

## ОТЗЫВ

официального оппонента Бандурина Михаила Александровича доктора технических наук, доцента на диссертационную работу «Инновационные технологии противифльтрационной облицовки при строительстве и реконструкции оросительных каналов», представленную Рукавишниковым Андреем Алексеевичем в диссертационный совет Д 220.061.08 ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель

**Актуальность темы.** Начиная с середины XX века, с принятия программы широкомасштабной мелиорации сельскохозяйственных земель был сделан большой шаг в развитие различного рода мелиоративных работ, который начал развивать и приумножать мелиорируемые земли. Площадь мелиорируемых земель достигла более 35 млн га и прирост продукции растениеводства в пределах 80 % благодаря тому, что она была произведена на мелиорируемых землях того времени.

В конце 90-х годов многие оросительные системы в силу сложившихся условий развития экономики страны оставались без должного внимания и требовали ремонта и восстановления, вследствие отсутствия этих необходимых мероприятий уровень и качество орошения пошло на спад. Степень износа противифльтрационной облицовки водопроводящих каналов составляет более 70 %. Кроме того, на повреждённых участках наблюдается зарастание каналов сорной растительностью, которое способствует значительному уменьшению пропускной способности водотока, снижению КПД системы и, следовательно, объёмов доставляемой воды от источника до орошаемых площадей. В связи с этим, возникает необходимость восстановления каналов с целью уменьшения значительных фильтрационных потерь воды.

В общей структуре объектов орошения заметная доля принадлежит водопроводящим сооружениям (магистральные, межхозяйственные и внутрихозяйственные каналы, лотки, гидротехнические туннели, дюкеры, акведуки, ливнеотводящие сооружения и пр.), надлежащее состояние которых определяет эффективность функционирования оросительных систем в целом. Таким образом, сейчас в сфере мелиорации решаются проблемы эксплуатации существенно изношенного мелиоративного фонда и прежде всего, максимально представленных в структуре оросительных систем водопроводящих сооружений. В составе практической мелиоративной деятельности выявляется необходимость создания методики надзора за техническим состоянием водопроводящих сооружений, а также оценки степени их разрушения. Требуется решить проблему фильтрации оросительной воды и вопрос оперативного технического перевооружения при наибольшей надёжности и применением наименьших затрат на его реализацию. Возникает потребность в поиске новых современных материалов и технологий строительства и ремонта водопроводящих сооружений, отвечающих высоким требованиям надёжности и качества.

Таким образом, исследования автора по повышению эффективности облицовки оросительных каналов за счёт применения противифльтрационной облицовки и современных технических решений, направленных на снижение потерь ороситель-

ной воды, являются актуальными и имеющими важное значение для развития мелиоративной науки и практики и особенно в службе технической эксплуатации мелиоративных систем. Указанная тематика соответствует пункту 24 паспорта научной специальности 06.01.02 - «Мелиорация, рекультивация и охрана земель» (технические науки) «Исследование способов и технических средств эксплуатации инженерно-мелиоративных и инженерно-экологических систем, ремонта, реконструкции, автоматизации их работы, повышения надёжности, рациональных приёмов управления».

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения; пяти глав; общих основных выводов; рекомендаций производству; библиографического списка, включающего 126 наименований, 7 приложений. Основное содержание диссертации изложено на 164 страницах текста компьютерного набора, включает 23 таблицы и 65 рисунков.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** В диссертационной работе приведены результаты анализа технического состояния оросительных каналов Саратовского Заволжья и внедрения мониторинга путём применения существующих традиционных и инновационных облицовочных материалов, и технологии их укладки, монтажа и трудоёмкости проведения работ по комплексному алгоритму оптимизации выбора облицовки оросительного канала с учётом использования компьютерной программы и изучения литературного материала, отечественных и зарубежных авторов в части свойств бетонного покрытия, повреждений, лабораторных экспериментов фильтрационных свойств бетонного полотна в сравнении с традиционными покрытиями и полевых опытов по определению усовершенствованного способа крепления стыковой части бетонного полотна в канале.

**Обоснованность научных выводов, положений и рекомендаций** диссертационной работы подтверждается использованием современной методологии и способов организации, постановки и проведения теоретических и экспериментальных исследований.

Результаты научных исследований получены на основе системного подхода к изучению существующих фильтрационных свойств и надёжности бетонного полотна при эксплуатации водопроводящих сооружений мелиоративного водохозяйственного комплекса, а также методов анализа и синтеза данных моделирования, полевых обследований, лабораторных экспериментов оценки технического состояния конструктивных элементов сооружений внутрихозяйственной сети.

**Достоверность результатов и выводов подтверждается:** большим объёмом экспериментальных и теоретических исследований, данными математического анализа полученных результатов с высокими значениями коэффициентов корреляционных отношений, положительными результатами в ходе производственной проверки, вышесказанное обеспечивает высокий уровень научных положений, выводов и рекомендаций, разработанных в диссертационной работе.

**Новизна и значимость исследований для науки и практики** заключаются в том, что для каналов оросительных систем впервые осуществлено использо-

вание менее трудоёмкого и более эффективного облицовочного бетонного полотна, а также предложен усовершенствованный технический способ крепления бетонного полотна, направленный на повышение надёжности и исключающий возможность разрыва креплений и утечек воды через стыки материала в нахлестке полотен.

Разработан комплексный алгоритм оптимизации выбора облицовки оросительного канала с учётом использования компьютерной программы технико-экономического расчёта рациональных облицовочных решений, которая позволяет рассчитать стоимость укладки различных видов облицовок с учётом проектных и финансовых возможностей.

Предложен комплекс мероприятий при технико-экономическом расчёте рациональных облицовочных решений каналов оросительных систем, включающий использование теоретических зависимостей и результаты экспериментальных исследований, которые могут быть использованы при разработке новых и совершенствования существующих технологий облицовки оросительных каналов.

**Практическая значимость исследований** заключается в применении комплекса натуральных, лабораторных и теоретических исследований с использованием основных положений системного анализа и методов математического моделирования. Лабораторные испытания осуществлялись на стандартном сертифицированном оборудовании, по общепринятым современным методикам с обработкой результатов статистическими методами. Полевые исследования и внедрение выполнялись в водохозяйственных организациях: Приволжского филиала ФГБУ «Управление Саратовмелиоводхоз», Энгельского филиала ФГБУ «Управление Саратовмелиоводхоз» и официального представителя Concrete Canvas Ltd. ООО «Конрит Кэнвас Раша». Использованные при проведении исследований приборы имели сертификаты соответствия.

**Публикации.** Основные положения диссертации опубликованы в 17 научных работах, из них 4 работы в журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки России для публикаций результатов диссертационных работ и 2 работы в журналах, входящих в международную базу Scopus «IOP Conference Series: Materials Science and Engineering» и «E3S Web of Conferences».

**Анализ печатных работ** соискателя, опубликованных в изданиях из перечня ВАК и изданиях включенных в базу Scopus, показал наличие в них основных научных результатов диссертационной работы.

#### **Общая характеристика диссертации**

**Во введении** дано обоснование актуальности темы исследования, выбран объект и определен предмет исследования, сформулированы цель, задачи и научная новизна исследования, отражены основные положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, а также апробация результатов исследования и объём публикаций по теме диссертации.

**В первой главе** «Состояние изученности вопроса. Цель и задачи исследования», рассмотрены вопросы, связанные со строительством и эксплуатацией оросительных каналов в Саратовском Заволжье: описаны их виды и назначение, существующие технологии строительства, способы обслуживания, машины и вспомога-

тельная техника, используемые при строительстве, реконструкции, ремонте и обслуживании оросительной сети.

Представлены традиционные и инновационные облицовки оросительных каналов. Особое внимание в первой главе диссертации уделяется традиционным материалам и технологиям облицовки, а также новым и современным материалам, таким как бетонное полотно и геомембрана. Также отмечается, что основными проблемами водопроводящих сооружений, а именно оросительных каналов, является трудоемкость проведения облицовочных работ с использованием традиционных материалов, а также фильтрационные потери воды.

**Во второй главе** «Технологические и теоретические предпосылки оптимизации строительства и реконструкции оросительных каналов» рассмотрены технологические и теоретические предпосылки строительства, реконструкции и ремонта оросительных каналов, математическому описанию технологического процесса и технологий.

На основе теоретического анализа разработан комплексный алгоритм формирования облицовочных материалов, позволяющий подобрать облицовочный материал под конкретный оросительный канал с индивидуальными особенностями и требуемыми характеристиками для дальнейшей эксплуатации. Данный теоретический алгоритм впоследствии был преобразован в компьютерную программу технико-экономического расчета рациональных облицовочных решений, позволяющий в кратчайшие сроки получить необходимые данные об исследуемом объекте.

В работе описана экономико-математическая модель комплексного обновления оросительной сети, позволяющая определить оптимальные сроки замены, ремонта и модернизации и обоснованы основные положения необходимые для составления оптимальных комплектов бетонных материалов для покрытия ими соответствующих оросительных каналов.

**В третьей главе** «Программа и методика экспериментальных исследований» посвящена проведению лабораторных исследований для определения фильтрационных свойств и надежности крепления бетонного полотна. При проведении эксперимента для определения фильтрационных свойств бетонного полотна были смоделированы различные условия удовлетворяющие общеизвестным методикам. Эксперимент базировался на методе точечных фильтромеров, позволяющий определить фильтрационный расход и в дальнейшем путем непосредственных расчетов потери оросительной воды на 1 км длины канала. При проведении лабораторных испытаний на растяжение за основу был выбран действующий ГОСТ Р 56785-2015 «Композиты полимерные». В данном случае эксперимент базировался не на прочности материала на разрыв, а на прочности крепления отрезков бетонного полотна.

**В четвертой главе** «Результаты экспериментальных исследований» содержатся результаты экспериментальных исследований бетонного полотна. Рассчитан фильтрационный расход для бетонного полотна в соответствии с контрольным материалом – бетонной облицовкой. Итоговые расчеты фильтрационного расхода для бетонного полотна были сопоставлены с реальными потерями в каналах.

Представленные результаты эксперимента на растяжение послужили основой экспериментов для предложения более надёжного способа крепления отрезков бетонного полотна.

На основе проведенных экспериментов были получены следующие результаты:

– данные о снижении уровня воды в цилиндре для бетонного полотна и бетонной облицовки через определённые периоды времени, что позволило получить общую оценку водопроницаемости облицовочных материалов;

– данные о фильтрационных свойствах, на основе которых был определён фильтрационный расход;

– экспериментальные данные влагопроводности и фильтрационных потерь оросительной воды из каналов, облицованных бетонным полотном, по сравнению с традиционными покрытиями;

– экспериментальные данные о проведении испытаний на растяжение креплений бетонного полотна;

– разработан более надёжный способ крепления отрезков бетонного полотна.

Для повышения эффективности бетонной облицовки был разработан новый способ крепления отрезков бетонного полотна. Технической задачей данного способа является повышение его надёжности, исключая возможность разрыва крепления и утечек воды через стыки материала в нахлёстке полотен.

**В пятой главе** «Экономическая эффективность предложенных технологических и технических решений» содержатся расчеты экономической эффективности применения бетонного полотна, сравнительный анализ затрат при облицовке канала бетонным полотном и бетонной облицовкой. Автором рассматривается типовой пример расчета экономической эффективности где сравниваются затраты при укладке бетонного полотна и бетонной облицовки, а также бетонного полотна с разработанным автором способом крепления.

Предложенный соискателем вариант реконструкции оросительных каналов с применением бетонного полотна, а также сравнительный анализ затрат при облицовке канала бетонным полотном и бетонной облицовкой позволил установить, что экономический эффект от использования бетонного полотна с усовершенствованной технологией по сравнению с обычной технологией будет равен 509532 рублей. При этом если сравнивать с бетонными плитами НПК 60.20, то экономический эффект будет равен 1018405 рублей.

Основные выводы и полученные результаты, приведённые в заключении диссертационной работы, соответствуют поставленной цели и задачам, и в полной мере отражают состав исследований автора.

Автореферат диссертации и опубликованные научные статьи отражают основные положения и выводы диссертационной работы.

#### **Замечания по работе**

1. Британской фирмой-разработчиком бетонного полотна Concrete Canvas, состоящего из *волокнутой поверхности, укрепляющей волоконной матрицы, сухой бетонной смеси и ПВХ подкладки*, рекомендуется его использование в основном в дорожном строительстве для укрепления придорожных каналов, футеровки каналов, укрепления откосов, склонов. Насколько обоснована рекомендация соис-

кателя их использования для строительства и реконструкции мелиоративных каналов в Российской Федерации, имеющих более жёсткие условия эксплуатации, длительное время подверженные воздействию воды, по которым подаётся вода, в том числе для питьевых целей в сельскохозяйственные населённые пункты?

2. В работе не освещены вопросы требований к основанию канала, мониторингу процесса твердения при укладке бетонного полотна, которое является гибким при укладке и приобретает жёсткость в течение 24 часов ( $\approx 80\%$ ) после смачивания сухой бетонной смеси водой ( $W=6 \dots 10$  л/(м<sup>2</sup> бетонного полотна) для СС8 – СС13). Как в процессе строительства проверяется достаточность смачивания, контроль за процессом твердения на участках бетонного полотна? Все дефекты основания, которые затем невозможно устранить, отразятся в застывшем бетонном полотне. Требования к температурному режиму укладки бетонного полотна тоже не освещены в работе. Возможно ли проводить работы с бетонным полотном в зимнее время?

3. Заявленный британской фирмой предел прочности на разрыв бетонного полотна СС8 ( $t=8,0$  мм) в продольном направлении  $\sigma_{пр}=1,075$  МПа и в поперечном  $\sigma_{поп}=0,825$  МПа значительно меньше, чем у геомембран, используемых в мелиоративном строительстве России. В нормируемых показателях качества бетонного полотна отсутствуют максимальные значения на продавливание, прокалывание – важные характеристики для обеспечения фильтрационной надёжности канала.

4. Рулон незастывшего бетонного полотна СС8 ( $t=8,0$  мм)  $L=10$  м имеет массу от 120 кг, что значительно тяжелее рулона геомембраны. Средства малой механизации при укладке британского бетонного полотна в условиях РФ в работе соискателя не рассмотрены. Вопросы перевозки рулонов бетонного полотна в морских контейнерах британская фирма рассмотрела, а вопросы работ на строительной площадке мелиоративного канала в РФ – нет.

5. Организацией ООО «Конкрит Кэнвас Раша», представляющей интересы британской фирмы бетонного полотна Concrete Canvas, в обязательном приложении к СТО 02544849-001-2018 указано «... применять при винтовой стыковке полотен винты из нержавеющей стали». Нержавеющая сталь, устойчивая к коррозии и воздействию речной и морской воды, а также некоторых агрессивных сред, изобретена в Великобритании в 1913 г. и применяется преимущественно в водохозяйственном строительстве Великобритании, США, Японии, Франции, Италии, Германии и других стран с развитой экономикой.

Насколько правомерно предлагается соискателем для стыковки бетонного полотна использовать винты самонарезающие из обычной стали для металла и пластмассы, выпускаемые в РФ по ГОСТ 11652-80? Каков их срок службы в водной среде мелиоративного канала?

6. При определении водопроницаемости бетона и бетонного полотна соискатель должен руководствоваться ГОСТ 12730.5-84 «Бетоны. Методы определения водопроницаемости». Количество образцов для каждого типа материалов должно быть по *шесть*. У соискателя по одному. Требования к температуре, влажности воздуха, условиям хранения образцов в диссертационной работе (глава 4) не описаны. Элемент бетонной плиты (365\*242\*50 мм), изготовленный соискателем самостоятельно нельзя считать частью заводской железобетонной плиты типа НПК

для каналов мелиоративных систем. Гидротехнический бетон, железобетонные плиты заводского изготовления имеют марку бетона по водонепроницаемости от W2 до W20, указываемой в ТУ. Как и для бетонного полотна, она является нормируемым показателем качества полотна.

7. Нельзя согласиться (стр. 89 диссертации), что автором получена величина фильтрационного расхода (л/с) для бетонного полотна и бетонной плиты. Для определения коэффициента фильтрации и фильтрационного расхода надо иметь объем *фильтрата* (см<sup>3</sup>), а в работе имеем объем воды, впитавшейся в бетонную подушку и бетонное полотно, а не профильтровавшейся через них. Марка бетона по водонепроницаемости – это максимальное давление воды, при котором происходит фильтрация воды через образец.

8. При испытании стыка бетонного полотна необходимо было вначале провести испытание прочности полотна в продольном и поперечном направлениях, сопоставить их с приведёнными в ТУ для бетонного полотна ( $T_{пр}=8,6$  кН/м и  $T_{поп}=6,6$  кН/м для СС8). Требования к параметрам образцов по каждому направлению обоснованы в ГОСТ Р 56785-2015 «Композиты полимерные. Метод испытания на растяжение плоских образцов»: их должно быть *не менее 5*. К анализу результатов принимаются только те образцы, где разрушение произошло в рабочей зоне. Соискателем принято при испытании стыка бетонного полотна *по три образца*, что противоречит ГОСТ Р 56785-2015. Разрывное усилие в трех вариантах опыта, ослабленных саморезами, получились больше нормативных  $T_1=9,37$  кН/м,  $T_2=9,05$  кН/м,  $T_3=9,12$  кН/м (стр. 94 диссертации, вариант «а»). В варианте крепления 4 саморезами (стр. 99 диссертации, табл. 4.8, вариант «в»)  $T_{ср}=16,32$  кН/м, а условное напряжение при разрушении соединения  $\sigma=20,4$  МПа (соискатель указывает  $\sigma=2,05$  МПа, что противоречит его данным испытаний).

9. К диссертационной работе не приложены метрологические документы о средствах измерения, в частности, о разрывной машине РМ-200. Вывод 4 (стр. 111) диссертации нельзя признать обоснованным для бетонного полотна, так как разрывное усилие стыка  $T=16,42$  кН/м превышает прочность на разрыв бетонного полотна, заявленную производителем в продольном направлении для СС8  $T_{пр}=8,6$  кН/м и поперечном направлении  $T_{поп}=6,6$  кН/м.

10. На стр. 3 автореферата отмечается «Степень износа противофильтрационных облицовок каналов составляет около 35 %», неясно, на каких данных соискателя это основано. При утверждении Государственной программы развития мелиоративного комплекса РФ до 2031 г. (постановление Правительства РФ от 14.05.2021 № 731) значение износа мелиоративных систем в РФ было оценено почти в 2 раза выше.

11. Приведённый на стр. 65 диссертационной работы «алгоритм оптимизации» (рисунок 2.4) не раскрывает положения важного научного направления – методы принятия управленческих решений, например, не раскрыты критерии оптимизации, не приведены математические методы и модели в принятии решения и т.д.

12. Данной публикации указанной в автореферате, нет в научных изданиях, входящих в международную базу Scopus - Abdrazakov, F. K. Problems of Irrigation Canals and Modern Methods of Their Technical Improvement due to Innovative Concrete Materials and Technologies / F. K. Abdrazakov, A. A. Rukavishnikov, A. A. Khalmetov, A. V. Povarov // Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H. I. Ibragimov. – 2019. – DOI:10.2991/isees-19.2019.73 (0,50/0,20 печ. л.).

## Заключение

Диссертационная работа Рукавишникова Андрея Алексеевича «Инновационные технологии противofильтрационной облицовки при строительстве и реконструкции оросительных каналов» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и практической значимостью.

По научно-методическому уровню, новизне, степени апробации и внедрению разработок в производство отвечает критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018 № 1168, с изм. от 26.05.2020 г.), предъявляемым ВАК Минобрнауки России к кандидатским диссертациям, так как посвящена совершенствованию технологии противofильтрационной облицовки при строительстве и реконструкции оросительных каналов, что имеет важное значение для развития экономики страны.

Диссертация соответствует научной специальности 06.01.02 - Мелиорация, рекультивация и охрана земель (технические науки), а её автор, Рукавишников Андрей Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по выше указанной научной специальности.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой  
«Сопротивления материалов»  
Кубанского ГАУ



М.А. Бандурин

Бандурин Михаил Александрович – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», заведующий кафедрой «Сопротивления материалов», доктор технических наук (06.01.02 – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»), доцент.

Адрес места работы: Россия, 350044, Краснодарский край, город Краснодар, улица им. Калинина, дом 13. Тел. +7 (904)347-88-01, +7 (861) 221-59-42,

Адрес сайта: <https://kubsau.ru>, E mail: [chepura@mail.ru](mailto:chepura@mail.ru)

Ученый секретарь  
Ученого Совета  
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ»



Н.К. Васильева

17 августа 2021 г.