
ISSN 2313-2248

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Научно-практический журнал

Выпуск № 1(81)/2021

Новочеркасск

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

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Научно-практический журнал
ФГБНУ «РосНИИПМ»
Издается с июня 1978 года
Выходит четыре раза в год

Выпуск № 1(81)/2021

Январь – март 2021 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор – доктор сельскохозяйственных наук А. Н. Бабичев
Заместитель главного редактора – кандидат технических наук О. А. Баев
Ответственный секретарь – Л. И. Юрина

Редакторы: доктор сельскохозяйственных наук, профессор Г. Т. Балакай; доктор технических наук Ю. Е. Домашенко; доктор технических наук, профессор Ю. М. Косиченко; кандидат физико-математических наук М. В. Власов; кандидат сельскохозяйственных наук О. В. Воеводин; кандидат сельскохозяйственных наук Л. А. Воеводина; кандидат сельскохозяйственных наук, доцент В. Д. Гостинцев; кандидат сельскохозяйственных наук Л. М. Докучаева; кандидат технических наук С. Л. Жук; кандидат технических наук А. Л. Кожанов; кандидат технических наук А. А. Кузьмигичев; кандидат технических наук, доцент С. А. Манжина; кандидат сельскохозяйственных наук В. А. Монастырский; кандидат технических наук В. Иг. Ольгаренко; кандидат сельскохозяйственных наук С. А. Селицкий; кандидат технических наук В. В. Слабунов; кандидат технических наук А. А. Чураев; кандидат технических наук А. С. Штанько; кандидат сельскохозяйственных наук Р. Е. Юркова

Технический редактор, выпускающий – Е. А. Бабичева

Литературный редактор – А. И. Литовченко

Переводчик – В. В. Кульгавюк

Адрес редакции: 346421, Ростовская область,
г. Новочеркасск, пр. Баклановский, д. 190

Тел.: (8635) 26-02-02

<http://www.rosniipm.ru/journal/pproz>

e-mail: transfer-rosniipm@yandex.ru

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство ПИ № ФС 77-61083 от 19 марта 2015 г.

Подписано в печать 15.03.2021. Формат 60×84/8.

Усл. печ. л. 15,7. Тираж 500 экз. Заказ № 18

ФГБНУ «РосНИИПМ»

346421, Ростовская область,

г. Новочеркасск, пр. Баклановский, д. 190

Отпечатано ИП Белоусов А. Ю.

346421, Ростовская область,

г. Новочеркасск, пр. Баклановский, д. 186

ISSN 2313-2248



9 772313 224008

Дата выхода в свет 31.03.2021

Свободная цена

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Научно-практическая конференция

«Техническое состояние и безопасность мелиоративных систем»

Баев О. А., Косиченко Ю. М. Разработка технологических решений и апробация методов ремонта бетонных облицовок в натуральных условиях	5
Васильченко А. П., Кореновский А. М. Телеметрия пунктов водоучета мелиоративной системы	12
Чураев А. А., Юченко Л. В. Использование датчика давления жидкости для определения уровня воды на открытом канале	16
Рыжиков А. Н., Кузьмичёв А. А. Интеграция базы данных «Паспортизация мелиоративных систем и ГТС» в Единую федеральную информационную систему о землях сельскохозяйственного назначения	21
Гостишев В. Д., Пономаренко Т. С. Рациональное использование водных ресурсов для целей орошения в условиях маловодья	27
Гловацкий О. Я., Газарян А. С., Рашидов Ж. П., Хамдамов Б. Повышение эффективности эксплуатации и безопасности насосных станций	32
Гарбуз А. Ю. Выбор композиционных составов, применяемых для ремонта повреждений на каналах	37
Кузьмичёв А. А., Бреева А. В. Использование водных ресурсов Цимлянского водохранилища для целей орошения в условиях малой водообеспеченности	44
Пунинский В. С. Комплексная обработка комбинированными агрегатами не используемых в агропроизводстве почв для осуществления органического земледелия	48
Шевченко А. В. Проектное решение Бессергеевского двухпрудового рыбоводного комплекса	55
Шевченко А. В., Ванжа В. В. Конструктивные схемы живорыбных контейнеров для лова, транспортирования и выпуска рыб в рыбоводных комплексах	61
Куприянов А. А., Удовидченко Я. Е. Методика прогнозирования плановых размеров контуров влажности почвы, формирующихся при капельном поливе	67
Удовидченко Я. Е., Куприянов А. А. Зоны увлажнения садовых растений, формирующиеся при поливе из вдольрядово расположенных капельных линий	72
Манжина С. А. Основные направления развития мелиоративного земледелия в Российской Федерации	78
Зайцев А. А., Власенко М. В., Кулик А. К., Хоффингер А. Ассортимент перспективных видов трав для организации газонов и основы полива футбольного поля в условиях Нижнего Поволжья	86
Слабунов В. В., Кириленко А. А., Воеводи О. В. Информационно-аналитическая система типовой проектной документации – драйвер развития мелиоративной отрасли	92

МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Докучаева Л. М., Юркова Р. Е. Требования к химической мелиорации для повышения плодородия длительно орошаемых земель	99
Щедрин В. Н., Бабичев А. Н. Перспективы использования современных оросительных технологий в условиях маловодности	104

3. Мелиорация и водное хозяйство. Т. 5. Водное хозяйство: справочник / И. И. Бородавченко [и др.]; под ред. И. И. Бородавченко. М.: Агропромиздат, 1988. 399 с.
4. Лиманное орошение: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1984. 284 с.
5. Гостищев Д. П., Гостищев В. Д. Приканальные лиманы на оросительных системах // Мелиорация и водное хозяйство. 2010. № 2. С. 36–38.

УДК 621.65

О. Я. Гловацкий, А. С. Газарян, Ж. И. Рашидов, Б. Хамдамов
 Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, Ташкент,
 Республика Узбекистан

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Аннотация. Целью настоящих исследований является разработка сравнительной оценки технического состояния гидромеханического оборудования и гидротехнических сооружений насосных станций. Авторами приведены способы расчета показателей безопасности их эксплуатации по наиболее характерным типам насосов машинного орошения в каскаде Аму-Бухарского машинного канала (АБМК) и Каршинского магистрального канала (КМК). За период 2019–2020 гг. проведены натурные обследования участка р. Амударья в районе водозаборов АБМК и КМК и сбор исходных данных (эхолотные съемки, расход, уровни и мутность). Дана оценка режима эксплуатации водозаборов в период межени и половодья. Рассмотрен ряд конструктивных параметров и технологий эксплуатации водоподводящих сооружений и результаты модельных исследований. Исследования сооружений из армированного грунта позволили получить расчетное давление грунта на их основание и откосы. При рекомендуемом проценте армирования контактное боковое давление на стенку уменьшается в 2 раза по сравнению с аналогичной неармированной стенкой.

Ключевые слова: эксплуатация, насосные станции, безопасность, эффективность, водоподводящие сооружения, оценка технического состояния

O. Ya. Glovatsky, A. S. Gazaryan, Zh. I. Rashidov, B. Khamdamov
 Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems, Tashkent, Republic of Uzbekistan

THE INCREASE OF OPERATING EFFICIENCY AND SAFETY OF PUMP STATIONS

Abstract. The purpose of this research is to develop a comparative assessment of the technical condition of hydromechanical equipment and hydraulic structures of pumping stations. The methods for calculating the safety indicators of their operation for the most typical types of pump irrigation in the cascade of the Amu-Bukhara machine canal (ABMK) and the Karshi main canal (KMK) were provided. For the period 2019–2020 the full-scale surveys of the Amu Darya river section in the area of water intakes ABMK and KMK and collection of initial data (echo surveys, discharge, levels and turbidity) were carried out. An assessment of the mode of operation of water intakes in the period of low and high water is given. A number of design parameters and technologies for the operation of water supply structures and the results of model studies are considered. Studies of structures made of reinforced soil made it possible to obtain the calculated soil pressure on their base and slopes. With the recommended percentage of reinforcement, the lateral contact pressure on the wall is reduced by 2 times in comparison with a similar unreinforced wall.

Keywords: operation, pump stations, safety, efficiency, water supply structures, technical condition assessment

Введение. Опыт эксплуатации крупных машинных каналов показывает, что до 29 % отказов в работе насосных агрегатов (НА) вызываются неблагоприятными гидравлическими процессами в водоподводящих сооружениях: с водоворотными зонами и воронками у водоприемника, перепадами уровня воды и заилинием водозаборов и вихреобразованием в проточной части насосов [1].

Так как насосные станции (НС) работают по графику с изменением структуры потока во всех элементах гидротехнического узла и режимов НА, инженерно-ориентированный подход к управлению водными ресурсами привел к появлению проблем водного и энергодифицита [2]. Поэтому в развитых странах, прежде всего в США, КНР, России и ЕС, укрепилось понимание того, что принятые ранее решения должны быть переоценены с учетом современного опыта эксплуатации и исследований [3–5]. Под факторами безопасности здесь понимаются количественные и качественные характеристики состояния сооружений и оборудования, влияющие на энерго- и водосбережение, а также ущерб от аварий НС [6, 7].

Материалы и методы. Анализ технического состояния иригационных НС должен отражать бесперебойность и эффективное покрытие заданного графика водоподдачи, себестоимость перекачанной воды, а также показатели безопасности. Повышение уровня эксплуатации невозможно без систематической научно-производственной работы, направленной на внедрение передовых методов оценки и улучшения технического состояния. Достоверность результатов исследований характеризуется применением современных методов и средств, выполнением исследований на основе законов научной и прикладной механики, адекватностью результатов научных и экспериментальных исследований.

Результаты и обсуждение. Основными задачами работников эксплуатационных управлений, где имеется машинный водоподъем, являются: эксплуатация, обеспечивающая бесперебойную работу НС, подачу или откачку воды в соответствии с плановым графиком; безаварийная работа НС с предупреждением и немедленным устранением аварий; обеспечение максимальной экономичности работы узла НС, экономии электроэнергии и рационального использования перекачиваемой воды.

Оценка технического состояния должна быть положена в основу в первую очередь оценки эффективности и безопасности эксплуатации гидротехнического узла НС [8].

Сооружения НС по проекту рассчитаны на эксплуатацию не более 30 лет. Внедрение передовых технологий позволит значительно повысить эффективность управления водными ресурсами, снизить потери и увеличить продуктивность земельных и водных ресурсов [9].

В 2019–2020 гг. сотрудники лаборатории НСиГ Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем (НИИИВП) продолжили комплексное обследование крупнейших в СНГ каскадов НС Каршинского магистрального канала (КМК) и Аму-Бухарского машинного канала (АБМК), касающиеся оценки технического состояния. Анализируя многолетний опыт использования годового объема их водозабора из р. Амударья, установили, что в среднем он составляет до 4,0 км³ и подразделяется на вегетацию (2,5 км³) и невегетационный период (1,5 км³). Река в районе водозаборов (основной поток р. Амударья) непрерывно блуждает по широкой пойме и может в течение суток, а также одного часа изменить свой фарватер, направление течения, что приводит к размыву или завалу песком берегов, поэтому в головной части должен быть водозабор с устойчивым монолитным армированным бетоном. Руслорегулировочные работы после ухода русла реки для того, чтобы вернуть транзитный поток обратно, требуют большого труда и затрат, а также приводят к потере времени.

Река Амударья является наиболее мутной рекой и стоит на втором месте в мире по количеству наносов. При осуществлении водозабора из реки вместе с водой поступает большое количество взвешенных, влекомых и донных наносов. Часть взвешенных наносов вместе с водой транспортируется через оросительные каналы на орошаемые

поля, а другая часть взвешенных и влекомых наносов в связи с изменением гидравлических характеристик каналов (связанных со снижением уклона и скорости потока) переходит в донные наносы и отлагается в русле канала.

Рассматриваемые исследования в основном были выполнены на бесплотинном водозаборе КМК на р. Амударье. В зависимости от водности года в магистральные каналы ежегодно поступает поток с мутностью до 5 кг/м^3 . Годовые объемы наносов составили 8–11 млн т [1, 7].

Для пропуска плановых расходов от створа головного водозабора до первой НС необходимо производить очистные работы при помощи землесосов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Водозабор и очистка головной части Каршинского магистрального канала (автор фото НИИИВП)

Деформации элементов водоподводящих устройств могут быть равномерными или неравномерными, которые могут привести к образованию трещин и даже разрушению сооружения или части сооружения. Деформация грунта происходит в основном с медленным процессом изменения скелета грунта и процессами фильтрации воды из пор грунта. Все виды деформации связаны с характерами слоев грунта, их составом и свойствами. В НИИИВП проведены исследования моделей без армирования с жестко закрепленной подпорной стенкой (рисунок 2).

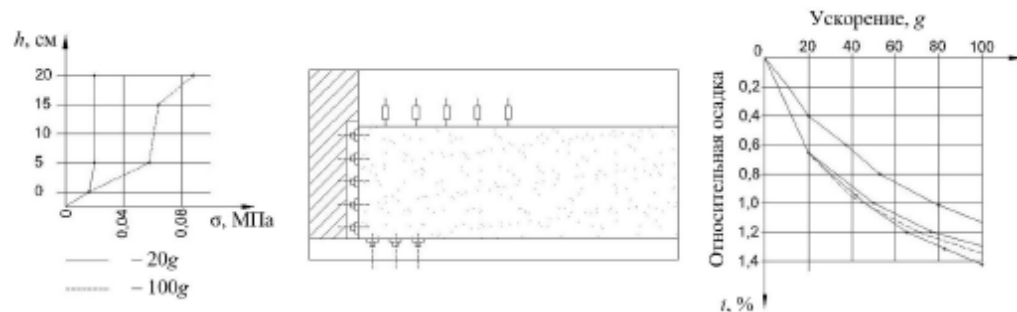


Рисунок 2 – Графики осадки и относительных давлений на откосы сооружений

Для исключения сил трения, которые появляются во влажном песке, был использован воздушно-сухой песок [10]. Исследования сооружений из армированного грунта, выполненные методом центробежного моделирования при соблюдении предложенных критериев приближенного подобия, позволили получить ряд новых физических представлений о работе плоских моделей дамб и подпорных стенок. Методические опыты определили подходы, позволяющие получить расчетное давление грунта на стенку. При проценте армирования $\mu 0,00545 \%$ (что в 3,7 раза меньше расчетного) контактное боковое давление на стенку из армированного грунта уменьшается примерно в 2 раза по сравнению с аналогичной неармированной стенкой за счет сцепления арматуры с грунтом. Полученный характер распределения давления на подпорную стенку по высоте соответствует данным натуральных наблюдений.

К закономерным отказам также можно отнести выход из строя рабочих колес насосов из-за абразивного и кавитационного износа лопастей, а также их трения (задевания) о внутреннюю поверхность камеры, что иногда приводит к обрыву лопастей и аварии с поломкой корпусных частей насоса (рисунок 3).



Рисунок 3 – Состояние рабочих колес осевых насосов Каршинского магистрального канала и центробежных Аму-Бухарского машинного канала из-за абразивного и кавитационного износа лопастей (автор фото НИИИВП)

В различных литературных источниках рассмотрены методы расчета и проектирования проточных частей центробежных насосов. Все они сильно отличаются по теоретическим предпосылкам [11].

С развитием гидродинамики при проведении исследований проточной части сильно возросла роль эксперимента. Применение струйной теории позволяет хорошо предсказать параметры насоса вблизи рабочей точки при плавном обтекании лопастей потоком [12]. Однако вдали от рабочей точки структура потока в колесе нарушается, образуются обширные вихревые зоны (рисунок 4).

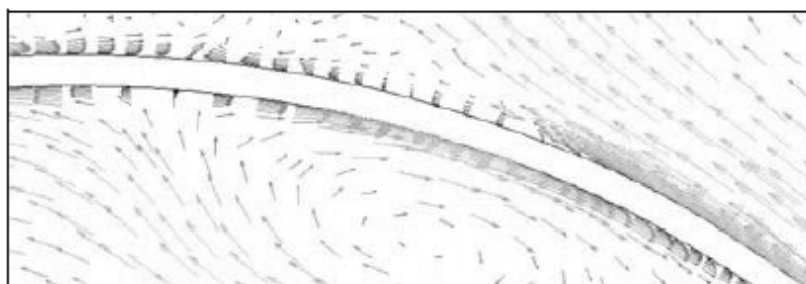


Рисунок 4 – Вихревые зоны в рабочем колесе насоса

При профилировании спиральных отводящих устройств большинство классических теорий принимают допущение о постоянстве момента скорости потока в сечениях M :

$$M = V_0 \cdot r = \text{const},$$

где V_0 – скорость в сечении, м/с;

r – внутренний радиус спирали, м.

Это является идеализацией потока при пренебрежении вязкостью жидкости (рисунок 5).

Основным недостатком всех приведенных подходов является невозможность теоретического расчета гидравлических потерь в проточной части. Для построения прогнозных характеристик насосов необходимо использовать эмпирические данные. Например, для определения гидравлического КПД насоса η_{Γ} широко применяется формула Ломакина [4, 12]:

$$1 - \eta_{\Gamma} = \frac{0,42}{(\lg D_0 - 0,172)^2},$$

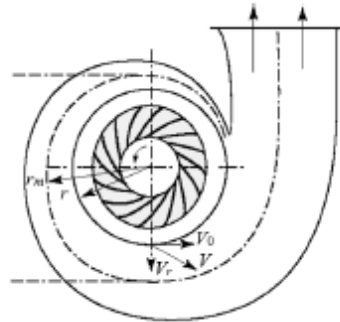
где D_0 – приведенный диаметр входа рабочего колеса насоса, определяемый из выражения:

$$D_0 = (4 \div 4,5) \cdot 10^3 \sqrt{\frac{Q}{n}},$$

где $(4 \div 4,5)$ – опытный коэффициент;

Q – расчетная подача насоса с учетом гидравлических потерь.

Эта зависимость вытекает из сравнения насосов различной быстроходности и числа оборотов n .



r_m – радиус начальной окружности отвода, м; r – внутренний радиус спирали, м;
 V_r – радиальная составляющая скорости, м/с; V_0 – скорость в сечении, м/с;
 V – абсолютная суммарная скорость, м/с

Рисунок 5 – Испытания спиральной части насосов (автор фото НИИИВП)

Такие эмпирические оценки применимы не для всех проточных частей. На практике встречаются случаи длительной работы НА при сильно увеличенных по сравнению с проектными гидравлических потерях во всасывающей линии, при пониженных УВНБ, при механических повреждениях отдельных элементов [4, 8].

Выводы

1 Системы машинного водоподъема введены в действие более 40 лет назад и исчерпали проектный ресурс по основным сооружениям и оборудованию. Главной задачей их развития является реновация НС и уменьшение энергозатрат при эксплуатации. С расширением теоретических знаний о протекающих в каждом элементе НС процессах и их влиянии на техническое состояние оценка его усложняется.

2 Авторы предлагают метод определения момента резкого уменьшения параметров технического состояния по снижению КПД, ввиду того, что при его падении более чем на 2–3 % техническое состояние насоса считается неудовлетворительным и дальнейшая его эксплуатация запрещается.

3 Наиболее рациональным видом динамических испытаний является подконтрольная эксплуатация, систематическое наблюдение за изменением параметров и износом элементов нормально эксплуатируемого насоса. При подконтрольной эксплуатации нет необходимости точно измерять абсолютные значения параметров, необходимо с высокой точностью фиксировать их изменение во времени.

4 Анализ результатов контроля за состоянием бетонной части сооружений выполняется за весь период его эксплуатации и включает результаты имеющихся инструментальных наблюдений и специальных исследований. Исследования сооружений из армированного грунта позволили получить расчетное давление грунта на основание и откосы. При рекомендуемом проценте армирования контактное боковое давление на стенку уменьшается в 2 раза по сравнению с аналогичной неармированной стенкой.

Список источников

1. Гловацкий О. Я., Насырова Н. Р., Эргашев Р. Р. Оценка безопасности и повышение надежности эксплуатации гидротехнического узла крупных насосных станций // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2016. № 2(62). С. 108–113.
2. Азизов О. Р., Гловацкий О. Я., Эргашев Р. Р. Некоторые проблемы оценки и улучшения технического состояния насосов водохозяйственно-мелиоративного комплекса // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 2(74). С. 32–38.
3. Экспериментальные исследования аванкамер насосных станций / О. Я. Гловацкий, Б. Б. Хасанов, А. И. Азимов, С. З. Аллабердиев, А. И. Джурабеков // Повышение эффективности, надежности и безопасности гидротехнических сооружений: сб. науч. тр. М., 2018. С. 412–418.
4. Гловацкий О. Я., Насырова Н. Р. Эксплуатация и поддержка технического состояния оборудования насосных станций, диагностика: учеб. пособие / ПРООН, ЮНЕСКО. Ташкент, 2019. 130 с.
5. Assessment of investment technologies for use of hydroaccumulating stations on intermediate channels of irrigation systems and water reservoirs / M. Mukhammadiev, O. Glovatskiy, N. Nasyrova, N. Karimova, A. Abduaziz uulu, A. Boliev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 614. 1st International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering, 2020, 14–16 Oct., Tashkent, Uzbekistan. 2020. 012088. DOI: 10.1088/1755-1315/614/1/012088.
6. Оценка эффективности эксплуатации и безопасности насосных станций / А. И. Азимов, Б. Б. Хасанов, О. Я. Гловацкий, Н. Р. Насырова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2018. № 2(70). С. 140–145.
7. Обеспечение энерго- и водосбережения при эксплуатации водозаборов машинного водоподъема / О. Гловацкий, Д. Базаров, Р. Эргашев, Б. Хамдамов, Н. Исмаилов, Н. Насырова // Узбекгидроэнергетика. 2020. № 3(7). С. 34–39.
8. Poseidon multiphase pump: field test results / P. Gie, P. Buvat, C. Bratu, P. Durando // Offshore Technology Conference. Houston, 1992. P. 489–502. <https://doi.org/10.4043/7037-MS>.
9. Dyson G. Impeller relate to reduce hydraulically generated vibration // 22nd International Pump User Symposium. 2005. P. 10–15.
10. Strengthening technology and modeling of dams from reinforced soil / O. Glovatsky, B. Hamdamov, F. Bekchanov, A. Saparov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 1030. VII International Scientific Conference “Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education” (IPICSE 2020), 11–14 Nov. 2020, Tashkent, Uzbekistan. 2021. 012155. DOI: 10.1088/1757-899X/1030/1/0121551.
11. Derakhshan S., Pourmahdavi M. Optimal design of centrifugal pump impellers // 4th International Conference on Computational Methods (ICCM 2012). Gold Coast (Australia), 2012.
12. Ломакин В., Артемов А., Петров А. Определение влияния основных геометрических параметров отвода насоса НМ 10000-210 на его характеристики // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2012. № 8. С. 71–84. DOI: 10.7463/0812.0445666.

УДК 626.823.91

А. Ю. Гарбуз

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

**ВЫБОР КОМПОЗИЦИОННЫХ СОСТАВОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РЕМОНТА ПОВРЕЖДЕНИЙ НА КАНАЛАХ**

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы выбора технологии ремонта малых повреждений на бетонной поверхности облицовки. Представлена методика определения