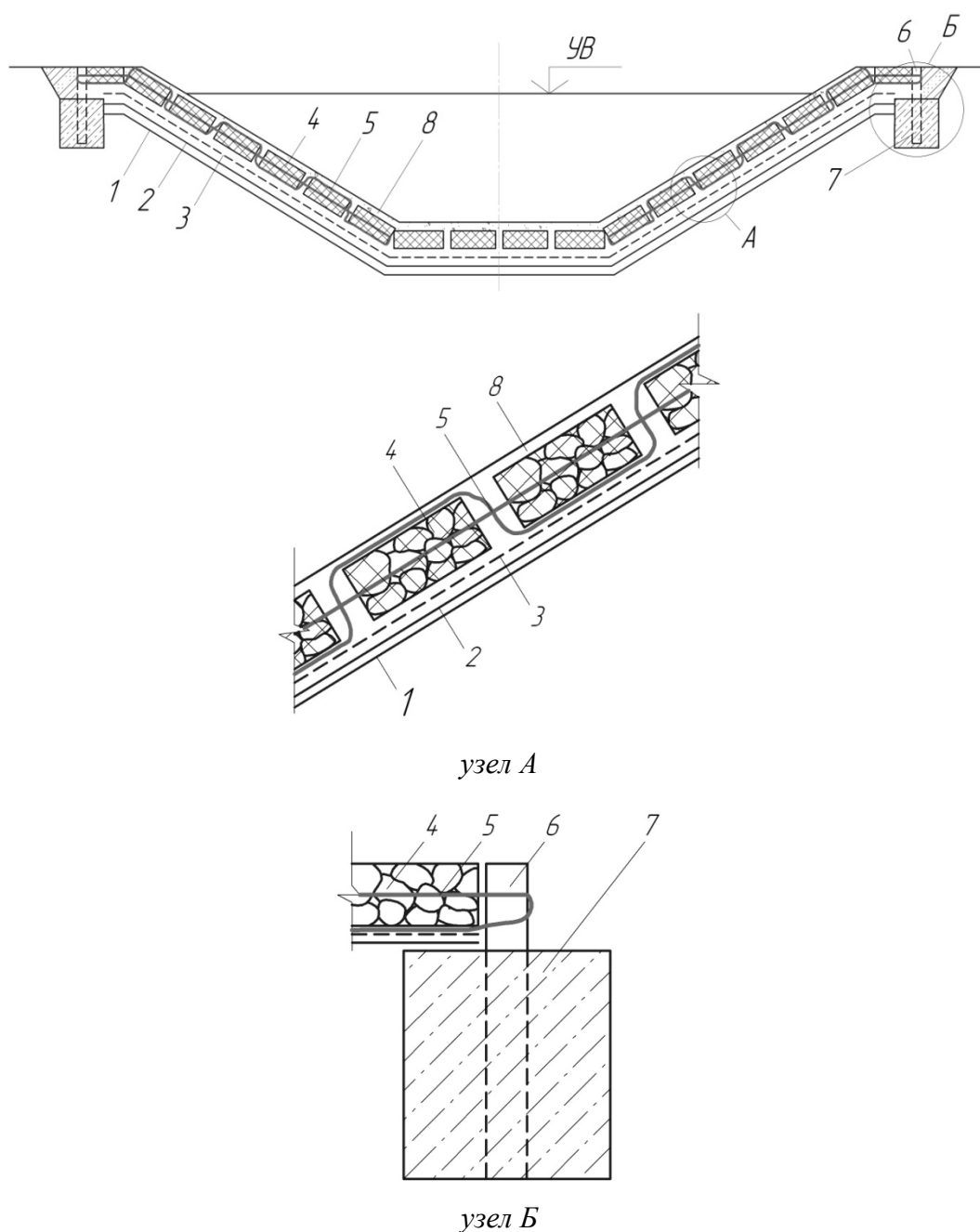


- 1 – грунт подстилающего основания; 2 – геомембрана; 3 – геотекстиль;
 4 – ячейки георешетки с перфорированными стенками; 5 – штраба;
 6 – точечная сварка георешетки с геотекстилем экструдером;
 7 – заполнитель (щебень, гравий); 8 – торкрет цементное покрытие

Рисунок 3 – Противофильтрационное покрытие канала с применением геосинтетических материалов

Для создания противофильтрационного покрытия выполняют подготовку дна, бровок и откосов канала, грунт основания очищают от корней растений, валунов, а затем уплотняют. По бровкам канала устраиваются штрабы глубиной 0,3 м на расстоянии 0,5 м от бровки канала. На подготовленное основание канала производят укладку противофильтрационного элемента – геомембрану (толщиной не менее 1,0 мм).

Применение данного покрытия позволит обеспечить его водонепроницаемость, повысить надежность и долговечность конструкции. Кроме этого получены патенты на изобретения РФ (рисунок 4) «Способ создания противофильтрационного покрытия каналов и водоемов с крутыми откосами» и «Способ создания противофильтрационного покрытия» [9, 10].



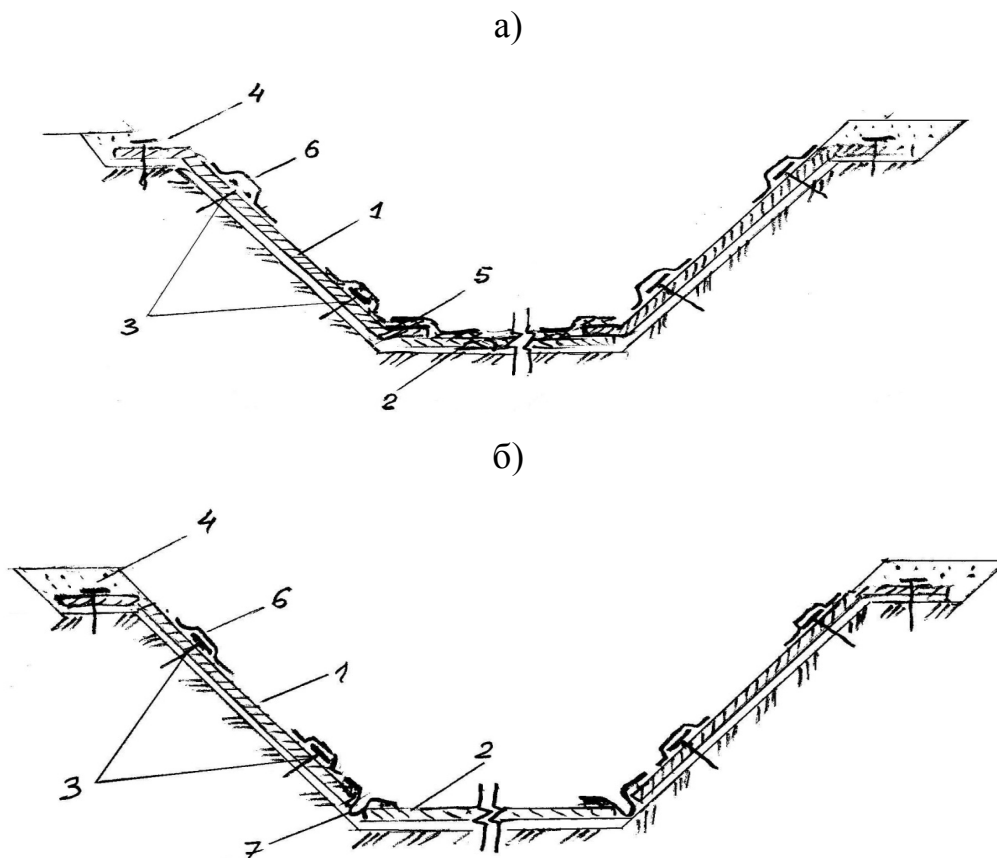
- 1 – грунт подстилающего основания; 2 – геомембрана;
 3 – геотекстиль; 4 – габионы; 5 – канат; 6 – металлическая стойка;
 7 – монолитный бетон; 8 – кольматирующий слой

Рисунок 4 – Конструкция противофильтрационной облицовки с геомембраной и защитным покрытием из габионов

Предлагаемая конструкция противофильтрационного покрытия обеспечивает повышение эксплуатационной надежности за счет высокой гибкости и устойчивости покрытия и практически полной водонепроницаемости противофильтрационного элемента из геомембраны.

Противофильтрационные покрытия с использованием полимерных материалов могут выполняться не только из первичного сырья, но и из

утилизированных автопокрышек, пластиковых бутылок, пакетов, полиэтиленовой упаковки и других. Так, разработано противофильтрационное покрытие русел каналов и водоемов с использованием гибких листов из утилизированных автопокрышек (рисунок 5).



а – на недеформируемых основаниях; б – на деформируемых

Рисунок 5 – Противофильтрационное покрытие каналов с использованием гибких листов из утилизированных автопокрышек

Применение таких противофильтрационных покрытий позволяет использовать отработанные шины, тем самым утилизируя их.

3 Комбинированные конструкции противофильтрационных облицовок

На основании обобщения зарубежного (компании «NAUE», «VOLTEX») и отечественного опыта применения геосинтетических материалов в гидротехническом строительстве предлагается несколько вариантов усовершенствованных и высоконадежных конструкций противофилт-

рационных облицовок оросительных каналов с использованием бентоматов (рисунок 6).

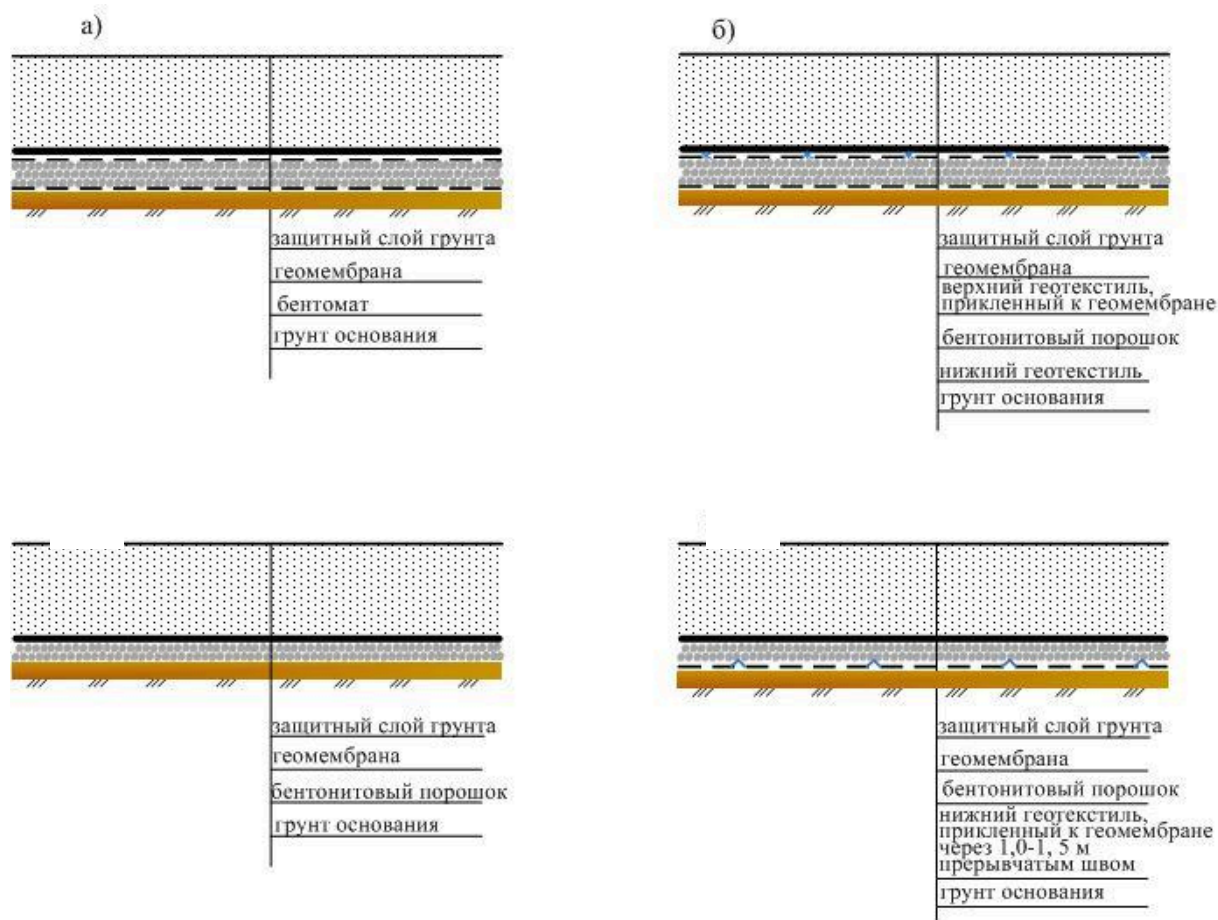
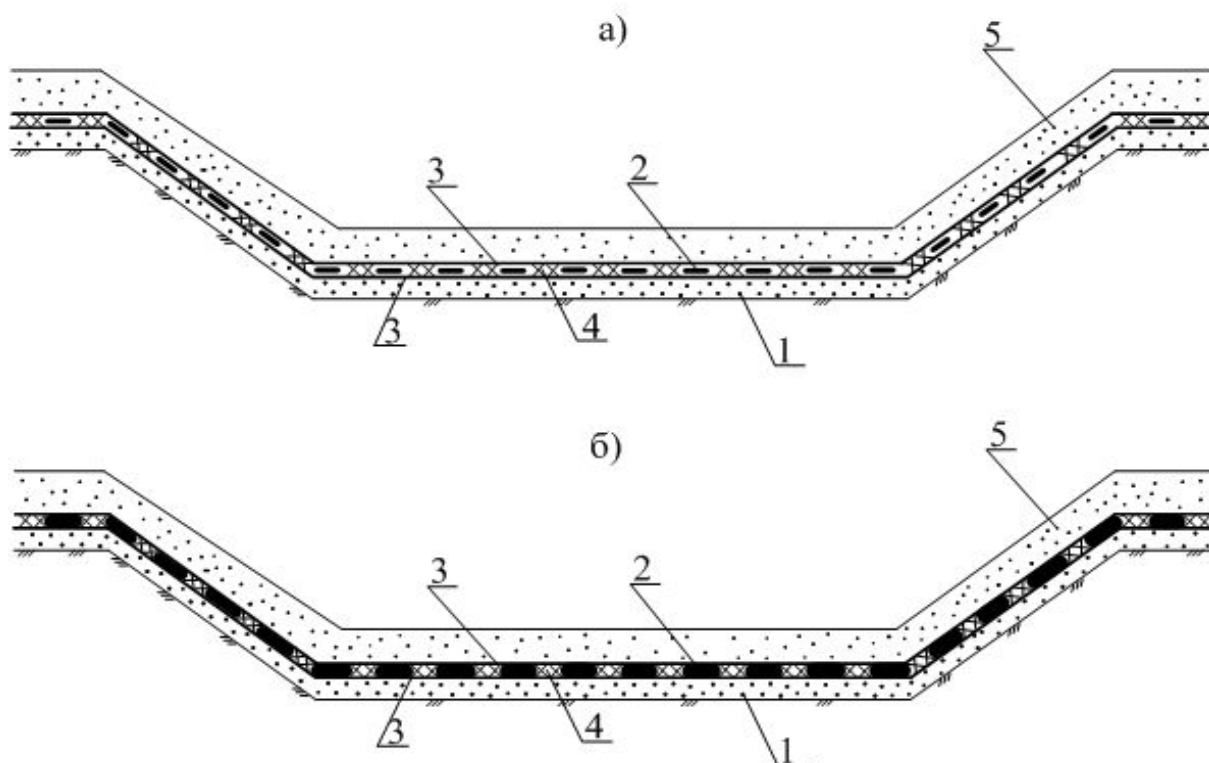


Рисунок 6 – Варианты комбинированных конструкций облицовок каналов с использованием бентоматов и геомембран

На рисунке 7 показано противодиффузионное покрытие оросительных каналов с использованием бентонитового жгута (заявка на изобретение РФ № 2013112420 «Способ и устройство создания противодиффузионного покрытия с бентонитовым жгутом» от 19.03.2013 г., МПК E02B3/16, авторы: Ищенко А. В., Косиченко Ю. М., Баев О. А. и др.).

В данном техническом решении применяется двухслойное покрытие из геомембраны с полостью, заполненной бентонитовым жгутом (саморасширяющаяся при попадании воды гидроизоляционная прокладка, созданная на основе модифицированной натриевой бентонитовой глины и бутадиленкаучука), которое исключает утечки воды вследствие повреждений. Два слоя геомембраны укладывают по периметру канала и при помощи склейки или сварки выполняют продольные швы, периодически укладывая бен-

тонитовый жгут. Таким образом образуется покрытие с локальными прокладками из жгута между слоями геомембраны. Поверх геомембранного отсыпается защитный слой из грунта.



а – до гидротации; б – после гидротации; 1 – грунт основания; 2 – бентонитовый жгут; 3 – два полотна геомембраны; 4 – продольные швы; 5 – защитный слой грунта

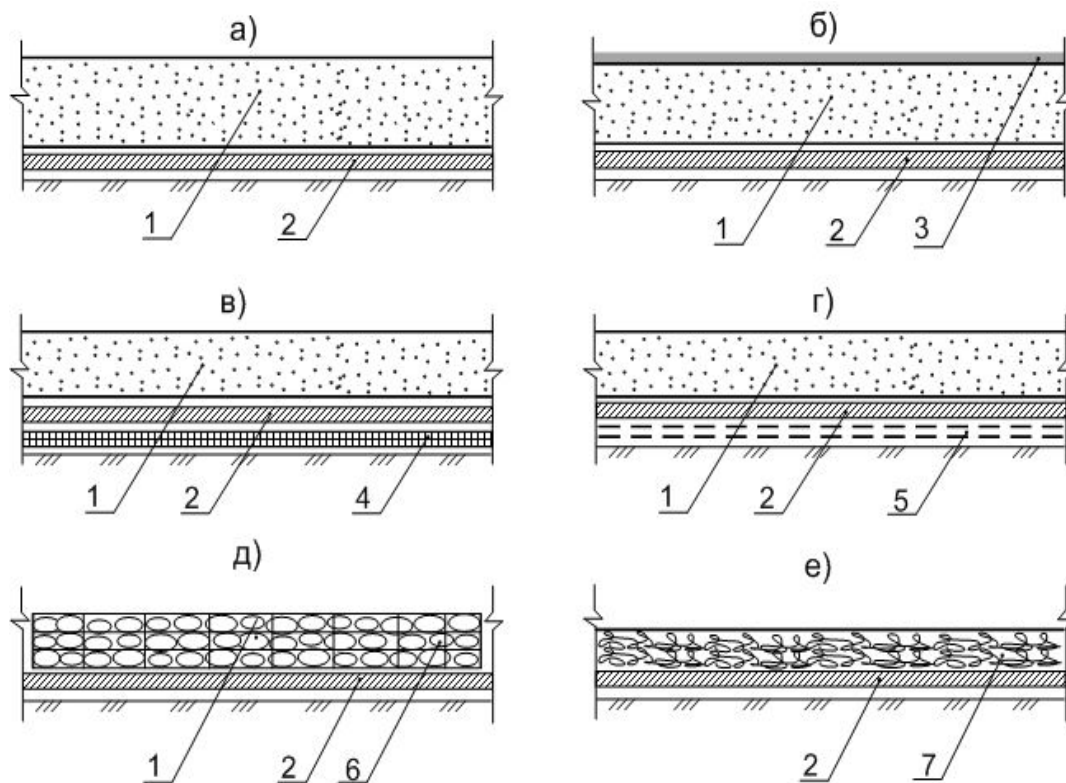
Рисунок 7 – Противофильтрационное покрытие каналов и водоемов

Основные достоинства предлагаемого решения – обеспечение эксплуатационной надежности и долговечности противофильтрационных покрытий оросительных каналов, исключение потери воды на фильтрацию при возможных повреждениях как нижнего, так и верхнего покрытий.

Разработанные конструкции покрытий (рисунок 8) с бентоматами и защитным покрытием из грунта целесообразно применять на слабопросадочных и среднеспросадочных основаниях с максимальной величиной просадки до 1 м.

Для варианта конструкции, приведенного на рисунке 8б, производится закрепление грунта на откосах полимерной эмульсией на акриловой основе. Обработка полимерным стабилизатором позволяет увеличить модуль упругости и прочностные характеристики грунта. Укрепленный грунт

будет обладать высокой прочностью, морозостойкостью и водостойкостью. В качестве армирующего материала используется геосетка (рисунок 8в). Такую конструкцию целесообразно применять по дну на слабых основаниях.



а – с защитным покрытием из грунта; б – с защитным покрытием из грунта и полимерным закрепителем поверхности; в – с защитным покрытием из грунта и армирующим слоем из геосетки; г – с защитным покрытием из грунта и дренажным слоем; д – с защитным покрытием из габионов; е – с защитным покрытием из георешетки; 1 – защитное покрытие; 2 – противофильтрационный элемент из бентонитовых матов; 3 – полимерный закрепитель грунта; 4 – геосетка; 5 – дренажный слой из двух, трех слоев геотекстиля высокой плотности; 6 – габионы; 7 – георешетка из лабиринтоподобно расположенных нитей

Рисунок 8 – Конструкции противофильтрационных покрытий с использованием бентоматов

Конструкция покрытия с дренажом (рисунок 8г) обеспечивает полную водонепроницаемость. Наличие в конструкции дренажного слоя из 2-3 слоев геотекстиля высокой плотности ($1000-1200 \text{ г/м}^2$) позволяет снижать градиенты напора в нижнем его малопроницаемом слое до значений, близких к единице при нормальном атмосферном давлении в дренажном слое, до нуля при искусственном поддержании в дренажном слое вакуума. Применение такого покрытия целесообразно при складировании

отходов, содержащих высокотоксичные вещества. Покрытие можно использовать как на дне накопителя, так и на его откосах.

На рисунке 8д представлена конструкция противофильтрационного покрытия с защитным слоем из габионов матрасного типа толщиной 0,17-0,3 м и длиной до 6 м. Они применяются для откосов сооружений заложением не более 1:3. Укладка габионов позволяет повысить производительность работ.

Конструкция противофильтрационной облицовки с применением в качестве защитного покрытия георешетки из лабиринтоподобно расположенных нитей показана на рисунке 8г. Данная конструкция применима на откосах. Коэффициент заложения откосов рекомендуется принимать не менее 1:3. Конструкция обладает рядом достоинств, например, высокой стойкостью к пучению и суффозии грунта.

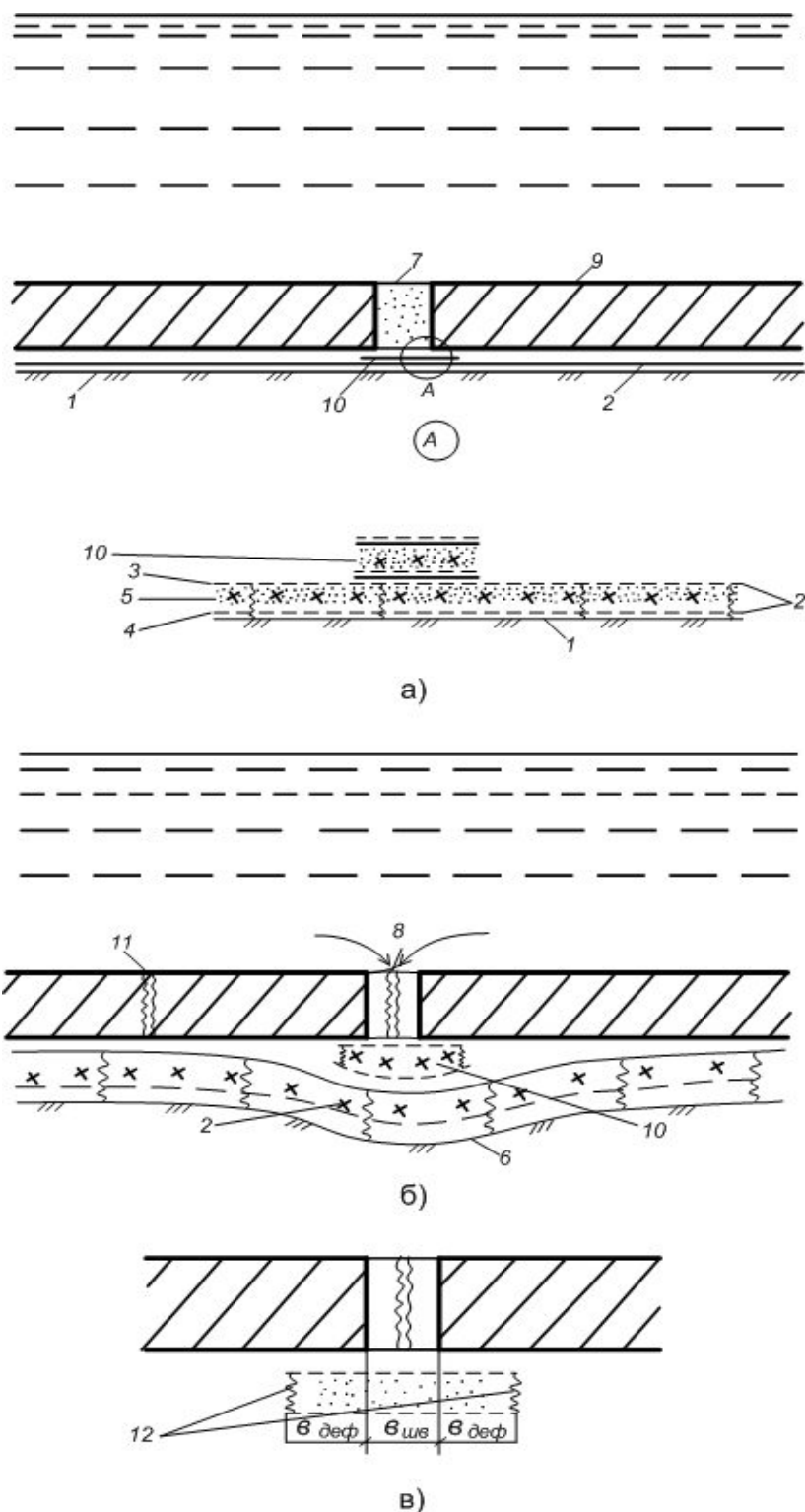
Предложенные конструкции (рисунок 8) отличаются большой деформационной способностью и гибкостью, а также обеспечивают высокие противофильтрационные свойства. Прогнозный срок службы противофильтрационных покрытий с применением БМ составляет более 100 лет [11].

4 Способы и устройства для создания противофильтрационных покрытий каналов, водоемов и накопителей

Для противофильтрационной защиты водоемов, каналов и накопителей промышленных отходов, расположенных и создаваемых на просадочных грунтах, предлагаются следующие разработки: заявки на изобретения РФ «Способ создания противофильтрационного покрытия с бентоматами на просадочных грунтах» (заявка № 2012128393, МПК E02B3/16, от 05.07.2012 г., авторы: Ищенко А. В., Косиченко Ю. М., Баев О. А. и др.) и «Способ выполнения бентоматоплимерного экрана на просадочных грунтах» (заявка № 2013131951, МПК E02B3/16, от 09.07.2013 г., авторы: Ищенко А. В., Косиченко Ю. М., Баев О. А., и др.).

Предлагаемый способ создания противофильтрационного покрытия с бентоматами на просадочных грунтах иллюстрируется на рисунке 9, где *a* –

покрытие на спланированном грунтовом основании; б – покрытие после про-
садки грунтового основания; в – определение ширины полосы бентомата.

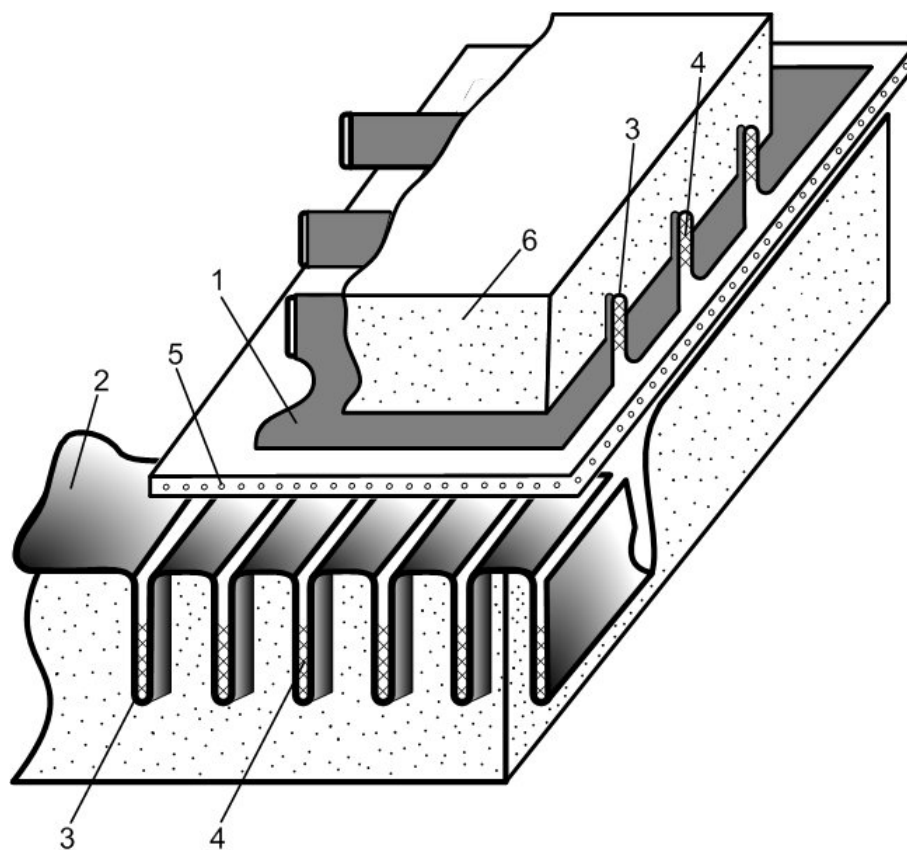


1 – подготовленное грунтовое основание; 2 – матрас из бентоматов; 3, 4 – геотекстиль;
5 – бентонитовая глина; 6 – деформированное основание; 7 – деформационный шов;
8 – трещина в деформационном шве; 9 – бетонные плиты; 10 – полоска из геотекстиля;
11 – трещина в плите; 12 – прошивные элементы

**Рисунок 9 – Способ создания противофильтрационного
покрытия с бентоматами на просадочных грунтах**

Целью предлагаемого технического решения является упрощение технологии производства работ и повышение противофильтрационной эффективности работы экрана в случае повреждения пленочных полотнищ.

Предлагаемый бентоматоплимерный экран (рисунок 10) отличается высокой надежностью работы при возможных значительных деформациях основания, заключающаяся в свободном перемещении пленочных полотнищ без защемления их грунтом и появления в них перенапряжений, следовательно, и разрывов.

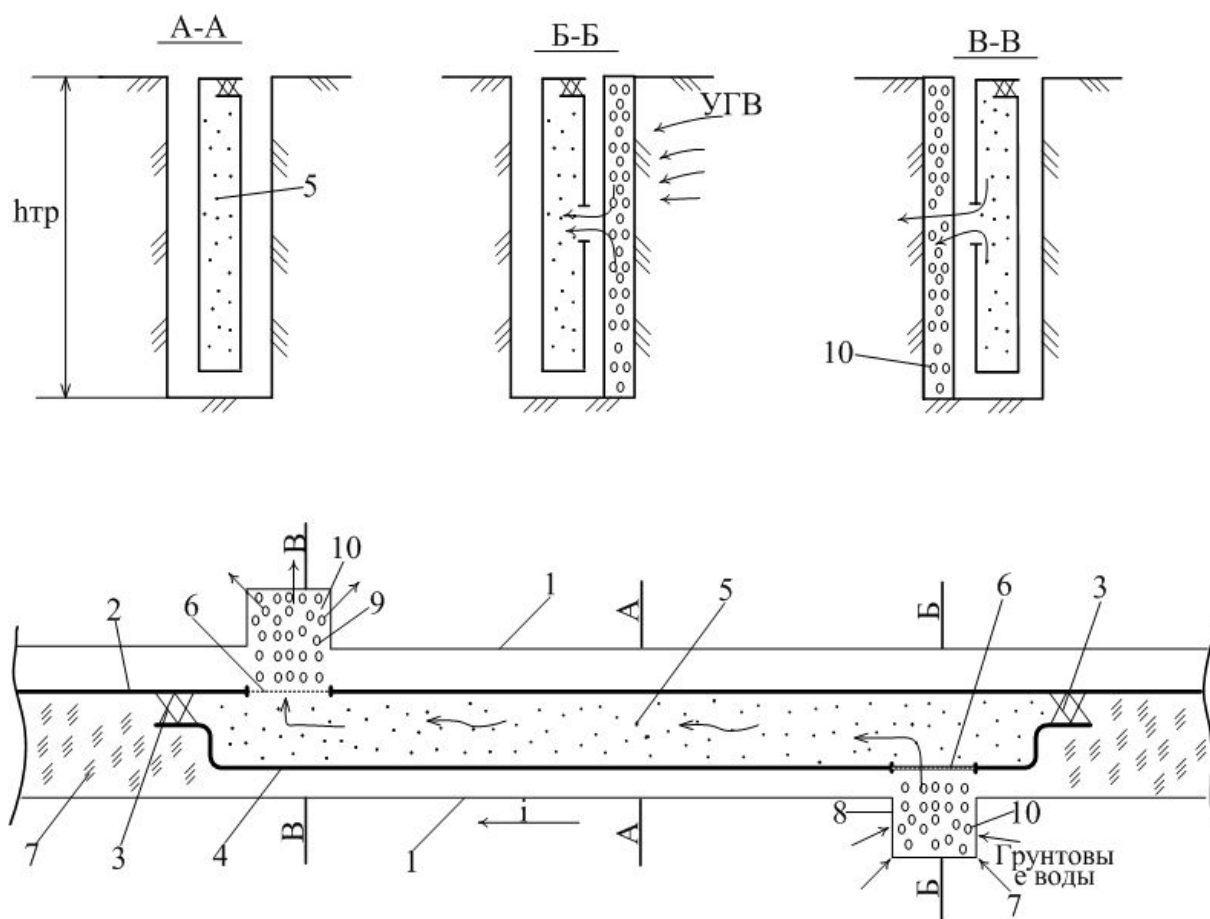


1, 2 – полимерные полотнища; 3 – компенсатор деформаций;
4 – антифouлиционный состав; 5 – бентонитовые маты; 6 – защитный слой грунта

Рисунок 10 – Бентоматоплимерный экран на просадочных грунтах

Для перехвата загрязненных грунтовых потоков из прудов-накопителей отходов производства, стоков животноводческих комплексов, утечек нефти и нефтепродуктов из нефтехранилищ, бензоколонок, выноса ядохимикатов с полей орошения предлагаются следующие разработки: заявки на изобретения РФ «Способ создания противофильтрационных завес с фильтрующими окнами» (рисунок 11) (заявка № 2013118066, от

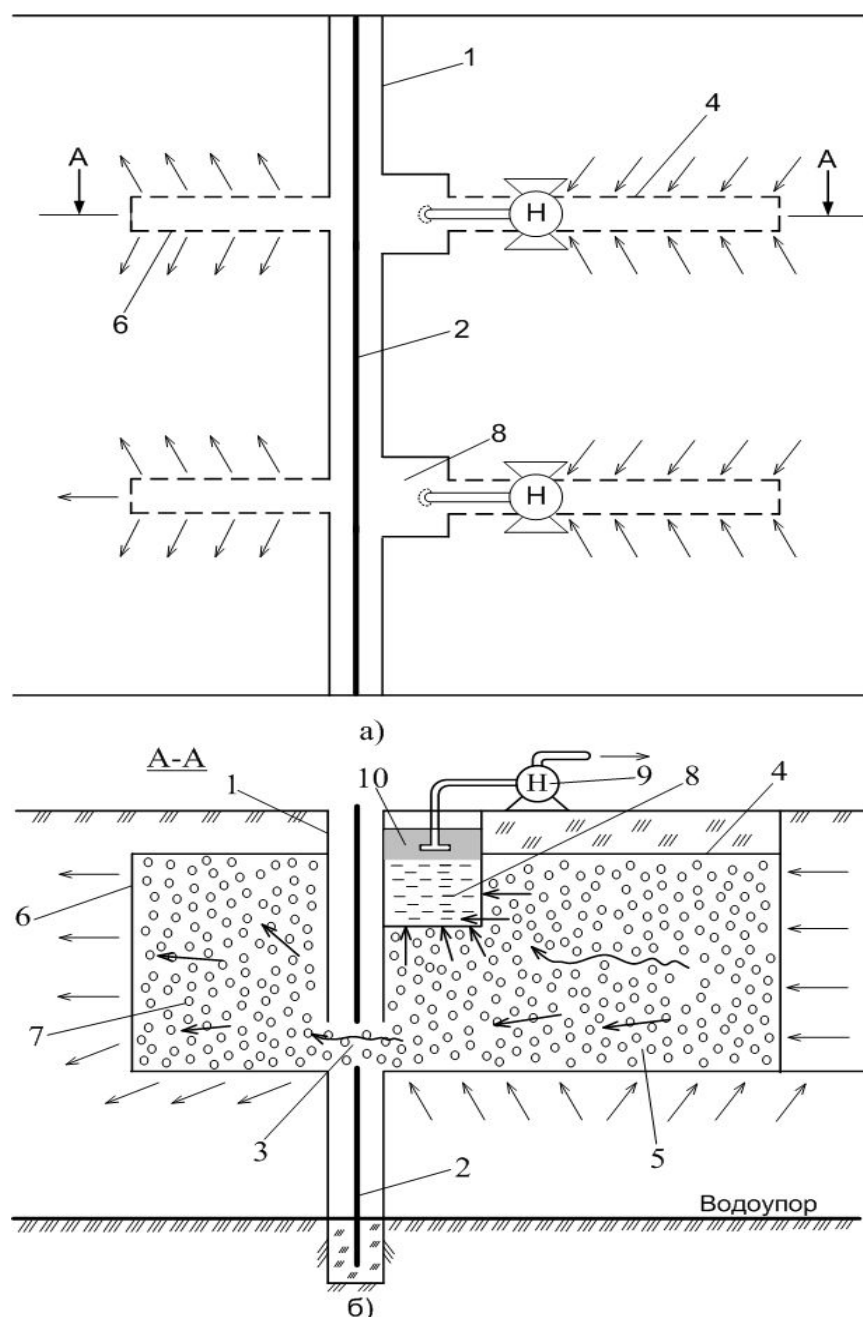
18.04.2013, МПК E02B3/16, авторы: Ищенко А. В., Косиченко Ю. М., Баев О. А. и др.) и «Способ создания противofiltrационных завес с фильтрующими окнами и лучевыми водоприемниками (рисунок 12) (заявка № 2013121642, от 08.05.2013 г., МПК E02B3/16, авторы: Ищенко А. В., Косиченко Ю. М., Баев О. А. и др.).



А-А – дренажная система прямоугольной формы; Б-Б – приемная ниша, заполненная крупным фильтрующим материалом; В-В – выходная ниша; 1 – траншея; 2 – геомембрана; 3 – клей; 4 – дополнительное полотнище геомембраны; 5 – сорбирующе-фильтрующий материал

Рисунок 11 – Способ создания противofiltrационных завес с фильтрующими окнами

Техническое решение обеспечивает повышение эффективности очистки загрязненного грунтового потока.



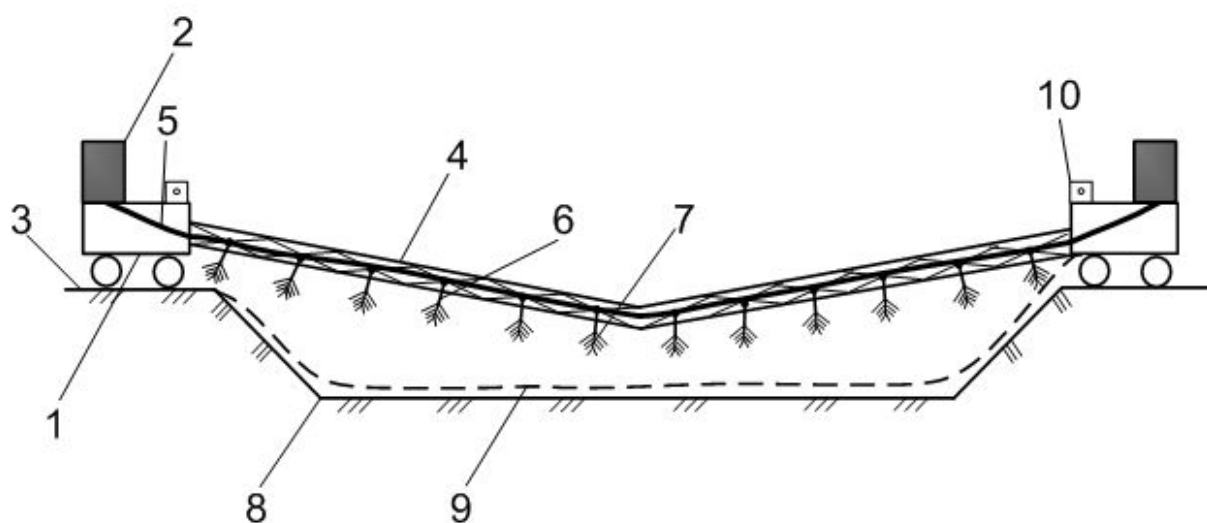
а – противофильтрационная завеса с фильтрующими окнами и лучевыми водоприемниками в плане; б – то же в разрезе по сечению А-А; 1 – основная траншея; 2 – геомембрана; 3 – окна; 4 –приемные лучевые траншеи; 5 – сорбирующе-фильтрующий материал; 6 – водоотводные лучевые траншеи; 7 – фильтрующий материал; 8 – водоприемная емкость; 9 – насос; 10 – верхний слой воды

Рисунок 12 – Способ создания противофильтрационных завес с фильтрующими окнами и лучевыми водоприемниками

Преимущество предложенного способа перед известными заключается в том, что предлагаемый способ создания противофильтрационных завес с фильтрующими окнами и лучевыми водоприемниками является более эффективным по сравнению с известными за счет повышения площади

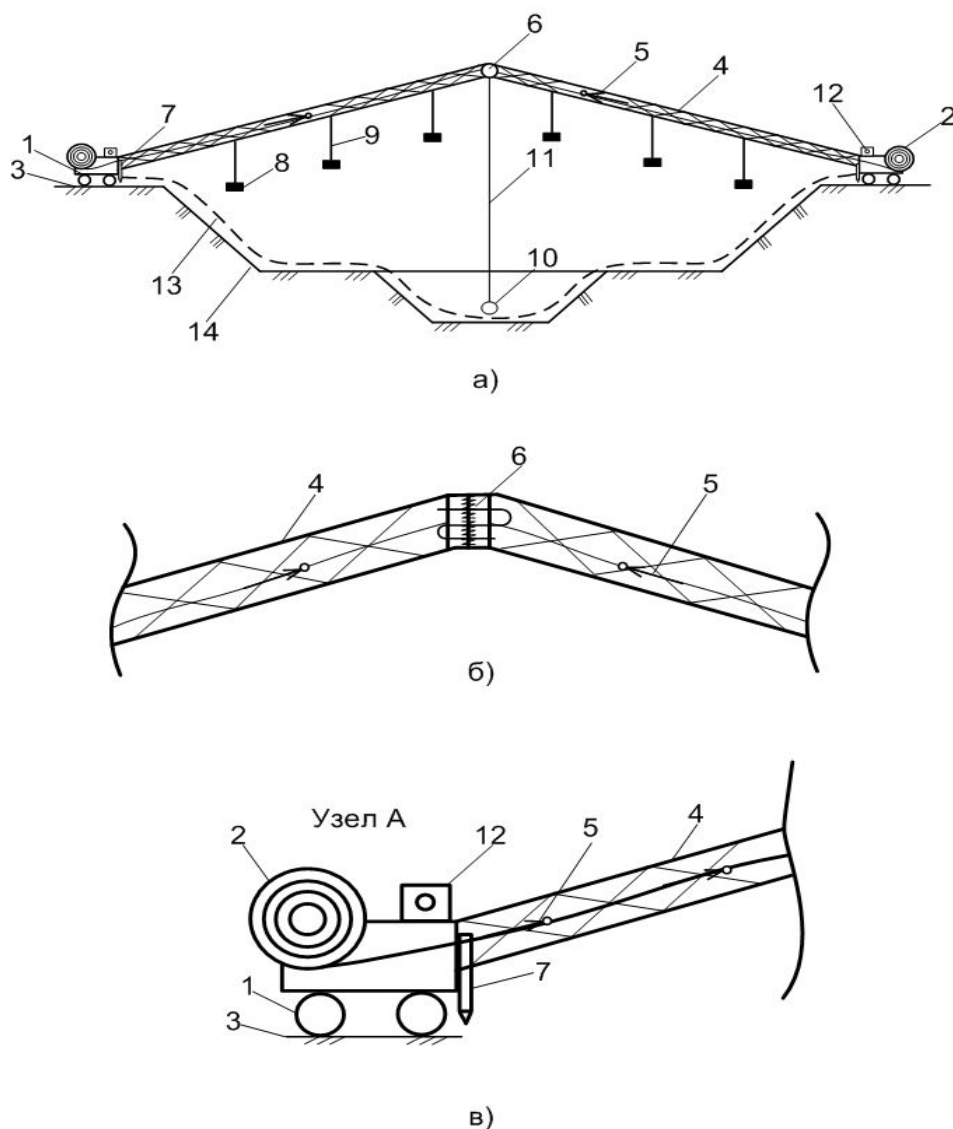
захвата загрязненного потока лучевыми водоприемниками, объема очистки и выпуска в грунт уже очищенного потока лучевыми водоприемниками.

Для механизированного создания противofильтрационных покрытий с использованием полимерных материалов, в том числе из отходов производства, предлагаются следующие технические решения: Заявки на изобретения РФ «Устройство для механизированного создания противofильтрационного экрана из жидких полимеров» (рисунок 13) (заявка № 2013138213, от 15.08.2013 г., МПК E02B3/16, авторы: Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Ищенко А. В., Баев О. А. и др.) и «Устройство для механизированного создания противofильтрационного покрытия из полимерного материала» (рисунок 14), (заявка № 2013138211, от 15.08.2013 г., МПК E02B3/16, авторы: Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Ищенко А. В., Баев О. А. и др.).



1 – колесное шасси; 2 – емкость с противofильтрационным полимерным материалом (жидкая полимерная эмульсия); 3 – дамба канала; 4 – складная телескопическая рама; 5 – шланг; 6 – стальные трубки; 7 – промышленный пульверизатор; 8 – профиль канала; 9 – противofильтрационная облицовка; 10 – лазерный указатель

Рисунок 13 – Устройство для механизированного создания противofильтрационного экрана из жидких полимеров



а – устройство для механизированного создания противофильтрационного покрытия из полимерного материала; б – узел соединения телескопических рам; в – колесное шасси с бухтой и телескопической рамой; 1 – колесное шасси; 2 – бухта с противофильтрационным полимерным материалом (гибкие листы); 3 – дамба канала; 4 – телескопическая рама; 5 – подвижный зажим; 6 – компактный сварочный аппарат; 7 – режущий элемент; 8 – подвижный валик; 9 – штанга; 10 – сварочный аппарат; 11 – вертикальная стойка; 12 – лазерный указатель; 13 – гибкие листы; 14 – профиль канала

Рисунок 14 – Устройство для механизированного создания противофильтрационного покрытия из полимерного материала

Вышеприведенные технические решения позволят механизировать процесс устройства противофильтрационного покрытия, повысить качество работ и исключить ручной труд при устройстве покрытий на мелиоративных каналах.

5 Сравнение разработанных конструкций с отечественными и зарубежными аналогами

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики разработанных высоконадежных противофильтрационных облицовок с применением геосинтетических материалов с лучшими отечественными и зарубежными аналогами.

Таблица 1 – Сравнение разработанных конструкций противофильтрационных облицовок с существующими отечественными и зарубежными аналогами

Сравнительные характеристики	Разработанные высоконадежные конструкции противофильтрационных облицовок (ФГБНУ «РосНИИПМ»)	Существующие аналоги	
		Грунтопленочные и бетонопленочные покрытия (компания «Техполимер» – Россия)	Покрытия из геосинтетических материалов (Компания «Сагрі» – Швейцария)
Показатель водонепроницаемости $k'_{обл}$, см/с	10^{-8} - 10^{-10}	10^{-6}	10^{-9}
Показатель долговечности T , лет	75-100	25-50	65-90

В таблице 2 приведены сравнительные показатели применения разработанных технических решений.

Таблица 2 – Сравнительные показатели применения разработанных технических решений

Наименование показателя	По сравнению с аналогами	
	отечественными	зарубежными
Повышение эффективности (по показателю водонепроницаемости $k'_{обл}$, см/с)	10^{-2} - 10^{-4} раз	1,5-2,0 раза
Уменьшение капиталовложений (по стоимости в расчете на 1 м ²)	28 %	50 %
Повышение качества продукции, рациональность и экологическая безопасность (по долговечности и экологической безопасности)	35-65 %	15-20 %
Увеличение производства (по производительности создания)	10-15 %	3-5 %
Оптимизация использования	5-10 %	5-10 %

Разработанные высоконадежные конструкции противофильтрационных облицовок и способы их создания по своим эксплуатационным качествам превосходят лучшие отечественные аналоги: по показателям водонепроницаемости – в 10^2 - 10^4 раз, по показателям долговечности – в 2-4 раза; а лучшие зарубежные аналоги: по водонепроницаемости – в 1,5-2 раза, по долговечности – на 10-20 %.

Заключение

Применение высоконадежных конструкций противофильтрационных облицовок в целом позволяет экономить водные ресурсы до 20-30 % и создавать более благоприятную экологическую обстановку на орошаемых землях за счет снижения уровня грунтовых вод и повышать их плодородие вследствие исключения засоления и подтопления территорий.

Для внедрения ряда разработанных высоконадежных конструкций противофильтрационных облицовок по планам Департамента мелиорации Минсельхоза России ФГБНУ «РосНИИПМ» разработал проект свода правил «Противофильтрационные покрытия оросительных каналов», а также изданы рекомендации «Выбор эффективной и надежной противофильтрационной защиты русел открытых каналов при реконструкции оросительных систем» [12].

На разработанные конструкции и способы устройства высоконадежных противофильтрационных облицовок авторами подано 10 заявок на изобретения РФ, на которые уже получены 1 патент на изобретение и 2 положительных решения, по остальным в настоящее время идет экспертиза по существу.

Список использованной литературы

- 1 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). – 7 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/2011/02/18/>.
- 2 Косиченко, Ю. М. Исследования фильтрационных потерь с каналов оросительных систем / Ю. М. Косиченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 24-25.
- 3 Косиченко, Ю. М. Гибкие конструкции противофильтрационных и берегоукрепительных покрытий с применением геосинтетических материалов / Ю. М. Косиченко, А. В. Ломакин // Известия вузов, Северо-Кавказский регион. Техн. науки. – 2012. – № 5. – С. 73-79.
- 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 Ищенко, А. В. Повышение эффективности и надежности противофильтрационных облицовок оросительных каналов. Ростов-на-Дону / А. В. Ищенко. – Ростов-на-Дону: Изд-во журн. «Известия вузов, Северо-Кавказский регион», 2006. – 212 с.
- 6 Косиченко, Ю. М. Новые конструкции полимерных противофильтрационных экранов / Ю. М. Косиченко, В. А. Белов // Гидротехника и мелиорация. – 1987. – № 11. – С. 57-61.
- 7 Ищенко, А. В. Анализ существующих методик испытаний физико-механических свойств бентонитовых матов / А. В. Ищенко, О. А. Баев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон.

журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 2(10). – 11 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru>, 2013.

8 Пат. 2460844 Российская Федерация, МПК E02B3/16. Способ создания противofильтрационного покрытия / Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Ищенко А. В., Чернов М. А., Гезин А. О.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «РосНИИПМ»; заяв. 02.08.2010, опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. – 6 с.

9 Пат. 2495979 Российская Федерация, МПК E02B3/16. Способ создания противofильтрационного покрытия каналов и водоемов с крутыми откосами / Косиченко Ю. М., Перелыгин А. И., Чернов М. А.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «РосНИИПМ»; заяв. 24.02.2012, опубл. 20.10.2013, Бюл. № 29. – 8 с.

10 Пат. 2494192 Российская Федерация, МПК E02B3/16. Способ создания противofильтрационного покрытия / Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Васильев С. М.; заявитель и патентообладатель Щедрин В. Н., Косиченко Ю. М., Васильев С. М.; заяв. 11.01.2012, опубл. 27.09.2013, Бюл. № 27. – 9 с.

11 Баев, О. А. Противofильтрационные покрытия с применением бентонитовых матов для накопителей жидких отходов / О. А. Баев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2013. – № 3(11). – 10 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru>, 2013.

12 Выбор эффективной и надежной противofильтрационной защиты русел открытых каналов при реконструкции оросительных систем // Ю. М. Косиченко [и др.]. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ. – 2008. – 68 с.