

УДК 666.9.017: 620.179

РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕМА СТРОИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ ПРИ УСТРАНЕНИИ ПУСТОТ ПОД ПЛИТАМИ КРЕПЛЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

¹Семенов С.Я., ¹Марченко С.С., ²Дубенок Н.Н.

¹Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий (филиал ФНЦ агроэкологии РАН), Волгоград, e-mail: pniiemt@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва

Настоящая статья посвящена обоснованию способа ремонта облицовок откосов каналов из железобетонных плит при возникновении пустот под ними. В работе приводятся данные об устройстве крепления откосов каналов железобетонными плитами, о часто встречающихся повреждениях таких креплений, возникающих в результате размыва основания, что приводит к образованию таких дефектов облицовки мелиоративных каналов, как сползание плит и образование под ними пустот. Изложен оригинальный способ ремонта, заключающийся в подаче строительного раствора по трубопроводу с поверхности земли в пустоты под плитами крепления откосов, обоснованы его преимущества. Предлагается методика расчета объема подаваемой смеси, вычисляемого из условия сохранения положения и равновесия плиты при осуществлении ремонтных работ, приводится пример расчета величины слоя строительной смеси при данном способе ремонта.

Ключевые слова: железобетонные облицовки мелиоративных каналов, дефекты, повреждения облицовок, ремонт, методика расчёта послойной укладки

JUSTIFICATION OF THE VOLUME OF MIXES WITH THE ELIMINATING OF VOIDS UNDER THE SLABS FIXING OF RECLAMATION CHANNELS

¹Semenenko S.Y., ¹Marchenko S.S., ²Dubenok N.N.

¹Volga research Institute of ecological technology (branch FNTS agroeko-ogy RAS), Volgograd, e-mail: pniiemt@yandex.ru;

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

This article is devoted to substantiation of the method of repair of revetments of the slopes of the channels of the concrete slabs in the occurrence of voids under them. The paper presents data on the structure of fixing the slopes of the channels with concrete slabs, one of the most common damage to such fixtures, resulting from erosion of the base, which leads to the formation of such defects of the lining of drainage channels, as slide plates and the formation of voids beneath them. Described the original repair method, which consists in applying mortar by pipeline from the surface of the earth into the voids under the plates of fastening of slopes, proved its advantages. The technique of calculating the volume of the feed mixture, calculated from the conservation of the position and equilibrium of the plate when repairs, provides an example of the calculation of the layer mixes with this method of repair.

Keywords: concrete lining of drainage channels, defects, damage, wall, repair, calculation method of layer-by-layer stacking

После развала системы хозяйствования, сложившейся в СССР, финансирование оросительных систем находится на низком уровне, который не позволяет комплексный производить капитальный ремонт, несмотря на некоторые положительные тенденции последних лет. В связи с этим большое значение имеет снижение эксплуатационных затрат, в том числе и связанное с удешевлением ремонтных работ.

В Волгоградской области расположены несколько крупных оросительно-обводнительных систем (ООС). Основными водоводами являются открытые оросительные каналы, как в земляном русле, так и с устройством сборной и монолитной железобетонной облицовки. В качестве крепления откосов магистральных каналов различного уровня и противофильтрационных

облицовок в основном применяются железобетонные сборные облицовки с пленочным противофильтрационным экраном, или с комбинированным грунтопленочным экраном (рис. 1) [1].

Чтобы избежать напоязания плит друг на друга, во многих случаях откос перекрыт одной плитой по всей длине и стык плиты замоноличен по дну и бровке канала (рис. 2).

В тоже время при строительстве каналов используют и другие варианты расположения плит сборной железобетонной облицовки (рис. 3).

Одним из часто встречающихся повреждений облицовок мелиоративных каналов является вымывание подстилающего грунта и образование пустот, что может приводить к смещению и повреждению облицов-

ки (рис. 2, 4) и значительному увеличению фильтрации, которая и без этого является основной статьей потерь при транспортировке оросительной воды [2].

Для ремонта подобных повреждений и предотвращения смещения плит облицовки требуется набор операций, аналогичный работам по строительству каналов, то есть – демонтаж части противофильтрационных одежд в месте образования пустот, восстановление планировки откосов и показателей грунтового основания, обработка грунтового основания гербицидами, восстановление пленочного экрана и монтаж сборных железобетонных плит [3, 4].

Ремонтные работы, произведенные таким образом восстанавливают состояние противофильтрационных одежд и основания практически до проектных значений, но практическое их осуществление в процессе эксплуатации очень трудоемко, так как

требует, кроме прямых работ по ремонту, произвести работы по опорожнению и подготовке русла. Еще одним недостатком является то, что на время проведения работ необходимо остановить или серьезно ограничить подачу оросительной воды, а это возможно далеко не всегда.

Кроме того, известны способы ремонта поверхностных дефектов бетонных и железобетонных гидротехнических сооружений без приостановки эксплуатации сооружений, но данный способ не подходит для данного типа повреждений противофильтрационных одежд [5].

Более экономичным и требующим меньших трудовых и временных затрат, на наш взгляд, является способ, при котором с поверхности земли по трубопроводу в пустоты под облицовкой подается строительная смесь (на основе минерального вяжущего), впоследствии затвердевающая и герметизирующая их.

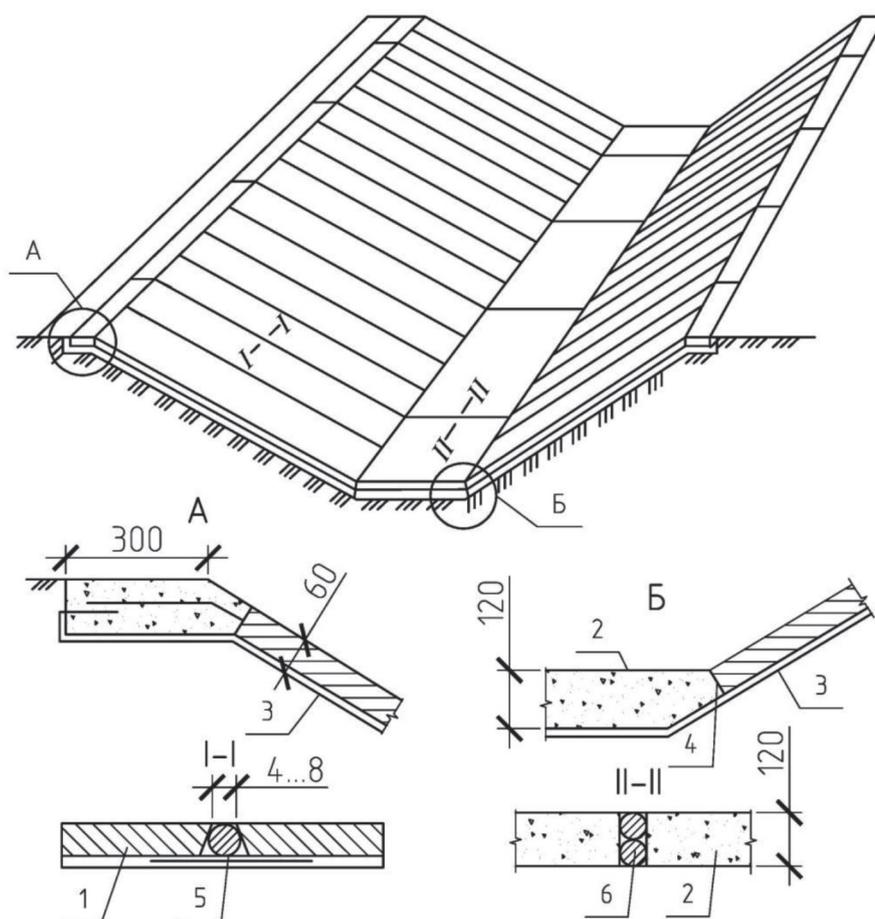


Рис. 1. Крепление канала из сборного железобетона: 1 – сборная плита; 2 – монолитный железобетон; 3 – пленка ПВХ; 4 – битум; 5, 6 – заполнители швов



Рис. 2. Магистральный канал Райгородской ООС Волгоградской области



Рис. 3. Горизонтальное расположение плит сборной железобетонной облицовки (Заволжская ООС)

При использовании такого способа восстановления эксплуатационных противифльтрационных характеристик мелиоративных каналов, если при возведении плиты крепления были расположены длинной стороной вдоль откоса (рис. 3) в несколько рядов, существует вероятность того, что при подаче строительная смесь своей массой вытолкнет плиту, что совершенно недопустимо. Поэтому объем полностью укладываемой смеси необходимо устанавливать расчетным способом в зависимости от размеров пустот. Размеры пустот могут определяться различными методами неразрушающего контроля и ге-

олокации, например, при помощи устройства для проведения эксплуатационного мониторинга водопроводящих каналов [6, 7], или методики применения комплекса методов неразрушающего контроля для выявления полостей под плитами крепления грунтовых откосов каналов [8].

В качестве расчетного случая принято такое состояние канала, при котором плита облицовки, под которой обнаружена и зафиксирована пустотность, полностью находится под поверхностью воды. В расчете принята плита крепления с напрягаемой арматурой, геометрические и физические характеристики согласно ГОСТ 22930-87 [9].



Рис. 4. Размыв основания железобетонной облицовки и сползание железобетонных плит

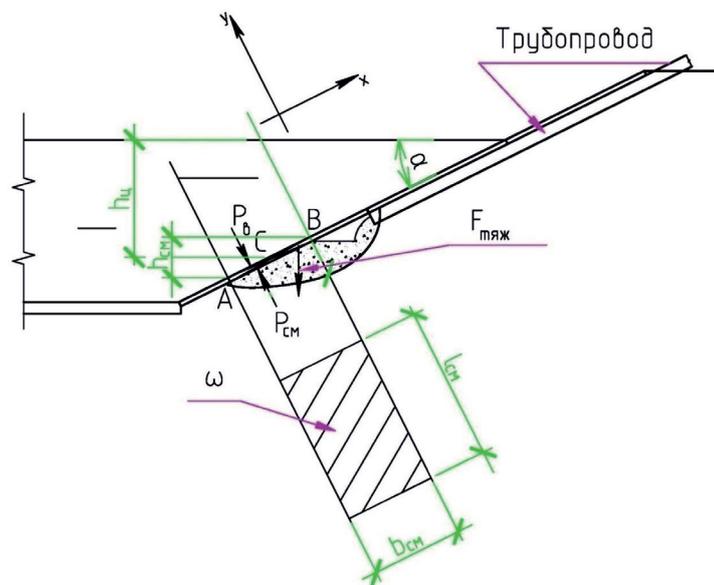


Рис. 5. Схема приложения нагрузок

Силовые факторы, учитываемые при моделировании процесса заполнения пустоты строительным раствором – сила гидростатического давления воды, собственный вес плиты облицовки, сила гидростатического давления строительного раствора (рис. 5).

Допущения, принятые при моделировании процесса согласно предлагаемому способу ремонта:

- большая часть пустотности располагается под одной единственной плитой;
- плита опирается своими короткими сторонами на грунт;

– трение торцевых граней плиты о соседние плиты и о материал деформационных швов не учитывается;

– строительная смесь подается безнапорно;

Приведем условие равновесия плиты в векторной форме:

$$\vec{P}_{см} + \vec{P}_в + \vec{F}_{тяж} = 0; \quad (1)$$

где $\vec{P}_{см}$ – равнодействующая сила гидростатического давления строительной смеси; $\vec{P}_в$ – равнодействующая сила гидростатического давления воды на площадке ω , смо-

ченной строительной смесью; $\vec{F}_{\text{тяж}}$ – сила собственного веса плиты облицовки.

Запишем условие равновесия в проекциях для выбранной прямоугольной системы координат на ось абсцисс, которая параллельна плоскости плиты облицовки (рис. 5):

$$P_{\text{см}} - P_{\text{в}} - F_{\text{тяж}} \cdot \cos \alpha = 0, \quad (2)$$

где α – угол между горизонтом и откосом канала.

С учетом схемы (рис. 5) можно сделать вывод, что плита облицовки сохранит свое положение в том случае, если будет соблюдено неравенство:

$$P_{\text{см}} \leq P_{\text{в}} + F_{\text{тяж}} \cdot \cos \alpha. \quad (3)$$

Значение равнодействующих сил гидростатического давления воды и строительной смеси определяется в соответствии с [10] и схемой (рис. 5):

$$P_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot h_{\text{ц}} \cdot \omega;$$

$$P_{\text{см}} = (p_{\text{в}} + \rho_{\text{см}} \cdot g \cdot h_{\text{ц}}^{\text{см}}) \cdot \omega, \quad (4)$$

где $p_{\text{в}}$ – гидростатическое давление воды на поверхности строительной смеси, МПа; $\rho_{\text{в}}$ – плотность воды, кг/м³; $h_{\text{ц}}$ – толщина слоя воды над центром тяжести смоченной поверхности плиты, м; $\rho_{\text{см}}$ – плотность строительной смеси, кг/м³; ω – площадь смоченной поверхности плиты покрытия.

Неравенство (3) можно представить в виде

$$P_{\text{см}} - P_{\text{в}} - F_{\text{тяж}} \cdot \cos \alpha \leq 0. \quad (5)$$

Для дальнейших рассуждений введем следующие обозначения:

$$\omega = l_{\text{см}} \cdot b_{\text{см}}; \quad (6)$$

$$b_{\text{см}} = \frac{h_{\text{см}}}{\sin \alpha}; \quad (7)$$

$$h_{\text{ц}} = h_{\text{А}} - 0,5 \cdot h_{\text{см}}; \quad (8)$$

$$h_{\text{ц}}^{\text{см}} = 0,5 \cdot h_{\text{см}}; \quad (9)$$

где $l_{\text{см}}$ – предположительная длина смоченной строительной смесью участка плиты покрытия, м; $b_{\text{см}}$ – ширина смоченной поверхности плиты покрытия, м; $h_{\text{см}}$ – толщина слоя строительной смеси, м; $h_{\text{А}}$ – толщина слоя воды над нижней гранью плиты покрытия, под которой располагается дефект, м.

Решение неравенства (5) относительно $h_{\text{см}}$ с учетом (4), (6), (7), (8) и (9) даст следующее соотношение для определения критической толщины слоя строительной смеси при заполнении дефекта.

$$h_{\text{см}}^{\text{кр}} = \frac{m \cdot \cos \alpha}{0,5 \cdot (\rho_{\text{см}} - \rho_{\text{в}}) \cdot \omega}, \quad (10)$$

где m – масса плиты крепления, т.

Приведем пример расчета критической толщины слоя строительной смеси. Примем следующие исходные данные – геометрические размеры сечения канала приведены на рис. 6, облицовка выполнена из плит ПКН60.15 [9], масса плиты 1,35 т, размеры 6000×1500×60 мм, строительная смесь цементно-песчаная плотностью 1500 кг/м³.

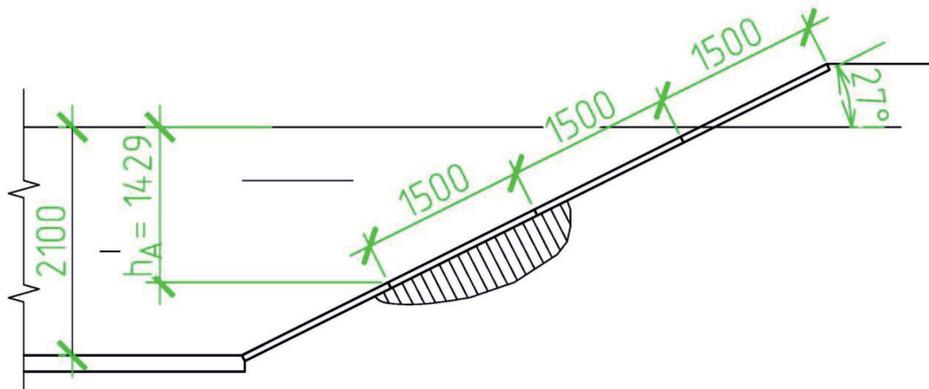


Рис. 6. Геометрические размеры сечения канала (в мм)

На основании вышеизложенного при проведении ремонтных работ рекомендуется устанавливать величину слоя строительной смеси расчетом по приведенному алгоритму.

Список литературы

1. Мелиорация и водное хозяйство. Сооружения. Строительство: Справочник / под ред. А.В. Колганова, П.А. Подлад-заде. – М.: «Ассоциация Экост», 2002. – 601 с.
2. Косиченко Ю.М. Современные методы борьбы с фильтрацией на оросительных системах / Ю.М. Косиченко, О.А. Баев, А. В. Ищенко // Инженерный вестник Дона. – 2014. – Т. 30, № 2. – С. 87.
3. СНиП 03.07.03–85*. Мелиоративные системы и сооружения [Текст]: нормативно-технический материал. – М.: ГУП ЦПП, 1996. – 28 с.
4. СТО НОСТРОЙ 2.33.20–2011. Мелиоративные системы и сооружения. Часть 1. Общие требования по проектированию и строительству. – М.: Изд-во «БСТ», 2011. – 139 с.
5. Способ герметизации разрушений в гидротехнических сооружениях под поверхностью воды: пат. 2486308 Рос. Федерация: МПК E02B 1/00 C1 / С.Я. Семенов, П.В. Часовской, В.Г. Абезин, С.С. Марченко, А.С. Семенов; заявитель и патентообладатель ГНУ Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоратив-

ных технологий Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 2011152742/13; заявл. 22.12.2011; опубл. 27.06.2013, Бюл. № 18. – 7 с.: ил.

6. Устройство для проведения эксплуатационного мониторинга водопроводящих каналов: пат. 2458204 Рос. Федерация: МПК E02B 13/00 /В.А. Волосухин, Я.В. Волосухин, М.А. Бандурин, В.А. Бандурин; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Институт безопасности гидротехнических сооружений». – № 2010111995/13; заявл. 29.03.2010; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 28. – 5 с.: ил.

7. Волосухин В.А. Программно-технический комплекс для проведения мониторинга и определения остаточного ресурса длительно эксплуатируемых водопроводящих сооружений / В.А. Волосухин, М.А. Бандурин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2013. – № 1. – С. 57-68.

8. Глазунов В.В. Методические особенности применения комплекса методов НК для выявления полостей под плитами крепления грунтовых откосов каналов / В.В. Глазунов, В.С. Недажков, А.Е. Шадрин, В.Г. Штенгель // В мире неразрушающего контроля. – 2015. – № 2(68) – С. 16-21.

9. ГОСТ 22930-87. Плиты железобетонные предварительно напряженные для облицовки оросительных каналов мелиоративных систем. – М.: Изд. стандартов, 1987.

10. Богомолов А.И. Гидравлика / А.И. Богомолов, К.А. Михайлов. – М.: Стройиздат, 1972 – 648 с.