

Выводы

1 Отсутствие стратегического планирования использования водных ресурсов ведет к возникновению и накоплению проблем в области водохозяйственного комплекса Республики Крым.

2 Отсутствие реального экономического механизма контроля над использованием водных ресурсов приводит к их «разбазариванию» потребителями.

3 Для развития водохозяйственного комплекса региона необходимо создание единого информационного центра, который бы обслуживал воспроизводство водных ресурсов и помогал осуществлять контроль над их использованием.

Список использованных источников

1 Водное хозяйство Крыма: история развития, современное состояние / Н. Н. Заволодько [и др.]. – Симферополь: Доля, 2003. – 78 с.

2 Иванютин, Н. М. Влияние антропогенной деятельности на подземные воды Крыма / Н. М. Иванютин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 3(63). – С. 25–31.

3 Иванютин, Н. М. Возможность использования слабоминерализованных поверхностных и подземных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения в Крыму / Н. М. Иванютин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – № 2(66). – С. 106–111.

4 Устойчивый Крым: водные ресурсы / Н. А. Закусилов [и др.]. – Симферополь: Таврида, 2003. – 413 с.

5 Волкова, Н. Е. Нерациональное использование прудов бассейна реки Салгир / Н. Е. Волкова, Р. Ю. Захаров // Экономика строительства и природопользования. – 2017. – № 2. – С. 39–44.

6 Тимченко, Н. С. Использование местных водных ресурсов для орошения / Н. С. Тимченко. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 152 с.

УДК 626/6276:698.175

Е. О. Складенко, Э. Н. Вертыганова

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

МЕТОДЫ ЭКРАНИРОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ И ВОДОЕМОВ

В статье кратко рассмотрены основные методы и способы экранирования оросительных каналов гидромелиоративных систем и водоемов с применением пленочных, геомембранных и геосинтетических водонепроницаемых материалов. Представлены некоторые конструкции противодиффузионных облицовок, приведены их области применения, основные преимущества и недостатки.

Ключевые слова: экранирование, противодиффузионное устройство, гидротехническое сооружение, геосинтетик, геомембрана, полимерная пленка.

E. O. Sklyarenko, E. N. Vertyganova

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – a branch of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

SCREENING METHODS OF IRRIGATION CANALS AND WATER RESERVOIRS

The main methods and ways of screening irrigation canals of reclamation systems and reservoirs by applying film, geomembrane and geosynthetic waterproof materials are briefly

discussed. Certain designs of seepage-control lining are presented, their application areas, main advantages and disadvantages are given.

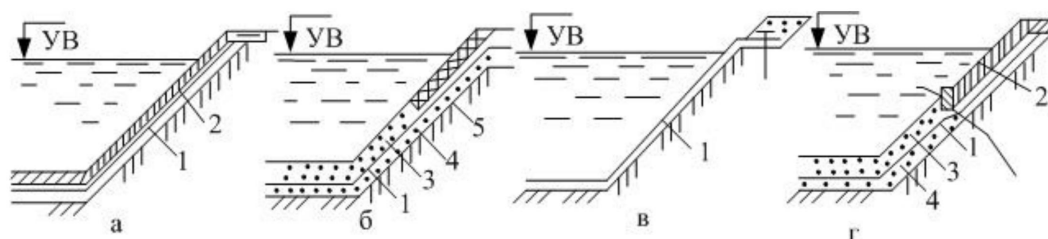
Key words: screening, seepage-control lining, waterworks, geosynthetic, geomembrane, polymer film.

Сохранение рельефа дна водоемов – актуальная проблема для искусственных каналов, прудов и прочих объектов. В ходе естественных процессов на дне образуются наносы, откосы водоемов сползают вниз и размываются, что особенно заметно при наличии течения в плоскости воды. Создание эффективных и надежных защитных покрытий на оросительных каналах является важнейшим техническим и экологическим мероприятием, направленным на предотвращение размывов русел каналов и снижение потерь на фильтрацию до минимума. Для борьбы с фильтрацией воды из каналов служат водонепроницаемые экраны из полимерных пленок (пленочно-грунтовых, бетонопленочных), глины, бентонитовых глин и прочих гидроизоляционных элементов.

За длительную историю создания и использования малых водоемов различным аспектам проблем их проектирования, строительства, эксплуатации и использования их водных ресурсов, а также вопросам создания их противофильтрационной защиты были посвящены многие работы, в т. ч. исследования А. Б. Авакяна, М. Н. Багрова, В. Е. Веденяпина, Н. Н. Веригина, Ю. М. Косиченко, С. А. Кремеза, А. В. Караушева, Г. В. Лопатина, А. В. Ищенко, В. А. Белова, Е. О. Складченко, О. А. Баева и многих других ученых.

Вопрос экранирования водоемов всегда стоял достаточно остро. Хотя они и создаются на достаточно прочных грунтах, потери ввиду трещин и проникновения в нижние слои почвы все равно происходят. В прошлые годы (до 1990-х гг.) применялись различные суглинки, которые имеют низкую водопроницаемость. Часто боковые стенки и дно искусственных водоемов и каналов отделывались бетоном. Это в свою очередь приводило к увеличению затрат на строительство. Кроме этого, бетонные и каменные конструкции со временем разрушались и размывались, что снова приводило к потерям воды.

Первоначальное использование экранирования каналов помогало сохранить воду, так же как и экранирование водоемов в фермерских хозяйствах и водосборных бассейнов в засушливых регионах по всему миру. В своей работе А. В. Ищенко [1] выделяет несколько типов противофильтрационных экранов каналов и водоемов (рисунок 1): бетонопленочные, грунтопленочные, поверхностные и комбинированные.



а – бетонопленочные; б – грунтопленочные; в – поверхностные; г – комбинированные;
1 – полимерный противофильтрационный экран; 2 – бетонное покрытие;
3 – защитный слой грунта; 4 – подстилающий слой; 5 – крепление защитного слоя

Рисунок 1 – Типы противофильтрационных покрытий с применением полимерных пленок

Грунтопленочные экраны – конструкции, в которых пленочный противофильтрационный элемент уложен под защитный слой грунта [2].

Поверхностные экраны – полимерные противофильтрационные конструкции, укладываемые на поверхность ложа канала без защитного покрытия, как правило из листового полимерного материала [2].

Комбинированные конструкции покрытия выполнены из сочетания двух или нескольких типов покрытий, являются наиболее надежными и могут применяться также на накопителях отходов различного назначения [3].

Последним этапом развития противофильтрационных облицовок на оросительных системах стало применение геосинтетических материалов в сочетании с различными защитными покрытиями для противофильтрационных целей [4]. Традиционные слои уплотненного грунта и глины, которые менее эффективно предотвращают фильтрацию, не гарантируют стабильной и долгосрочной эксплуатации, в то время как геосинтетики являются надежной, экономически эффективной альтернативой.

Геосинтетические материалы – это материалы из синтетических или природных полимеров, контактирующие с грунтом или другими средами, применяемые в строительстве [4]. К ним следует относить геомембраны, бентонитовые маты (бентоматы), геотекстили, георешетки, геосетки, габионы, геокомпозиты и др. Согласно усовершенствованной классификации Ю. М. Косиченко и О. А. Баева они разделяются на следующие виды [5]:

- водонепроницаемые (противофильтрационные) – геомембраны, бентонитовые маты;
- водопроницаемые (фильтрующие) – геотекстильные материалы;
- защитные – георешетки, габионы и другие материалы, используемые в качестве защитных покрытий.

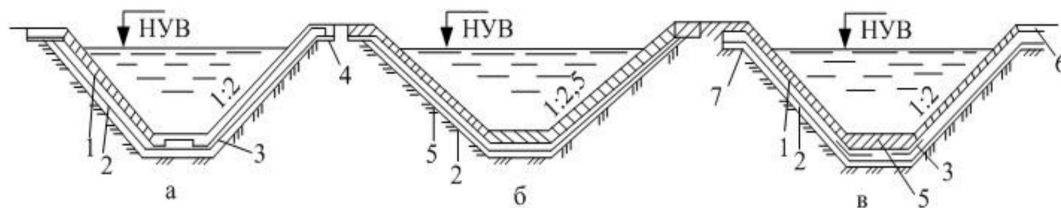
Такие материалы воспринимают значительные растягивающие напряжения, сохраняют прочность даже при больших деформациях, однородны по своему качеству, долговечны, технологичны и эффективны в гидротехническом строительстве.

Опыт применения пленочных экранов начинается с 1951 г., когда в Италии для экранирования водоема Падова объемом 15000 м³ впервые были использованы полимерные пленки. В дальнейшем они стали широко применяться во многих странах для экранирования различных водохранилищ, причем для этой цели служили главным образом полиэтиленовые (ПЭ) и поливинилхлоридные (ПВХ) пленки толщиной 0,15–0,20 мм [5]. В Советском Союзе пленки начали применять с 1958 г. – сначала для экранирования каналов, а затем и водохранилищ по предложению ВНИИГиМ, АрмНИИГиМ и ВНИИГ. В 1958 г. полимерные пленки были использованы в опытном порядке, а к 1962 г. – в производственных условиях.

Покрытия из полимерных пленок (полиэтилен стабилизированный и нестабилизированный), уложенные без засыпки, разрушились в течение одного вегетационного периода, и поэтому от них пришлось отказаться в стадии опытов. Пленочные экраны, покрытые слоем земли, оказались малоэффективными ввиду их быстрой повреждаемости. В первый год их использования процент потери воды был равен нулю, через год составлял 5 % всего расхода воды в канале, за два года использования увеличивался до 16,6 %. Пленочные экраны, покрытые землей, имеют определенные недостатки: повреждаемость механизмами при очистке каналов, пробиваемость растениями, разрушение пленки из-за оплывания и обрушения грунта присыпки. Установлено, что при отсутствии слоя земли на экранах растения, пробивающие пленки, не могли бы развиваться. Без слоя земли экран остается без защиты от солнечных лучей и повреждений. В связи с этим возникла идея использования конструкции облицовок с применением полимерных экранов и железобетонных сборных облицовок (рисунок 2) [5].

Такой метод имеет абсолютную водонепроницаемость, пленка играет роль гидроизоляции, плиты хорошо принимают осадки за счет возможного взаимного перемещения плит и несколько свободной укладки подстилающей пленки. Имеют неограниченный срок службы, легко заменяются новыми.

При устройстве бетонопленочных облицовок с покрытием из сборных железобетонных плит заложение откосов канала принимают не более 1:1,5, а с покрытием из монолитного бетона или железобетона – 1:2.



а – сборные; *б* – монолитные; *в* – сборно-монолитные;

1 – сборные железобетонные плиты; *2* – полиэтиленовая пленка; *3* – защитные прокладки; *4* – заплечики из монолитного бетона; *5* – монолитный бетон;

6 – заплечики из сборных железобетонных элементов; *7* – металлические шпильки

Рисунок 2 – Конструкции бетонопленочных облицовок

Современные геомембраны из полиэтилена высокого давления (ПВД) и полиэтилена низкого давления (ПНД) обладают необходимой прочностью, морозоустойчивостью, высокой сопротивляемостью прокалыванию, химической стойкостью, гибкостью и долговечностью. Использование геомембран толщиной 1–3 мм для противофильтрационных устройств в гидротехническом строительстве свидетельствует об их высокой эффективности, превышающей эффективность традиционных конструкций из ПЭ пленки толщиной 0,2 мм на два порядка и более [5].

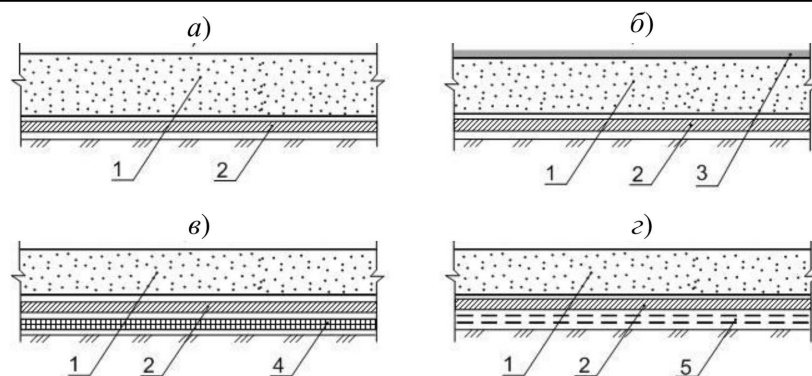
Более высокая экономическая эффективность применения противофильтрационных облицовок с использованием геомембран из ПНД и ПВД по сравнению с традиционными облицовками с ПЭ пленкой обусловлена практически полной водонепроницаемостью этих конструкций, возможностью создания каналов, имеющих сверхвысокий КПД (до 0,97–0,98), и, соответственно, получением чистого дохода от орошения дополнительной площади сэкономленной водой вследствие исключения потерь воды на фильтрацию и повышения долговечности облицовок до 75 лет и более [6, 7].

Разработки в этой области направлены на создание толстых (более 2,5 мм) текстурированных мембран, которые могли бы противостоять случайным повреждениям, а также исключение возможности их сползания по поверхности откоса. Такие мембраны должны содержать наполнители, препятствующие окислению материала и придающие ему стойкость к биологической деструкции.

Бентонитовые маты представляют собой водонепроницаемый материал, который состоит из гранул бентонитовых глин, расположенных между двумя слоями геотекстильного материала, при гидратации разбухающих и значительно увеличивающихся в объеме [8]. Некоторые конструкции противофильтрационных покрытий с использованием бентонитовых матов [8] могут также применяться для экранирования водоемов и каналов (рисунок 3).

Бентонитовые маты обладают низкой водопроницаемостью, а также имеют уникальное свойство саморегенерации (восстановления целостного гидроизоляционного слоя) при механических повреждениях, которые, как правило, неизбежны при транспортировке и монтаже материала. Кроме того, в отличие от глины или других применяемых материалов (пленок или геомембран) бентоматы могут укладываться в любое время года и практически в любых погодных условиях. Они стойки к различным химикатам – бензину, нефти, удобрениям.

Применение бентонитовых матов позволяет сэкономить на стоимости работ, так как стоимость укладки квадратного метра бентонитовых матов гораздо ниже, чем стоимость работ с наплавляемыми рулонными гидроизоляционными материалами или мембранами. При гидроизоляции сопряжений используется бентонитовый гель (бентонитовые гранулы затворяются водой), в местах прохода инженерных коммуникаций и холодных швах бетонирования применяются бентонитовые шнуры или гидропрокладки [8].



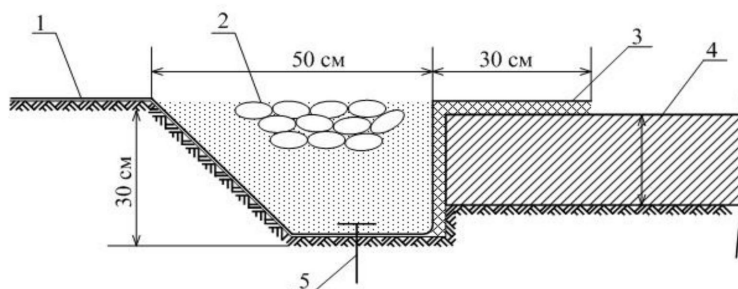
а – с защитным покрытием из грунта; б – с защитным покрытием из грунта и полимерным закрепителем поверхности; в – с защитным покрытием из грунта и армирующим слоем из геотексти; г – с защитным покрытием из грунта и дренажным слоем;
 1 – защитное покрытие; 2 – противофильтрационный элемент из бентонитовых матов; 3 – полимерный закрепитель грунта; 4 – геотекстиль; 5 – дренажный слой из геотекстиля

**Рисунок 3 – Конструкции противофильтрационных покрытий
водоемов с использованием бентонитовых матов**

Разберем преимущества и недостатки известных нам способов экранирования. Поверхностные экраны из полимерных материалов на основе бутилкаучука обладают высокой стойкостью к атмосферным воздействиям и большой деформативной способностью. Технология строительства таких экранов гораздо проще, чем покрытых земель пленочных экранов, причем срок строительства меньше. Основные достоинства поверхностных противофильтрационных экранов: малые сроки строительства, низкая материалоемкость и трудоемкость устройства, стойкость покрытия к просадкам и пучению грунта, высокая ремонтопригодность, срок службы 20–30 лет. Основным недостатком конструкции – легкий доступ к геомембране и, соответственно, возможность ее повреждения. Кроме того, необходимо устройство ограждения, а возможно, и пункта охраны.

При расположении водоема с поверхностным противофильтрационным экраном в непосредственной близости от животноводческих ферм, складов и сельскохозяйственных построек могут наблюдаться повреждения геомембраны грызунами в виде отверстий. Для предотвращения повреждений следует производить регулярную обработку территории ядохимикатами на полосе шириной не менее 10 м от бровки водоема. Все обнаруженные повреждения необходимо ликвидировать с помощью экструдера или устройства латок из идентичного по химическому составу и физико-механическим характеристикам материала [5, 9].

На рисунке 4 представлена конструкция сопряжения поверхностного экрана, которая может быть использована при гидроизоляции каналов и водоемов.



1 – экран; 2 – каменная наброска; 3 – промазка клеем БК-НМ;
 4 – сооружение; 5 – металлическая шпилька

**Рисунок 4 – Конструкция сопряжения поверхностного экрана
с бетонным сооружением в верхнем бьефе**

В борьбе с фильтрацией из каналов и водоемов на протяжении последних 60–80 лет использовались различные противофильтрационные мероприятия: от простейших до более совершенных облицовок с применением полимерных материалов. Однако и применение полимерных материалов в виде ПЭ стабилизированных пленок не позволило обеспечить высокую эффективность и долговечность противофильтрационной защиты на оросительных системах. Это было обусловлено тем, что тонкие полимерные пленки в процессе строительства и эксплуатации достаточно легко повреждались строительными механизмами и крупными фракциями грунта основания. При этом в ряде случаев количество повреждений было настолько значительным, что сводило на нет эффект от использования в качестве противофильтрационного элемента полимерных пленок.

В данной работе коротко обобщен опыт применения противофильтрационной защиты на каналах и водоемах: как полимерных пленок, так и современных полимерных материалов – геосинтетических; представлены некоторые конструкции облицовок, нашедшие применение на действующих объектах. На фильтрационные потери на малых водоемах с полимерными противофильтрационными экранами в значительной степени оказывают влияние деформации основания, их размеры и отношение мощности водопроницаемого основания к напору на сооружении. В меньшей степени на фильтрационные потери влияют размеры повреждений экрана и их взаимное расположение. Поэтому настоящая работа призвана привлечь внимание к более широкому внедрению современных геосинтетических материалов при создании противофильтрационных покрытий оросительных каналов и водоемов.

Список использованных источников

1 Ищенко, А. В. Повышение эффективности и надежности противофильтрационных облицовок оросительных каналов: монография / А. В. Ищенко. – Ростов н/Д., 2006. – 211 с. – (Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион).

2 Бондарь, К. Я. Полимерные строительные материалы: справ. пособие / К. Я. Бондарь, Б. Л. Ершов, М. Г. Соломенно. – М.: Стройиздат, 1974. – 271 с.

3 Складенко, Е. О. Экспериментальные исследования противофильтрационных и дренажных защит накопителей промышленных отходов / Е. О. Складенко // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2007. – № 5. – С. 71–72.

4 Косиченко, Ю. М. Современные методы борьбы с фильтрацией на оросительных системах / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев, А. В. Ищенко // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]. – 2014. – № 3. – 12 с. – Режим доступа: http://ivdon.ru/urloads/article/pdf/IVD_91_kosichenko.pdf_55f9154bc5.pdf.

5 Косиченко, Ю. М. Противофильтрационные покрытия из геосинтетических материалов: монография / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – 239 с.

6 Скуеро, А. М. Геомембраны – хорошо зарекомендовавшие себя водонепроницаемые системы на гидротехнических сооружениях / А. М. Скуеро, Г. Л. Васкетти // Международный дайджест по гидроэнергетике и плотинам. – 2007. – С. 59–68.

7 Щербина, Е. В. Геосинтетические материалы в строительстве / Е. В. Щербина. – М.: АСВ, 2004. – 112 с.

8 Баев, О. А. Противофильтрационные покрытия с применением бентонитовых матов для накопителей жидких отходов / О. А. Баев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2013. – № 3(11). – С. 115–124. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec199-field6.pdf.

9 Косиченко, Ю. М. Гибкие конструкции противофильтрационных и берегоукрепительных покрытий с применением геосинтетических материалов / Ю. М. Косиченко, А. В. Ломакин // Известия высших учебных заведений. Технические науки. – 2012. – № 2. – С. 73–79.