

им. Б. Е. Веденеева. – СПб.: ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 1999. – Т. 234. – С. 7–15.

9 Анискин, Н. А. Расчет фильтрации в грунтовых плотинах численным методом / Н. А. Анискин, М. Е. Мемарианфард // Вестник МГСУ. – 2010. – № 1. – С. 169–174.

10 Анахаев, К. Н. О фильтрационном расчете земляных плотин с ядром / К. Н. Анахаев, Б. Х. Амшонов, А. В. Ищенко // Гидротехническое строительство. – 2006. – № 5. – С. 26–34.

11 Исследование фильтрации через каменно-земляную плотину Юмагузинского гидроузла на р. Белой / Ю. М. Косиченко, В. Л. Бондаренко, А. В. Ищенко [и др.] // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2000. – № 3. – С. 67–72.

12 Лысенко, В. П. Экспериментальное исследование пленочных противофильтрационных устройств плотин из местных материалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.07 / Лысенко Владимир Павлович. – Л., 1973. – 29 с.

13 Плотины с противофильтрационными элементами из геосинтетических материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studopedia.org/1-124979.html>, 2015.

14 Радченко, В. Г. Геомембраны в плотинах из грунтовых материалов / В. Г. Радченко, В. М. Семенов // Гидротехническое строительство. – 1993. – № 10. – С. 46–52.

15 Scuero, A. M. Repair of CFRDs with synthetic geomembranes in extremely cold climates / A. M. Scuero, G. L. Vascetti // Proceedings, Hydro 2005 – Policy into practice. – Villach, 2005.

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

17 Сольский, С. В. Основные технические решения по ремонту и реконструкции дренажа грунтовых плотин / С. В. Сольский // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. – 2004. – Т. 243. – С. 193–203.

18 Гидротехнические сооружения (речные). Ч. 1: учеб. для вузов / Л. Н. Рассказов, В. Г. Орехов, Н. А. Анискин, В. В. Малаханов [и др.]. – М.: АСВ, 2008. – 576 с.

19 Баев, О. А. Противофильтрационные мероприятия на грунтовой плотине / О. А. Баев, А. М. Баева // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 56. – Ч. 1. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – С. 13–20.

УДК 626.823.91.004.57:678.7

А. Ю. Гарбуз

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

РЕМОНТ ПОВРЕЖДЕНИЙ ОБЛИЦОВОК ДЛИТЕЛЬНО РАБОТАЮЩИХ КАНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

В статье рассмотрены преимущества и недостатки применения полимерных композиций для исключения фильтрации из оросительных каналов. Особое внимание уделено полимеру «жидкая резина», его преимуществам и недостаткам, физико-механическим характеристикам, а также специальному оборудованию для его нанесения. Применение жидкой резины на оросительных каналах позволит обеспечить полную водонепроницаемость покрытий, снизить их шероховатость, а также увеличить пропускную способность.

Ключевые слова: облицовки, оросительные каналы, противофильтрационные мероприятия, жидкие полимеры, водонепроницаемость.

В процессе эксплуатации каналов мелиоративного назначения под влиянием естественных (природных) и искусственных (в результате человеческой деятельности) факторов бетон получает повреждения, изнашивается и стареет [1].

Долговечность гидротехнического бетона, как показала практика строительства, составляет более 50 лет. В ходе эксплуатации водопроводящих сооружений многие конструктивные элементы выходят из строя из-за полного разрушения железобетонной конструкции сооружений, образования дефектов, нарушающих нормальную эксплуатацию конструкции сооружений (например, нарушения стыковых соединений), а также разрушения отдельных элементов сооружения и т. д. [2].

Для повышения КПД оросительных каналов они должны выполняться с противифльтрационной облицовкой [3], а для устранения трещин и повреждений в бетоне облицовок и разрушений швов необходимо периодически в процессе эксплуатации проводить текущие и капитальные ремонты [3, 4].

Текущий ремонт – категория планового ремонта, включающая комплекс организационных, технико-экономических и технологических мероприятий для поддержания проектных параметров сооружений, отдельных звеньев и оборудования.

К текущему ремонту относятся ремонтные работы по систематическому и своевременному предохранению всех объектов на системе от преждевременного износа путем проведения профилактических мероприятий и устранения небольших повреждений и неисправностей. Значительная часть текущего ремонта выполняется без остановки работы системы.

Капитальный ремонт – категория планового ремонта, включающая комплекс организационных, технико-экономических и технологических мероприятий для полного или частичного восстановления технических параметров сооружений и оборудования, а также замены их более прочными.

К капитальному ремонту относятся работы по восстановлению крупных повреждений, полной или частичной замене отдельных узлов новыми.

Работы по техническому обслуживанию и ремонту каналов состоят из систематических наблюдений за их состоянием; защиты от повреждений, заиливания и зарастания; очистки от насосов, сорной растительности; ремонта противифльтрационных облицовок и креплений. Эти работы проводят для обеспечения пропускной способности оросительной сети и продления срока ее службы.

Состав работ по ремонтам противифльтрационных бетонных и железобетонных облицовок оросительных каналов зависит от их повреждений. Так, активные трещины герметизируют эластичными материалами, а пассивные заделывают цементным раствором, полимерными композициями [1].

Традиционные методы ремонта сооружений связаны с применением цементных и битумных композиций, однако их низкие физико-механические характеристики (адгезионная и когезионная прочность, химическая, кавитационная, морозо- и износостойкость, водонепроницаемость и др.) не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к эффективным ремонтным композициям. Определяющие физико-механические свойства (таблица 1) ремонтных композиций R_k должны быть выше аналогичных свойств материала R_m , подвергаемого ремонту ($R_k > R_m$).

Такому условию отвечают полимерные материалы. Для выполнения ремонтных работ целесообразно использовать эластомеры (полимеры типа «жидкая резина») [5].

При поверхностных трещинах бетона технологического характера на поверхность напыляют тонкослойные полимерные композиции [1]. Такие повреждения на каналах мелиоративного назначения наиболее широко распространены и опасны, так как одновременно снижают водонепроницаемость конструкции, их несущую способность и устойчивость. Резкое увеличение фильтрационных потерь через трещины облицовок

вызывает заболачивание приканальных территорий, а также их разрушение. Для обеспечения надежной заделки трещины необходимо определить максимальную ширину ее раскрытия Δb , а также ширину ремонтного паза b_p .

Таблица 1 – Технические требования к полимерным ремонтным композициям

Показатель	Эластомер	Реактопласты
1 Предел прочности при отрыве от бетона, МПа, не менее	0,2	2,5
2 Относительное удлинение при отрыве от бетона, %, не менее	100	-
3 Кратковременная прочность, МПа: при сжатии при растяжении	- -	80–120 9–16
4 Линейная усадка, %	-	0,05–0,10
5 Водостойкость	Сохранение показателей по пп. 1, 2 при экспонировании в воде – 30 суток	0,95–0,98 (коэффициент водостойкости)
6 Водопоглощение за 24 ч, %	-	0,025–0,010
7 Морозостойкость, циклов	Соответствие показателям по пп. 1, 2 после 300 циклов замораживания и оттаивания	Не менее 300
8 Текучесть	Устойчивое состояние в пазах. Допускаются отдельные исправления в процессе вулканизации	Допускаются отдельные исправления в процессе полимеризации

Ширину раскрытия трещины определяем по формуле:

$$\Delta b = \Delta b^t + \Delta b^h,$$

где Δb^t – температурные деформации в железобетонной плите, мм;

Δb^h – деформации от вертикальных смещений железобетонной плиты в области трещины, мм.

Деформации от воздействия температуры можно определить по формуле:

$$\Delta b^t = \alpha L(t_2 - t_1),$$

где α – коэффициент линейного расширения бетона, $14 \cdot 10^{-6}$ град. $^{-1}$;

L – длина плиты, м;

$t_2 - t_1$ – разность температур, °С.

Деформации от вертикальных смещений:

$$\Delta b^h = \frac{h^2}{2l - b},$$

где l – длина, ограниченная трещиной, м;

h – вертикальные смещения по высоте, мм.

Ширину ремонтного паза вычисляем по формуле:

$$b_p = \frac{\Delta b \cdot 100}{K\varepsilon},$$

где K – коэффициент, учитывающий снижение значений физико-механических характеристик герметиков в процессе их эксплуатации, $K = 0,1$;

ε – деформативность герметиков, %.

Необходимо также отметить, что широкое применение в водохозяйственном строительстве монолитного бетона и сборных железобетонных элементов [4] весьма остро ставит проблему эксплуатационной надежности облицовок каналов. При этом особое значение имеет обеспечение водонепроницаемости самих облицовок, а также их стыков и швов. Следует отметить, что герметизация швов и стыков очень важна не только по своему значению как одного из основных факторов водонепроницаемости облицовок, но и по объему проводимых ремонтно-восстановительных работ.

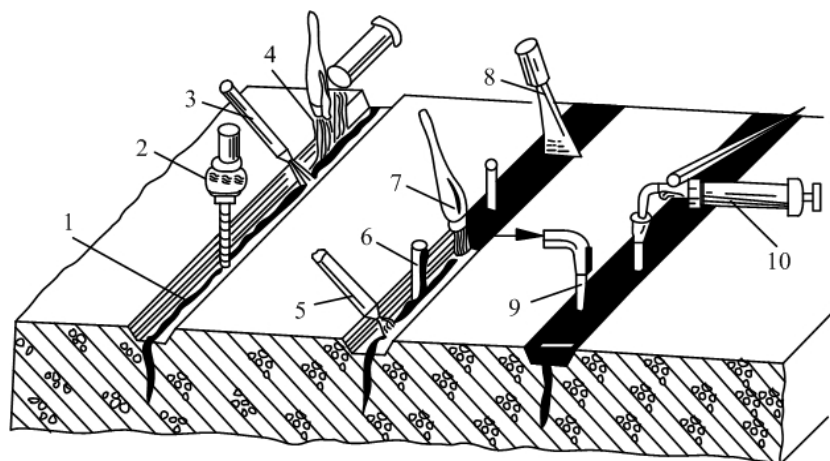
Одним из способов ремонта поверхности облицовок и разрушенных швов является применение полимерных композиций, в частности жидкой резины [6].

Заделка трещин в бетоне полимерными композициями состоит из разделки трещины в треугольный желоб и заполнения его полимерным раствором в виде жидкой резины. Эксплуатация бетонных облицовок оросительных каналов показала, что такие полимерные композиции обладают высокими свойствами и могут заменить более дорогие ремонтные композиции на основе эпоксидных смол.

Для восстановления монолитности и несущей способности бетонные и железобетонные конструкции, в которых образовались глубокие трещины с раскрытием не менее 0,1 мм, инъецируют композициями по технологической схеме, представленной на рисунке 1 [4].

При выборе полимерных композиций для ремонта облицовок каналов большое значение имеют стоимостные характеристики, показатели физико-механических свойств, а также способы их нанесения [7].

Полимерная композиция типа «жидкая резина» отличается высокой эластичностью и предельной прочностью, что позволяет предотвратить ее отслаивание от поверхности в результате неблагоприятных воздействий давления воды, циклических изменений температуры, резких ударов и вибрации. Также материал не становится ломким и хрупким и с течением времени делается только тверже, сохраняя свою эластичность. Жидкая резина представляет собой эластомерную водную эмульсию на основе высокомодифицированных производных нефти с добавлением полимеров.



- 1 – разделка трещин; 2 – сверление отверстий шурупов для штуцеров (ниппелей);
3, 9 – поддувка трещин сжатым воздухом; 4 – травление кислотой и промывка водой;
5 – сушка горячим воздухом; 6 – установка ниппелей; 7 – огрунтовка;
8 – заделка трещин полимерными композициями; 10 – инъектор

Рисунок 1 – Технологическая схема заделки трещин в бетонных облицовках

Жидкая резина напыляется холодным методом и немедленно образует на обрабатываемой поверхности единую бесшовную полимеризованную мембрану без отверстий и стыков с исключительно высокой адгезией к любому материалу. Полученная

мембрана абсолютно газо-, паро- и водонепроницаема, устойчива к ультрафиолету и к разрушающему действию озона и кислотных дождей. Жидкая резина весит в 4 раза меньше распространенных рулонных материалов, служит в 10 раз дольше и имеет стоимость в 4 раза ниже, если учесть срок жизни покрытия.

Жидкая резина наносится на все материалы как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении обработки, при этом необходима минимальная подготовка обрабатываемых поверхностей: поверхность должна быть чистой, сухой и свободной от инородных включений, способных снизить адгезию мембраны к обрабатываемой поверхности. Эта мембрана в полной мере «умный» материал: обладает памятью (готовая мембрана чрезвычайно эластична и может восстанавливать 95 % своей формы после растяжения более чем на 1350 %), сохраняет защитные свойства в диапазоне от минус 55 до плюс 95 °С без изменения собственной структуры и характеристик, выдерживает термические стрессы, агрессивные среды, отрицательное воздействие ультрафиолетовых лучей и озона в течение более чем 20 лет [6].

Как и все материалы, жидкая резина имеет свои преимущества и недостатки (таблица 2).

Таблица 2 – Преимущества и недостатки применения жидкой резины

Преимущество	Недостаток
Коэффициент предельного удлинения свыше 1000 %, поэтому просадки основания не приводят к разрушению покрытия	В случае если поверхность была ранее покрыта рулонной гидроизоляцией, может потребоваться частичный или полный демонтаж наиболее проблемных участков в тех местах, где имеются воздушные или водные пузыри
Срок эксплуатации (при соблюдении технологии нанесения) составляет не менее 20 лет	Наносится на подготовленную сухую обеспыленную поверхность
Наносится практически на все поверхности и строительные материалы	Не выдерживает механическое воздействие при минусовой температуре
Экологически безопасный материал, не содержит растворителей и не издает резких запахов	Для нанесения требуется специальное оборудование
Наносится на основание любой геометрической формы, а также в труднодоступные места	Температура окружающей среды при нанесении жидкой резины должна быть не ниже плюс 5 °С
Высокая стойкость к внешним воздействиям (к ультрафиолетовому излучению, атмосферным явлениям, к щелочным и кислотным средам, к резким перепадам температур)	
Бесшовная технология нанесения жидкой резины позволяет быстро и надежно выполнять гидроизоляционные работы	
Высокая эластичность позволяет применять ее даже на просадочных грунтах	
Обладает свойством сцепления с материалами основания (бетон, песок, полимерные и другие материалы)	
Обладает повышенными противодиффузионными свойствами	

Процесс нанесения жидкой резины на оросительном канале в бетонной облицовке с помощью распылителя приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Напыление жидкой резины на оросительном канале

Физические и механические характеристики применяемой жидкой резины представлены в таблице 3 [6].

Таблица 3 – Физико-механические характеристики жидкой резины

Внешний вид	Жидкость средней вязкости коричневого цвета, по завершении процесса вулканизации нанесенная мембрана приобретает интенсивный черный цвет
Используемый растворитель	Вода
Удельный вес, кг/дм ³ :	
в жидком состоянии	1,08
в твердом состоянии	0,65
Эластичность без изменения свойств, %	1350
Адгезия к бетону, МПа	0,90
Адгезия к металлу, МПа	0,40
Время застывания, мин	Менее 1
Время вулканизации, ч	24
Толщина нанесения, мм	1,0–3,0
Расход материала при толщине покрытия 1 мм, л/м ²	1,4
Срок службы (90 циклов), лет	25

Для нанесения такой гидроизоляции необходимо специальное оборудование. На сегодняшний день в России представлены несколько типов оборудования для нанесения жидкой резины: RS (Rubber Spray), RX-27, УЖК-2, Б-21.

Все эти установки объединяет следующее:

- они используются для холодного безвоздушного нанесения жидкой гидроизоляции на основе битумно-полимерной эмульсии;
- они двухканальные: 2 насоса, 1-й – на «резину», 2-й – на «соль»;
- они закачивают жидкие компоненты из емкостей и в определенной пропорции с определенным давлением подают по шлангам к распылителю;
- на конце двухканального распылителя установлены специальные форсунки, при прохождении через которые под давлением происходит превращение жидкости в мелкодисперсный аэрозоль. Два плоских распыленных потока компонентов встречаются в воздухе и перемешиваются [6].

Выводы

В настоящее время на рынке представлен большой выбор рулонных геосинтетических материалов (таких как геотекстиль, геомембраны, бентонитовые маты и другие геокомпозитные материалы) отечественного и зарубежного производства, которые в последнее время находят применение в гидротехническом строительстве, но для достижения полной водонепроницаемости в труднодоступных местах применение рулонных материалов становится невозможным. Поэтому жидкая резина (и другие жидкие полимерные материалы) – это достойное дополнение к другим рулонным мембранным покрытиям или их замена.

Применение жидкой резины на оросительных каналах позволит не только обеспечить полную водонепроницаемость покрытий, но и снизить их шероховатость, а также увеличить их пропускную способность.

Список использованных источников

1 Ольгаренко, В. И. Эксплуатация и мониторинг мелиоративных систем / В. И. Ольгаренко, Г. В. Ольгаренко, В. Н. Рыбкин. – Коломна, 2006. – 391 с.

2 Бандурин, М. А. Особенности технической диагностики длительно эксплуатируемых водопроводящих сооружений [Электронный ресурс] / М. А. Бандурин // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 2. – С. 693–696. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/861>.

3 Мулай, Б. И. Совершенствование технологии строительства монолитных облицовок каналов в условиях жаркого климата: автореф. дис. ... канд. техн. наук. 05.23.07 / Мулай Бенаисса Ибрагим. – М., 2000. – 23 с.

4 Ачкачов, Г. П. Технология и организация ремонта мелиоративных гидротехнических сооружений / Г. П. Ачкачов. – М.: Колос, 1984. – 174 с.

5 Резник, В. Б. Новые материалы и конструкции на основе полимеров в водохозяйственном строительстве / В. Б. Резник. – Киев: Будівельник, 1987. – 176 с.

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

7 Карпунин, В. В. Совершенствование способов герметизации швов облицовок оросительных каналов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Карпунин Василий Валентинович. – Волгоград, 1995. – 41 с.

УДК 556.114

Э. И. Чембарисов, И. Э. Махмудов

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

Ф. Я. Артикова

Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, Ташкент, Республика Узбекистан

Т. Ю. Лесник

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

**НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАРВАКСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

В статье приводятся общие характеристики Чарвакского водохранилища, расположенного в Ташкентской области (вилояте) Республики Узбекистан, кратко описаны природные условия района, его курортный потенциал, технические данные существующей плотины ГЭС, а также некоторые данные водного баланса.