

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УДК 626.8:693.54

**ДУБЯГО**

**Дмитрий Святославович**

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ  
ПРИ РЕМОНТЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

05.23.07 – гидротехническое и мелиоративное строительство

Минск, 2010

**Работа выполнена** в Учреждении образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

**Научный руководитель – Основин Виктор Николаевич**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Механика материалов и деталей машин» Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

**Официальные оппоненты: Климков Василий Тихонович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение» Белорусского национального технического университета

**Карнаухов Виктор Николаевич**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией гидротехники Республиканского научного дочернего унитарного предприятия «Институт мелиорации» РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по земледелию»

**Оппонирующая организация –** Проектно-изыскательское республиканское унитарное предприятие «Белгипроводхоз»

Защита состоится «7» октября 2010 г. в 16<sup>00</sup> часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.05.10 при Белорусском национальном техническом университете по адресу: 220013, г. Минск, проспект Независимости, 65, корп. 1, ауд. 202, телефон учёного секретаря (017)2659729.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского национального технического университета

Автореферат разослан «3» сентября 2010 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций,  
кандидат технических наук, доцент

Л.В. Нестеров

## ВВЕДЕНИЕ

Республика Беларусь обладает огромным потенциалом плодородных мелиорированных земель. Общая площадь мелиорированных земель составляет 15,5% территории республики. Гидротехнические сооружения – неотъемлемая часть мелиоративных систем. По данным на 1.01.2009 г. в Республике Беларусь имелось 89055 гидротехнических сооружений различного назначения.

Существовавшие в области мелиоративного строительства нормативные документы ориентированы на регулярное проведение ремонтно-восстановительных работ на всех видах гидротехнических сооружений. Однако, из-за недостаточного объема финансирования (с 1992 до 2000 года – менее половины требуемого объема), ремонтно-восстановительные работы проводились нерегулярно и не в полном (требуемом) объеме. Поэтому количество гидротехнических сооружений, нуждающихся в проведении ремонтно-восстановительных работ, существенно увеличивалось и достигло критического уровня – 39568 (37,8%) сооружений.

Актуальность темы диссертационной работы определяется необходимостью повышения качества ремонта бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений на мелиоративных системах Беларуси. Применяемые в настоящее время технологии устранения дефектов бетонных и железобетонных конструкций не обеспечивают качественный уход за свежееуложенным гидротехническим бетоном. Уход за свежееуложенным бетоном заключается в создании наиболее благоприятных температурно-влажностных условий для его твердения и нарастания прочности, а также предотвращения значительных температурно-усадочных деформаций и образования трещин. Необходимо создавать наиболее благоприятные температурно-влажностные условия твердения и нарастания прочности бетона. Это позволит предотвратить наблюдаемые в настоящее время при твердении бетона значительные температурно-усадочные деформации и образование трещин. При этом важно, чтобы применяемые способы ухода за бетоном не усложняли традиционные технологические схемы, не требовали привлечения дополнительных машин и механизмов, выполнялись с использованием доступных материалов, выпускаемых предприятиями Республики Беларусь. Полный и качественный уход за бетоном позволит повысить качество бетонных работ. Это будет существенной составляющей повышения долговечности бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений и мелиоративных систем, составной частью которых они являются.

Научная новизна заключается в том, что на основании анализа и обобщения результатов обследования технического состояния гидротехнических сооружений на мелиоративных системах Беларуси выявлены основные дефекты бетонных и железобетонных конструктивных элементов сооружений, изучены применяемые для их устранения технологии производства ремонтно-восстановительных работ,

выявлены их недостатки, обоснован принцип ухода за гидротехническим бетоном, позволяющий повысить качество бетонных работ. Впервые изучено влияние полимерной композиции на основе латекса синтетического, натрий карбометилцеллюлозы технической и ее водных растворов, используемых для приклеивания к поверхности бетона полиэтиленовой пленки, на прочностные свойства и влагопотери гидротехнического бетона при его твердении, предложены технологии работ по уходу за бетоном, основанные на использовании данного принципа. Установлены рациональные значения состава полимерных растворов для приклеивания пленки, выполнена экономическая оценка предложенных технологических схем ухода за бетоном.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Связь работы с крупными научными программами и темами.** Исследования по диссертационной теме соответствуют целям и задачам Государственной программы «Сохранение и использование мелиорируемых земель на 2001-2005 гг.», утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 20.01.2000 г. №76, Республиканской программы «Сохранение и использование мелиорируемых земель на 2006–2010 гг.», утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 5.05.2005 г. №459, и выполнялись в рамках раздела программы БелНИИМил (задание 03.04) «Разработать комплекс мероприятий для модернизации дренажных систем, позволяющих создать условия для внедрения прогрессивных технологий получения сельскохозяйственной продукции на осушенных землях».

**Цель и задачи исследований.** Целью исследований являлось теоретическое обоснование и выработка практических рекомендаций, обеспечивающих эффективный безвлажностный уход за бетоном при ремонтно - восстановительных работах на гидротехнических сооружениях мелиоративных систем.

В процессе исследований требовалось решить следующие основные задачи:

- проанализировать современное состояние гидротехнических сооружений на мелиоративных системах;
- установить составные части стоимости отдельных видов работ в общей стоимости ремонта или восстановления гидротехнических сооружений различного назначения;
- обобщить и проанализировать дефекты бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений и применяемые технологии по их устранению;
- обобщить прогрессивные технологии и применяемые материалы при производстве работ по уходу за гидротехническим бетоном и разработать способы ухода за бетоном с учетом специфических особенностей производства ремонтно - восстановительных работ при устранении дефектов бетонных и железобетонных

конструктивных элементов гидротехнических сооружений на мелиоративных системах;

- исследовать влияние используемой для приклеивания полиэтиленовой пленки к поверхности бетона при уходе за ним полимерной композиции на основе латекса синтетического и натрий карбометилцеллюлозы технической (торговая марка «Клей универсальный «Бустилат-М»») и ее водных растворов на прочностные свойства гидротехнического бетона;

- установить оптимальные составы полимерной композиции, которые могут быть использованы для приклеивания полиэтиленовой пленки к поверхности гидротехнического бетона при уходе за ним;

- разработать оптимальный состав технологических мероприятий по уходу за бетоном с использованием полиэтиленовой пленки.

Объекты исследований – гидротехнические сооружения на мелиоративных системах, локальные структурные повреждения бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений в виде раковин и разрушений цементного камня, используемый для их устранения гидротехнический бетон.

Предметы исследований – состояние гидротехнических сооружений на мелиоративных системах и способы ухода за бетоном с использованием полиэтиленовой пленки при ремонтах гидротехнических сооружений, повышающие качество производства ремонтно-восстановительных работ.

#### **Положения диссертации, выносимые на защиту.**

1. Обобщенные результаты оценки современного технического состояния гидротехнических сооружений на мелиоративных системах Беларуси с установлением основной причины низкого качества ремонтных работ.

2. Обоснование основного принципа обеспечения высокого качества бетонных работ при проведении ремонтов гидротехнических сооружений на мелиоративных системах Беларуси.

3. Закономерности влияния используемой для приклеивания полиэтиленовой пленки к поверхности бетона при уходе за ним и при твердении в воздушно - сухих условиях полимерной композиции и ее водных растворов на прочностные свойства бетона, на силы адгезии и сцепления полиэтиленовой пленки с поверхностью бетона.

4. Технологические схемы работ по уходу за бетоном при ремонте гидротехнических сооружений.

**Личный вклад соискателя.** Натурные и лабораторные исследования по теме диссертации, математическая интерпретация полученных экспериментальных данных по общепринятым методикам с применением компьютерных средств, анализ и выводы по результатам исследований выполнены автором лично. Статьи [4–6, 9, 13, 14, 16, 17, 19–21, 23, 24] написаны на основании результатов исследований автором лично, а статьи [1–3, 7, 8, 10-12, 15, 18, 22] – под руководством научного

руководителя. Соискатель принимал участие в разработке «Рекомендаций по уходу за бетоном с использованием полиэтиленовой пленки при ремонтах локальных повреждений гидротехнических сооружений» [25]. Основу рекомендаций составляют результаты диссертационной работы соискателя.

**Апробация результатов диссертации.** Производственная проверка эффективности разработанных технологических мероприятий по уходу за бетоном была произведена в ПМК-94 (127,45 м<sup>3</sup> бетона) и в центральных ремонтных мастерских («Строительство площадки временного накопления навоза фермы по дорашиванию и откорму крупного рогатого скота на 300 голов в д. Добрейка Шкловского района Могилевской области» (190 м<sup>3</sup> бетона)) ОАО «Холдинг Могилевводстрой».

Разработанные технологические мероприятия были включены в проекты, разработанные проектно-изыскательским республиканским унитарным предприятием «Белгипроводхоз»: «Ремонтные работы по водоприемнику р. Тур Мозырского района Гомельской области» (59,32 м<sup>3</sup> бетона); «Строительство пруда на базе отдыха «Алеся» УП «Белтрансгаз» Молодеченского района Минской области (302,95 м<sup>3</sup> бетона); «Ремонт мелиоративных систем в Бобруйском районе Могилевской области. Пусковой комплекс 4. Мелиоративная система «Ола». Канал Воротынский. Мелиоративная система «Лиса». Каналы реки Лиса, Л-2. Гидротехнические сооружения» (9,989 м<sup>3</sup> бетона); «Ремонт мелиоративных систем в Глусском районе Могилевской области. Пусковой комплекс 5. Ремонт сооружений» (15,57 м<sup>3</sup> бетона); «Реконструкция объектов центрального ботанического сада НАН Беларуси. 3-я очередь строительства. Озерный комплекс» (233,67 м<sup>3</sup> бетона); «Реконструкция мелиоративной системы «Полна» в СПК «Следюки» Быховского района Могилевской области» (7,06 м<sup>3</sup> бетона).

Суммарная фактическая прибыль организаций составила 2608600 рублей (в базовых ценах января 2006 года). Стоимость ухода за 1 м<sup>2</sup> открытой поверхности бетона – 295...1190 рублей.

**Материалы исследований соискателем докладывались и обсуждались на 12 научных конференциях:** «Проблемы мелиорации и водного хозяйства на современном этапе» (г. Горки, 4 – 5 июня 1999 г.); «Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе» (Горки, 2 – 3 июня 2000 г.); «Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель» (Минск, 18 – 19 октября 2000 г.); «Проблемы технологии производства строительных материалов, строительства зданий и сооружений, подготовки инженерных кадров для строительной отрасли» (Минск, 15 – 16 ноября 2001 г.); «Потенциал науки – развитию промышленности, экономики, культуры, личности» (Минск, 5 – 8 февраля, 2002 г.); «Экологические проблемы мелиорации» (г. Москва, 27 – 28 марта 2002 г.); «Социально-экономические и экологические проблемы мелиорации и водного

хозяйства» (Горки, 29 – 31 мая 2003 г.); «Проблемы строительного и дорожного комплексов» (Брянск, 11 – 13 ноября, 2003 г.); научно - методическая конференция посвященная 45-летию Белорусско-Российского университета (Могилев, 16 ноября 2006 г.); «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии» (Могилев, 19 – 20 апреля 2007 г.); «Мелиорация сельскохозяйственных земель в 21 веке: проблемы и перспективы» (Минск, 20 – 22 марта 2007 г.); «Мелиорация и водное хозяйство XXI века. Наука и образование» (Горки, 4 – 6 июня 2009 г.).

**Опубликованность результатов диссертации.** По теме диссертации опубликовано 25 научных работ, в том числе: статей в научных изданиях, входящих в Список и Перечень ВАК, – 6 (3,2 авторских листа), статей в научных изданиях и в материалах конференций – 18 (3,7 авторских листа), рекомендации – 1 (1,5 авторских листа). Общее количество страниц опубликованных материалов – 168 (8,4 авторских листа).

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 170 страницах, в том числе: 10 таблиц (8 страниц), 37 рисунков (26 страниц), 29 формул, 10 приложений на 37 страницах. Состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав основной части, заключения, библиографического списка и 10 приложений. Библиографический список включает 127 литературных источников, из них – 10 иностранных авторов, и 25 публикаций соискателя.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** дана краткая характеристика состояния проблемы, обоснована актуальность исследований по повышению качества бетонных работ при ремонте и восстановлении гидротехнических сооружений на мелиоративных системах путем проведения качественного ухода за бетоном.

**В первой главе «Обзор литературы»** обобщена и проанализирована научная литература по вопросам дефектов бетонных и железобетонных элементов, материалов и технологий по их применению, определена цель и задачи исследований.

Технологией бетонных работ в теплый период года в различных климатических условиях занимались ряд ученых: Т.Н. Акимова, Г.А. Бужевич, Е.Н. Елшин, И.Б.Заседателев, Б.А. Крылов, В. Н. Малиновский, П.М. Маннанников, Д.Ф. Миркин, С.А. Миронов, В.М. Москвин, В.Н. Пунагин, П.А. Пшеницын и др.

В литературных источниках не выявлено результатов анализа современного состояния гидротехнических сооружений на мелиоративных системах после продолжительного периода (1992...2000 годы) проведение нерегулярных и не в полном объеме работ по их ремонту или восстановлению. Не обнаружено анализа данных по видам дефектов гидротехнических сооружений, доли стоимости и объемов отдельных видов работ по ремонту и восстановлению конструктивных элементов сооружений. Разработаны и применяются технологии ремонта повреждений

бетонных и железобетонных элементов с использованием бетона, раствора или вяжущих на основе портландцемента и соответствующие способы ухода за бетоном. Однако, при применении большинства традиционных способов ухода необходимо использование дополнительных машин и механизмов, кроме общепринятых при производстве бетонных работ, импортных полимерных материалов. В настоящее время сложилась острая необходимость в обеспечении проведения качественного ухода за бетоном без принципиального изменения состава технологических мероприятий по ремонту бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений, без привлечения дополнительных машин и механизмов (кроме общепринятых при производстве бетонных работ), с использованием доступных материалов. По результатам проведенного анализа были сформулированы основные цели и задачи научных исследований.

**Во второй главе «Программа, методика и условия проведения исследований»** рассмотрен процесс постановки экспериментально-исследовательской деятельности и математической обработки получаемых результатов. Рабочая программа реализовывалась при проведении теоретических, лабораторных и полевых исследований в течение 2000...2009 годов.

Проведение лабораторных и полевых исследований осуществлялось с учетом рекомендаций, изложенных в работах Т.Н. Акимовой, И.Н. Ахвердова, Ю.М. Баженова, Г.А. Бужевича, В.Н. Пунагина и др. Все лабораторные исследования проводились в соответствии с действующими нормативными документами.

В проведенных опытах использовался песок мелкий 1 класса, портландцемент, выпускаемый Производственным республиканским унитарным предприятием «Кричевцементношифер» (Республика Беларусь, Могилевская обл., г. Кричев) с паспортной маркой М400Д20 (вид добавок – шлак, количество – 20% по массе). Полимерный раствор приготавливался путем разведения полимерной композиции «Клей универсальный «Бустилат-М»» водой по разработанной соискателем методике. В зависимости от целей экспериментов использовалась низкопластичная бетонная смесь (БСГТ П1 С16/20 St-1 F200 W4 СТБ 1035–96) или жесткая бетонная смесь (БСГТ Ж4 С12/15 St-1 F200 W4 СТБ 1035–96). Образцы изготавливались в формах типа ЗФК (по 3 образца в 1 форме) с размерами 0,1×0,1×0,1 м.

Эффективность ухода за бетоном оценивалась посредством оценки средней прочности образцов гидротехнического бетона при осевом сжатии и средних значений влагопотерь в процессе твердения. Этот способ оценки эффективности ухода обоснован в работах ряда ученых – Т.Н. Акимовой, В.Н. Пунагина и др., а также рядом нормативно-технических документов. Первичный и вторичный уход (до момента распалубливания) за открытой поверхностью всех приготовленных образцов бетона осуществлялся герметичным плотнооблегающим укрытием форм полиэтиленовой пленкой. До и после распалубливания все образцы бетона хранились в помещении лаборатории при температуре  $293 \pm 3\text{K}$  ( $20 \pm 3\text{C}^\circ$ ), защищенные от



непосредственного воздействия солнечных лучей. Методики проведения отдельных экспериментов приведены в соответствующих разделах диссертации.

**В третьей главе** «Основные дефекты бетонных и железобетонных конструктивных элементов» приведен анализ состояния гидротехнических сооружений. Из всех крупных гидротехнических сооружений на межхозяйственных и внутрихозяйственных сетях (всего 87834 сооружений) нуждаются в незначительном ремонте 40,4% (35464 сооружения), в проведении значительных мероприятий – 2,1% (1809 сооружений), полного восстановления – 0,6% (487 сооружений). В полностью исправном состоянии находится только 62,2% сооружений (54666 единиц). Это указывает на острую необходимость в ближайшем будущем проведения значительных объемов ремонтно-восстановительных работ. При определении вида ремонта, восстановления или реконструкции сооружения использовались методики, разработанные в Белорусском государственном концерне по строительству и эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных систем «Белмелиоводхоз». Согласно этих методик оценки состояния сооружения при потере его работоспособности до 20% – предусматривался текущий ремонт, при 20...50% – капитальный ремонт, свыше 50% – восстановление или реконструкция. В результате обследования бетонных и железобетонных конструктивных элементов ряда гидротехнических сооружений были выявлены основные виды дефектов.

Анализ проектно-сметной документации на производство ремонтно-восстановительных работ гидротехнических сооружений выявил, что именно на производство бетонных и связанных с ними работы требуются наибольшие удельные затраты. Для труб-переездов они могут составлять до 70%. Однако, стоимость непосредственно бетонных работ существенно ниже и составляет от 1,8% (трубы-переезды) до 35,8% (шлюзы-регуляторы). При наличии одинаковых дефектов и конструктивных параметров общие закономерности соотношения распределения затрат между отдельными группами работ остаются примерно одинаковыми.

Производство работ по устранению дефектов в бетонных и железобетонных конструктивных элементах гидротехнических сооружений имеет ряд отличительных особенностей – все работы производятся на открытом воздухе и на значительном удалении (до 25 км и более) от производственных баз. Для удешевления стоимости практически все вышеуказанные работы выполняются по типовым схемам в теплый период года – весенне-летне-осенний. В этот период года на свежеуложенный бетон действует ряд неблагоприятных природно-климатических факторов, которые существенно ухудшают все физико-механические свойства бетона: прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и т. д. Без обеспечения полного и качественного ухода за бетоном не возможно достижение им в проектные сроки заложенных при приготовлении бетонной смеси заданных физико-механических показателей. Поэтому осуществление полного и качественного ухода за бетоном при устранении дефектов бетонных и железобетонных конструкций – одна из важнейших

составляющих качественного производства ремонтно-восстановительных работ на гидротехнических сооружениях. Затраты на уход за бетоном существенно меньше затрат на ремонт сооружения. Так как повреждения бетонных или железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений выявлены на различно ориентированных в пространстве поверхностях (горизонтальной, наклонной, вертикальной и т. д.) и носят, как правило, локальный характер, то использование традиционных методов ухода (влажных и безвлажных) за бетоном практически не возможно, затруднено или экономически не целесообразно.

**В четвертой главе** «Уход за гидротехническим бетоном способами, объединенными общим принципом «приклеивание полиэтиленовой пленки» сформулированы принципы ухода за бетоном вышеуказанными способами. При определенных конструктивных особенностях бетонного элемента (наличие плоских прилегающих поверхностей) нормативными документами рекомендуется первичный и вторичный уход за гидротехническим бетоном осуществлять с помощью укрытия его полиэтиленовой пленкой, прижимая ее края. Однако, это не всегда возможно или практически не осуществимо из-за конструктивных особенностей ремонтируемого бетонного или железобетонного элемента гидротехнического сооружения (наличие отвесных или наклонных поверхностей сложных конфигураций и так далее) или природно - климатических особенностей периода строительства (наличие ветра). При неплотном прилегании пленки к поверхности по периметру эффективность покрытия резко падает. Даже слабая вентиляция поверхности бетона, значительно увеличивает влагопотери бетона, развивает влажностные деформации и ухудшает физико-механические свойства твердеющего бетона – прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и т. д.

Не прижимание полиэтиленовой пленки (краев или всей её поверхности), а приклеивание к прилегающей поверхности гидротехнического бетона практически полностью устраняет недостатки вышеуказанной технологии ухода за бетоном, обеспечивая плотное прилегание пленки к поверхности. Это принципиально обеспечит герметичность поверхности уложенного бетона или раствора и не допустит вентиляции их поверхности.

Наиболее целесообразно и практически осуществимо использовать для приклеивания полиэтиленовой пленки к поверхности бетона полимерную композицию на основе латекса синтетического и натрий карбометилцеллюлозы технической (торговая марка «Клей универсальный «Бустилат-М»») или ее водные растворы. «Клей универсальный «Бустилат-М»» представляет собой водный раствор связующих и модифицирующих добавок.

Одно из основных требований при приклеивании полиэтиленовой пленки к поверхности бетона, за которым планируется осуществлять уход, достижение им критической прочности относительно деструктивного воздействия отдельных компонентов полимерной композиции. Поэтому осуществление первичного ухода,

при котором происходит взаимодействие полимерной композиции или ее водных растворов со свежееуложенным бетоном, не целесообразно.

При проведении экспериментов соблюдались следующие условия:

а) после распалубливания в требуемом возрасте бетонные образцы покрывались водным раствором полимерной композиции определённого состава и помещались в полиэтиленовые плотно облегающие герметично закрытые пакеты или твердели в воздушно - сухих условиях;

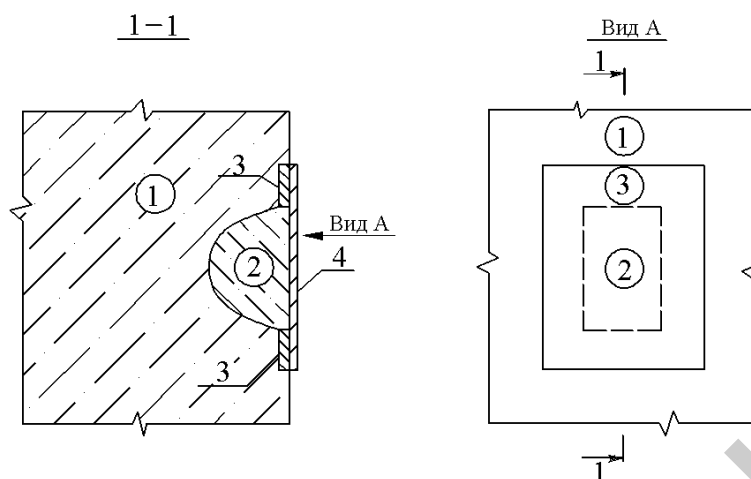
б) в качестве контрольных образцов использовались образцы бетона, твердевшие до момента испытаний в условиях, полностью исключавших потери влаги – в плотнооблегающих герметично закрытых полиэтиленовых пакетах. Эти условия имитировали оптимальный безвлажностный уход. На приведенных рисунках их средняя прочность принималась за 100%. Относительная средняя прочность образцов определялась путем деления средней прочности испытуемых образцов на прочность контрольных образцов.

При определении условий полимеризации раствора при твердении образцов бетона в воздушно - сухих условиях образцы, изготовленные из низкопластичной и жесткой бетонной смеси, покрывались полимерным раствором с массовой долей связующих и модифицирующих добавок в водном растворе полимерной композиции 34,7%...12,5%. Изменялся возраст образцов в диапазоне  $0,86 \cdot 10^5 \dots 5,18 \cdot 10^5$  с (1...6 суток), количество покрытий – 1 или 2. У образцов бетона контролировались влагопотери и прочность при осевом сжатии.

Было установлено, что при полимеризации вышеуказанной композиции на поверхности бетона не образуется паро- и влагонепроницаемой пленки. Это указывает на нецелесообразность ухода за бетоном путем нанесения на его поверхность полимерной композиции «Клей универсальный «Бустилат-М»» или ее водных растворов. Прочность покрытых водными растворами образцов бетона, твердевших в водяных банях, была ниже прочности твердевших в тех же условиях образцов. Это указывает на то, что для полимеризации полимерной композиции необходимо её частичное обезвоживание.

Целью ухода за бетоном способом «приклеивание полиэтиленовой пленки к прилегающей поверхности» является обеспечение первичного и вторичного безвлажностного ухода. При уходе за бетоном этим способом (рисунок 1) полиэтиленовая пленка приклеивается к поверхности прилегающего к ремонтруемому участку нормального, не требующего ремонта, бетона.

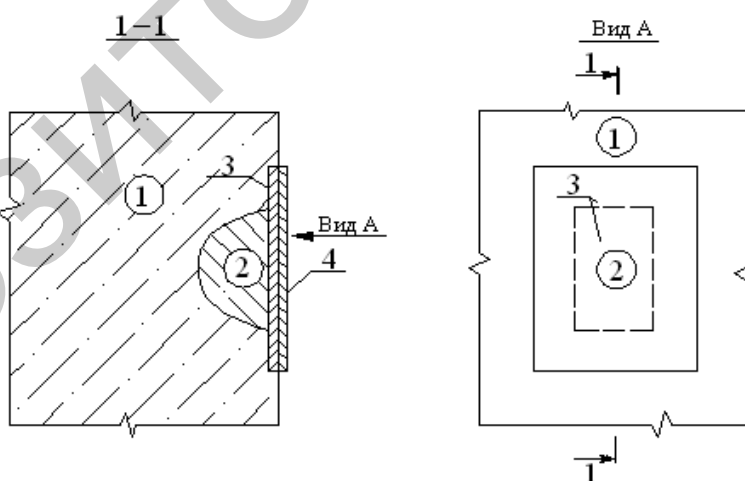
При уходе за бетоном этим способом полимерная композиция не будет соприкасаться с поверхностью свежееуложенного бетона. Поэтому полимерный раствор не будет влияет на физико-механические свойства бетона. При достижения прочности, при которой бетон не воспринимает деструктивное воздействие влагопотерь и влажностных деформаций, приклеенная полиэтиленовая пленка удаляется.



1 – существующий бетон; 2 – свежеуложенный бетон;  
 3 – поверхность, к которой приклеена пленка; 4 – полиэтиленовая пленка

**Рисунок 1 – Схема бетонного элемента после приклеивания полиэтиленовой пленки к участку, прилегающему к свежеуложенному бетону**

Целью ухода за бетоном способом «приклеивание полиэтиленовой пленки всей поверхностью» является обеспечение вторичного безвлажностного ухода за бетоном, за поверхностью которого уже производился первичный уход, кроме случаев покрытия полимерными пленкообразующими веществами. Пленка приклеивается всей поверхностью – к поверхности ремонтируемого участка и к прилегающей поверхности (рисунок 2).



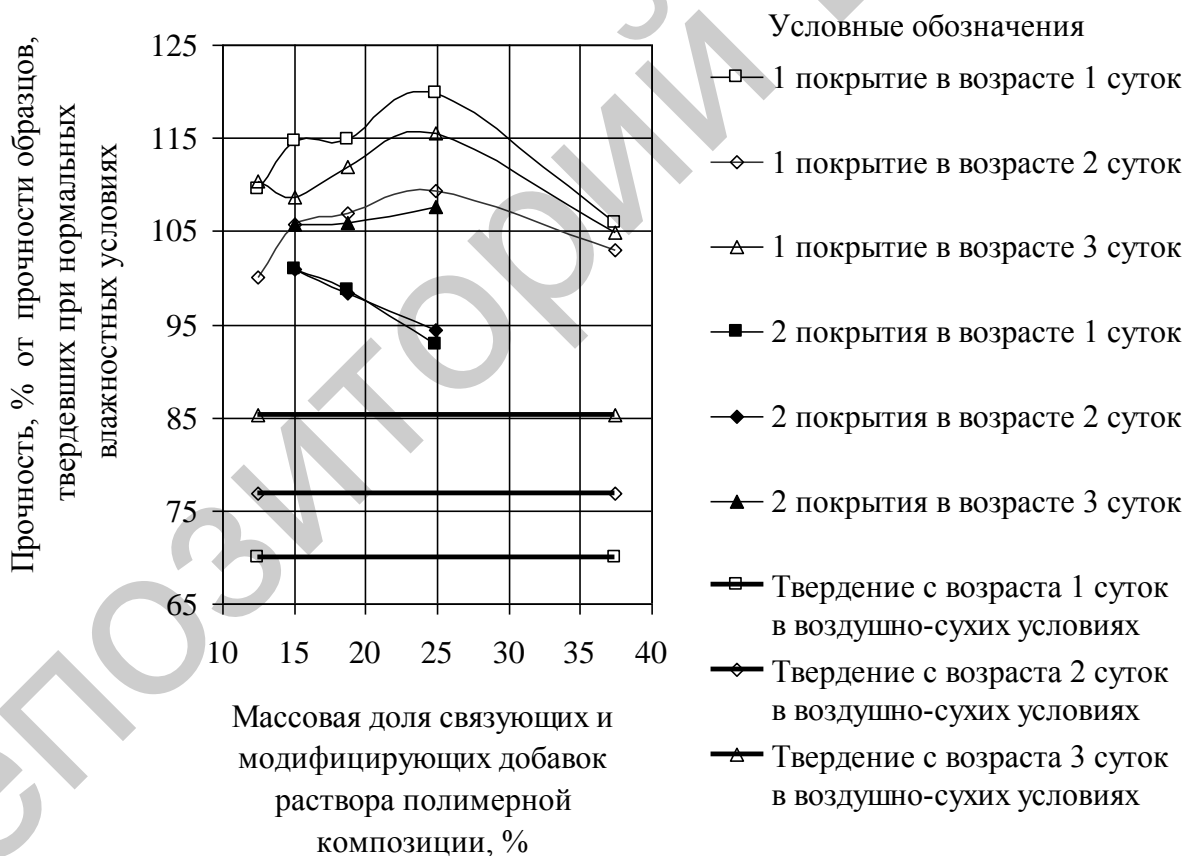
1 – существующий бетон; 2 – уложенный бетон;  
 3 – поверхность, к которой приклеена пленка; 4 – полиэтиленовая пленка

**Рисунок 2 - Схема бетонного элемента после приклеивания полиэтиленовой пленки всей поверхностью к бетону ремонтируемого и прилегающему к нему участкам**

После приклеивания полиэтиленовой пленки к поверхности бетона исключается возможность испарения воды не только с поверхности уложенного бетона, но и из состава использованной для приклеивания полимерной композиции. Поэтому,

полимеризация композиции будет иметь некоторые особенности. Физико-механические свойства поверхностного слоя набирающего прочность бетона, взаимодействующего с композицией, будут изменяться.

Первоначально были проведены опыты по определению влияния полимерной композиции и ее водных растворов на прочность бетона при малых сроках их взаимодействия –  $9,5 \cdot 10^5 \dots 11,2 \cdot 10^5$  с (11...13 суток). При проведении экспериментов дискретно изменялись: прочность бетона, при которой пленка приклеивалась к поверхности образцов через изменение их возраста при распалубливании в диапазоне  $0,86 \cdot 10^5 \dots 2,59 \cdot 10^5$  (1...3 суток), массовая доля связующих и модифицирующих добавок в водном растворе полимерной композиции – 37,4%, 24,9%, 18,7%, 15%, 12,5% и количество покрытий (1 или 2). Чтобы исключить деструктивное воздействие влагопотерь, образцы бетона извлекались из полиэтиленовых пакетов в возрасте  $1,21 \cdot 10^6$  с (14 суток). Результаты испытаний образцов на осевое сжатие в возрасте  $2,42 \cdot 10^6$  с (28 суток) приведены на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Влияние водных растворов полимерной композиции в течение  $9,5 \cdot 10^5 \dots 11,2 \cdot 10^5$  с (11...13 суток) на среднюю относительную прочность при осевом сжатии образцов бетона изготовленных из низкопластичной бетонной смеси**

Анализ полученных результатов испытаний на сжатие выявил, что прочность,

100% от прочности бетонных образцов, твердевших в условиях, имитирующих оптимальный безвлажностный уход, обеспечивается только при однократном применении покрытия полимерным раствором. Второе покрытие полимерным раствором не приводит к увеличению прочности, а при использовании отдельных массовых долей добавок – снижает ее.

Были проведены опыты по определению длительного влияния  $2,33 \cdot 10^6 \dots 7,7 \cdot 10^6$  с ( $27 \dots 89$  суток) полимерной композиции и ее водных растворов на бетон. В отличие от вышеуказанной серии экспериментов образцы до момента испытаний на сжатие твердели в плотнооблегающих полиэтиленовых пакетах. Все остальные условия проведения экспериментов были такими же, что и в вышеуказанных опытах. Испытания образцов бетона на осевое сжатие производилось в возрасте  $2,42 \cdot 10^6$  с (рисунок 4) и  $77,8 \cdot 10^5$  с (28 и 90 суток соответственно). При анализе полученных результатов испытаний на сжатие установлены те же закономерности, что и при малых сроках взаимодействия бетона и полимерной композиции.



**Рисунок 4 - Влияние водных растворов полимерной композиции в течение  $19,9 \cdot 10^5 \dots 21,6 \cdot 10^5$  с ( $23 \dots 25$  суток) на среднюю относительную прочность при осевом сжатии образцов бетона, изготовленных из низкопластичной бетонной смеси**

В оптово - розничной сети присутствует не только полимерная композиция «Клей универсальный «Бустилат-М»», производимая ОАО «БЗБХ» (Республика Беларусь, г. Брест), но и производимая ОАО «Энергия» (Россия, г. Москва). Поэтому были проведены опыты по сравнению влияния вышеуказанных композиций на бетон при проведении ухода за ним. Анализ полученных результатов испытаний на сжатие не выявил принципиального различия при их применении.

На основании обработки результатов испытаний образцов бетона на осевое сжатие были получены соответствующие корреляционные зависимости влияния массовой доли связующих и модифицирующих добавок в растворе полимерной композиции на прочность бетона.

При уходе за бетоном по обоснованным способам одним из основных требований является высокая адгезия и сцепление полиэтиленовой пленки с поверхностью бетона. Полиэтиленовая пленка приклеивалась с помощью полимерной композиции и её водных растворов к боковой поверхности бетонных образцов (площадь приклеивания – 0,01 м<sup>2</sup>). При определении значений сил адгезии и сцепления при приклеивании пленки к поверхности длительно твердевшего бетона использовались образцы в возрасте  $24,19 \cdot 10^5$  с (28 суток), а при приклеивании пленки к поверхности набирающего прочность бетона пленка приклеивалась к поверхности только что распалубленных образцов в возрасте  $0,86 \cdot 10^5 \dots 2,59 \cdot 10^5$  с (1...3 суток). Для предотвращения испарения воды с остальных боковых поверхностей бетона образцы помещались в плотнооблегающие полиэтиленовые пакеты. Испытания проводились через  $0,18 \cdot 10^4$  (30 минут),  $0,86 \cdot 10^5$ ,  $1,73 \cdot 10^5$ ,  $2,59 \cdot 10^5$  с (1, 2 и 3 суток соответственно). Дискретно изменялись примененные растворы полимерной композиции с массовыми долями связующих и модифицирующих добавок (15%, 18,7%, 24,9%, 29,9%, 37,4%) и количество покрытий (1 или 2). Также изменялось место нанесения покрытия – на поверхность бетона, пленки или на обе поверхности. Передача воздействия на пленку производилась посредством рычажного механизма. Отрывающее усилие передавалось в плоскости боковой поверхности бетонного образца, к которой была приклеена пленка. На основании полученных результатов экспериментов и их анализа были сделаны следующие выводы:

- применение полимерной композиции с массовой долей связующих и модифицирующих добавок 37,4% обеспечивает максимальные силы адгезии;
- применение раствора полимерной композиции с массовой долей связующих и модифицирующих добавок 37,9%...24,9% обеспечивает равные максимальные значения силы сцепления;
- нанесение двух слоев на поверхность бетона или на поверхность пленки не приводит к увеличению сил адгезии и сцепления;
- при приклеивании полиэтиленовой пленки к поверхности бетона в возрасте  $0,86 \cdot 10^5 \dots 2,59 \cdot 10^5$  (1...3 суток) сцепление не зависит от прочности образцов, а зависит от массовой доли связующих и модифицирующих добавок раствора

полимерной композиции;

- принципиального различия при использовании для приклеивания пленки к поверхности бетона полимерных композиций, производимых ОАО «БЗБХ» и ОАО «Энергия», или их водных растворов – не выявлено.

Для определения наиболее эффективного ухода за бетоном с использованием пленки также был проведен ряд других экспериментов. Установлено, что наиболее рационально нанесение раствора полимерной композиции с массовой долей добавок 37,4...24,9% на поверхность пленки в один слой.

Были обозначены экологические аспекты применения обоснованных способов ухода за бетоном. При ремонте и восстановлении бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений на мелиоративных и водохозяйственных системах работы ведутся непосредственно на водотоках и около водоемов. Подавляющее большинство применяемых в настоящее время технологий ухода за бетоном предполагает использование потенциально опасных химических, полимерных веществ или загрязняет места производства работ вымываемым из бетона портландцементом.

Разработанные способы ухода за гидротехническим бетоном обладают крайне незначительной экологической опасностью. Из применяемых материалов только «Клей универсальный «Бустилат-М»» является слаботоксичным веществом. Он является негорючим и невзрывоопасным продуктом, относится к малоопасным веществам. При работе с ней не требуются специальные индивидуальные средства защиты, кроме общепринятых при производстве бетонных работ.

**В пятой главе «Экономическая эффективность обоснованных способов ухода за гидротехническим бетоном»** приведена оценка экономической эффективности разработанных способов ухода за бетоном. Стоимость работ по уходу за бетоном по разработанным способам ниже, чем при применении «традиционных» способов ухода путем покрытия поверхности полимерным пленкообразующим покрытием или устройством покрытия из опилок и системного обильного их увлажнения. При уходе за бетоном по разработанным способам не требуется использование специального оборудования (компрессора, генератора) или инструментов, кроме общепринятых при производстве бетонных работ. Это также будет потенциально снижать стоимость ухода за бетоном по обоснованным способам.

Установлено, что для снижения стоимости ухода за бетоном необходимо рационально подбирать способ ухода за бетоном, стремиться к использованию минимально допустимой ширины нахлеста (0,05 м) и как можно большего количества повторных использований полиэтиленовой пленки.

Разработаны технологические карты на работы по первичному и вторичному уходу за бетоном путем укрытия и приклеивания краев полиэтиленовой пленки к прилегающей поверхности и на работы по вторичному уходу за бетоном путем укрытия и приклеивания полиэтиленовой пленки всей поверхностью. Произведена



производственная проверка и внедрены в производство разработанные комплексы мероприятий по уходу за бетоном.

Репозиторий БНТУ

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

Решение поставленных задач, в процессе достижения цели работы, позволило сформулировать следующие научные выводы.

1. Анализ данных обследования современного состояния гидротехнических сооружений на мелиоративных системах свидетельствует о том, что количество сооружений, нуждающихся в проведении ремонтно-восстановительных работ, достигло значительного уровня – до 38% от всех существующих сооружений. Установлено, что бетонные и связанные с ними работы составляют значительную часть (до 50% и более) стоимости от общей стоимости ремонта или восстановления гидротехнического сооружения. Производство ремонтно-восстановительных работ будет иметь свою специфику – удаленность рассредоточенного по большой территории небольшого объема бетонных работ с использованием гидротехнического бетона. Выявлен общий существенный недостаток применяемых в настоящее время технологий производства бетонных работ при ремонте или восстановлении гидротехнических сооружений – не обеспечение в силу различного рода причин требуемого уровня ухода за уложенным бетоном. Это существенно ухудшает качество бетонных работ и, как следствие, уменьшает период нормального функционирования гидротехнических сооружений [7, 9, 12, 23, 24].

2. Предложен комплекс мероприятий по уходу за бетоном с использованием полиэтиленовой пленки при ремонтах локальных повреждений гидротехнических сооружений, обеспечивающих требуемый влажностный режим на поверхности твердеющего бетона, отличающихся тем, что к прилегающей вокруг локального поврежденного участка поверхности, а в определенных условиях ко всей поверхности гидротехнического бетона с помощью полимерной композиции на основе латекса синтетического марки и натрий карбометилцеллюлозы технической (торговая марка «Клей универсальный «Бустилат-М»») приклеивается полиэтиленовая пленка, что обеспечивает оптимальный безвлажностный режим твердения и, соответственно, достижение заложенных при приготовлении бетонной смеси физико-механических показателей бетона, что в совокупности позволяет решить важную прикладную задачу повышения качества производства ремонтно-восстановительных работ гидротехнических сооружений и долговечности отремонтированных сооружений. Так, как полимерная композиция относится к малоопасным веществам, то уход за бетоном по обоснованным способам обладает крайне незначительной экологической опасностью и не требует использования специальных индивидуальных средств защиты, кроме общепринятых при производстве бетонных работ [2–6, 8, 10, 13-15, 18, 20–22].

3. Установлены закономерности влияния полимерной композиции и ее водных

растворов на гидротехнический бетон, позволяющие оптимизировать комплекс мероприятий по уходу за бетоном с использованием полиэтиленовой пленки. Установлено, что если гидротехнический бетон к моменту взаимодействия с полимерной композицией или ее водными растворами достиг относительной критической прочности, то прочность бетона увеличивается за счет образования на поверхности полимерной пленки, в поверхностном слое – бетонополимера, которые влаго- и паропроницаемы. Относительная критическая прочность бетона зависит от состава бетонной смеси, массовой доли связующих и модифицирующих добавок водного раствора полимерной композиции, условий твердения [1, 2, 5, 6, 11, 17, 20, 21].

4. Определен рациональный комплекс мероприятий по приклеиванию полиэтиленовой пленки к поверхности бетона при уходе за ним, обеспечивающий наиболее высокие значения силы адгезии и сцепления пленки с поверхностью бетона. Наиболее рационально нанесение водного раствора полимерной композиции с массовой долей связующих и модифицирующих добавок 37,4...24,9% на поверхность пленки в один слой [5, 6, 16, 19, 21].

5. Разработаны технологические карты на работы по первичному и вторичному уходу за бетоном путем укрытия и приклеивания краев полиэтиленовой пленки к прилегающей поверхности и на работы по вторичному уходу за бетоном путем укрытия и приклеивания полиэтиленовой пленки всей поверхностью, что оптимизирует комплекс мероприятий по уходу за бетоном, а экономическая эффективность составляет не менее 650 руб/м<sup>2</sup> (в базовых ценах января 2006 года) [25].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Работы по уходу за бетоном при ремонте локальных повреждений гидротехнических сооружений рекомендуется выполнять в соответствии с разработанными технологическими картами.

Для снижения стоимости ухода за бетоном необходимо рационально подбирать способ ухода за ним, стремиться к использованию минимально допустимой ширины нахлеста и как можно большего количества повторных использований полиэтиленовой пленки [25].

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в научных изданиях, входящих в Список и Перечень ВАК**

1 Основин, В.Н. Методы безвлажностного ухода за гидротехническим бетоном / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Вес. Брестского политех. ун-та. – 2001, № 2. – С. 84–86.

2 Основин, В.Н. Безвлажностный уход за гидротехническим бетоном по методам, объединенным общим принципом «приклеивание полиэтиленовой пленки» / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Вес. Белорус. гос. сельскохозяйств. акад. – 2003. – № 2. – С. 47–48.

3 Основин, В.Н. Технология ремонта локальных повреждений гидротехнических сооружений на мелиоративных системах с использованием пленочных покрытий / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Вес. Белорус. гос. сельскохозяйств. акад. – 2005. – № 2. – С. 76–78.

4 Дубяго, Д.С. Технология ухода за бетоном при ремонте локальных повреждений с использованием пленочных покрытий / Д.С. Дубяго // Вес. Полоцкого гос. ун-та. Серия В. Прикладные науки. – 2006. – № 9. – С. 63–65.

5 Дубяго, Д.С. Влияние использованного полимерного раствора на основе полимерной композиции «Клей универсальный «Бустилат-М»» при приклеивании пленки к поверхности бетона на его свойства / Д.С. Дубяго // Вес. Белорусско-Рос. ун-та. – 2007. – № 4. – С. 142–151.

6 Дубяго, Д.С. Уход за бетоном с использованием пленки при ремонте и восстановлении бетонных и железобетонных конструктивных элементов / Д.С. Дубяго // Вес. Полоцкого гос. ун-та. Серия В. Прикладные науки. – 2007. – № 6. – С. 82–91.

### **Статьи в научных изданиях и материалы конференций**

7 Основин, В.Н. О необходимости своевременного ремонта и восстановления гидротехнических сооружений на мелиоративных системах / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Проблемы мелиорации и водного хозяйства на современном этапе: Междунар. науч.-практ. конф., посвященная 80-летию высшего мелиоративного образования в Республике Беларусь, Горки, 4–5 июня 1999 г.: в 2 ч. / Белорус. сельскохозяйств. акад.; реценз.: В.И. Кумачёв [и др.]. – Горки, 1999. – Ч. 1. – С. 137–141.

8 Основин, В.Н. Экологические аспекты применения защитных малотоксичных пленкообразующих композиций / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель: материалы Междунар. науч. конф. по проблемам повышения эффективности использования мелиорированных земель и их экологической устойчивости, Минск, 18–19 окт. 2000 г. / Академия аграрных наук Республики Беларусь. Белорусский НИИ мелиорации и луговодства; редкол.: А.П. Лихацевича [и др.]. – Минск, 2000. – С. 110–112.

9 Дубяго, Д.С. Основные дефекты конструктивных элементов гидротехнических сооружений на мелиоративных системах / Д.С. Дубяго // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 160-летию образования БГСХА, Горки, 2–3 июня 2000 г. / Белорус. гос. сельскохоз. акад.; реценз.: В.И. Кумачёв [и др.]. – Горки, 2001. – С. 199–202.

10 Основин, В.Н. Резервы экономии цемента мелиоративными и водохозяйственными организациями / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 160-летию образования БГСХА, Горки, 2–3 июня 2000 г. / Белорус. гос. сельскохоз. акад.; реценз.: В.И. Кумачёв [и др.]. – Горки, 2001. – С. 272–275.

11 Основин, В.Н. Использование полимерной композиции на основе «Бустилат-М» для ухода за гидротехническим бетоном / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 160-летию образования БГСХА, Горки, 2–3 июня 2000 г. / Белорус. гос. сельскохоз. акад.; реценз.: В.И. Кумачёв [и др.]. – Горки, 2001. – С. 203–207.

12 Основин, В.Н. Характеристика и современное состояние мелиоративных систем и гидротехнических сооружений на них / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 160-летию образования БГСХА, Горки, 2–3 июня 2000 г. / Белорус. гос. сельскохоз. акад.; реценз.: В.И. Кумачёв [и др.]. – Горки, 2001. – С. 114–118.

13 Дубяго, Д.С. Уход за гидротехническим бетоном методами, объединенными общим принципом «приклеивание полиэтиленовой пленки...» / Д.С. Дубяго // Проблемы технологии производства строительных материалов, строительства зданий и сооружений, подготовки инженерных кадров для строительной отрасли: 8-й Междунар. науч.-практ. семинар: сб. док. науч. конф., Минск, 15–16 ноября 2001 г. / Белорус. гос. политехн. акад. Строительный факультет БГПА. Респ. образ. центр БГПА; редкол.: И.Н. Ахвердов [и др.]. – Минск, 2001. – С. 75–79.

14 Дубяго, Д.С. Уход за гидротехническим бетоном по методам «приклеивание полиэтиленовой пленки...» / Д.С. Дубяго // Потенциал науки – развитию промышленности, экономики, культуры, личности: материалы 55-й научно-технической конференции профессоров, преподавателей, научных работников и аспирантов БГПА, Минск, 5–8 фев., 2002 г.: в 2 томах / Белорус. гос. политех. акад.; реценз. В.Л. Соломахо. – Минск, 2002. – Т-2. – С. 40–45.

15 Основин, В.Н. О критерии окончания вторичного ухода за гидротехническим бетоном / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Экологические проблемы мелиорации: Междунар. науч.-практ. конф. (Костяковские чтения), М., 27–28 марта 2002 г. / Рос.

акад. сельскохоз. наук. Отделение мелиорации, водного и лесного хозяйства. Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова; под ред. А.Ф. Маслова [и др.]. – М., 2002. – С. 374–376.

16 Дубяго, Д.С. Адгезия и сцепление полиэтиленовой пленки при уходе за гидротехническим бетоном по методам, объединенным общим принципом «приклеивание полиэтиленовой пленки» / Д.С. Дубяго // Социально-экономические и экологические проблемы мелиорации и водного хозяйства: материалы Междунар. науч. – прак. конф., посвященной 150-летию закладки первого гончарного дренажа на территории России, выполненного под руководством профессора Горы-Горецкого земледельческого института А.Н. Козловского, Горки, 29–31 мая 2003 г./ Белорус. гос. сельскохоз. акад.; реценз.: А.П. Лихацевич [и др.]. – Горки, 2004. С. 117–119.

17 Дубяго, Д.С. Образование бетонополимера в поверхностном слое бетона / Д.С. Дубяго // Социально – экономические и экологические проблемы мелиорации и водного хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 150-летию закладки первого гончарного дренажа на территории России, выполненного под руководством профессора Горы-Горецкого земледельческого института А.Н.Козловского, Горки, 29–31 мая 2003 г. / Белорус. гос. сельскохоз. акад.; реценз.: А.П. Лихацевич [и др.]. – Горки, 2004. – С. 212–215.

18 Основин, В.Н. Уход за бетоном методом приклеивания полиэтиленовой пленки / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Проблемы строительного и дорожного комплексов: материалы II-й Междунар. науч.-техн. конф., Брянск, 11–13 ноября, 2003 г / Брянская гос. инженер.-технол. акад. (БГИТА); под ред.: В.И. Микрина [и др.]. – Брянск, 2004. – С. 93–94.

19 Дубяго, Д.С. Адгезия и сцепление полиэтиленовой пленки с гидротехническим бетоном при использовании дисперсий клея «Бустилат-М / Д.С.Дубяго // Мелиорация сельскохоз. земель в 21 веке: проблемы и перспективы: доклады Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 20–22 марта 2007 г. / Нац. акад. наук Беларуси. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Институт мелиорации». – Минск, 2007. – С. 143–144.

20 Дубяго, Д.С. Влияние на бетон полимерной дисперсии на основе «клея «Бустилат-М»» для приклеивания пленки / Д.С. Дубяго // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Могилев, 19–20 апр. 2007 г / ГУ ВПО «Белорусско-Рос. ун-т»; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2007. – С. 88–89.

21 Дубяго, Д.С. Уход за бетоном с использованием пленки при ремонте и восстановлении бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений / Д.С. Дубяго, В.Н. Основин // Вес. Белорус. гос. сельскохоз. акад. – 2007. – № 3. – С. 95–100.

22 Основин, В.Н. Уход за бетоном при ремонте локальных повреждений с использованием пленочных покрытий / В.Н. Основин, Д.С. Дубяго // Материалы науч.-метод. конф., посвященной 45-летию Белорусско-Российского университета, Могилев, 16 ноября 2006 г. / ГУ ВПО «Белорусско-Рос. ун-т; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2007. – С. 60–62.

23 Дубяго, Д.С. Виды работ по ремонту гидротехнических сооружений и их доли от общей стоимости производства работ / Д.С. Дубяго // Мелиорация и водное хозяйство XXI века. Наука и образование: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию мелиоративно-строительного факультета, Горки, 4–6 июня 2009 г. / УО «Белорус. гос. сельскохоз. акад.»; реценз.: А.П. Лихацевич [и др.]. – Горки, 2009. – С. 375–379.

24 Дубяго, Д.С. Производство работ по уходу за бетоном с использованием полиэтиленовой пленки / Д.С. Дубяго // Мелиорация и водное хозяйство XXI века. Наука и образование: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию мелиоративно-строительного факультета, Горки, 4–6 июня 2009 г. / УО «Белорус. гос. сельскохоз. акад.»; реценз.: А.П. Лихацевич [и др.]. – Горки, 2009. – С. 407–411.

#### **Рекомендации**

25 Рекомендации по уходу за бетоном с использованием полиэтиленовой пленки при ремонтах локальных повреждений гидротехнических сооружений. Одобрено и рекомендовано к практ. прим. НТС ГПО «Белмелиоводхоз» (протокол №3 от 25.07.08 г.) / БГСХА; В.Н. Основин, Д.С. Дубяго. – Горки. - 2008. – 36 с.

## РЕЗЮМЕ

Дубяго Дмитрий Святославович  
**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

**Ключевые слова:** уход, гидротехнический бетон, приклеивание полиэтиленовой пленки, «Клей универсальный «Бустилат-М»».

**Цель исследований:** теоретическое обоснование и выработка практических рекомендаций, обеспечивающих эффективный безвлажностный уход за бетоном при ремонтно-восстановительных работах гидротехнических сооружений на мелиоративных системах.

**Методы проведения исследований:** использовались методы полевых и лабораторных исследований по общепринятым в строительстве методикам. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли методами корреляционного и дисперсионного анализов.

**Результаты исследований и их новизна:** произведена оценка состояния существующих гидротехнических сооружений и доли стоимости производства отдельных видов работ от общей стоимости ремонта сооружения, обоснованы способы ухода за бетоном основанные на использовании полимерной пленки, которая приклеивается к поверхности. Установлены оптимальные значения состава полимерных растворов на основе латекса синтетического и натрий карбометилцеллюлозы технической, используемых для приклеивания пленки. Разработаны рекомендации по уходу за бетоном с использованием полиэтиленовой пленки, включающие в себя технологические карты на соответствующие виды работ.

**Степень использования:** результаты исследований явились основой для разработки «Рекомендации по уходу за бетоном с использованием полиэтиленовой пленки при ремонтах локальных повреждений гидротехнических сооружений» (Горки, 2008).

**Область применения:** результаты исследований могут быть использованы при производстве работ по уходу за бетоном мелиоративными и строительными организациями.



## РЭЗІЮМЭ

Дубяга Дзмітрый Святаслававіч

### ПАВЫШЭННЕ ЯКАСЦІ БЕТОННЫХ РАБОТ ПРЫ РАМОНЦЕ ГІДРАТЭХНІЧНЫХ ЗБУДАВАННЯЎ

**Ключавыя словы:** догляд, гідратэхнічны бетон, прыклейванне поліэтыленавай плёнкі, «Клей універсальны «Бусцілат-М»».

**Мэта даследаванняў:** навукова абгрунтаваць і распрацаваць практычныя рэкамендацыі, якія забяспечваюць эфектыўны бязвільгацёвы догляд за бетоном пры рамонтна-ўзнаўляльных работах гідратэхнічных збудаванняў на меліяратыўных сістэмах.

**Метады правядзення даследаванняў:** прымяняліся метады палявых і лабараторных даследаванняў па агульнапрынятым у будаўніцтве метадам. Статыстычную апрацоўку эксперыментальных даных праводзілі метадам карэляцыйнага і дэсперсійнага аналізу.

**Вынікі даследаванняў і іх навізна:** дадзена ацэнка існуючых гідратэхнічных збудаванняў і частак кошту будаўніцтва ад цэлага кошту рамонта збудавання, абгрунтаваны спосабы догляду за бетоном з выкарыстаннем поліэтыленавай плёнкі, якая прыклейваецца к павэрхі. Устаноўлены аптымальныя значэнні састава палімернай кампазіцыі на аснове латэксу сінтэтычнага і натрый карбамецылцэлюлозы тэхнічнай, выкарыстаных для прыклейвання поліэтыленавай плёнкі. Устаноўлены аптымальныя значэнні складу палімерных раствораў для прыклейвання пленкі. Распрацаваны рэкамендацыі па догляду за бетоном з выкарыстаннем поліэтыленавай плёнкі, якія ўключаюць у сябе тэхналагічныя карты на суадносныя віды працы.

**Ступень выкарыстання:** вынікі даследаванняў з'явіліся асновай для распрацоўкі «Рэкамендацый па дагляду за бетоном з выкарыстаннем поліэтыленавай плёнкі пры рамонце лакальных пашкоджанняў гідратэхнічных збудаванняў » (Горкі, 2008).

**Галіна прымянення:** вынікі даследаванняў могуць быць выкарыстаны пры работах па догляду за бетоном мелірыяцыйнымі і будаўнічымі прадпрыемствамі.

## SUMMARY

Dubjago Dmitry Svjatoslavovich

### IMPROVEMENT OF QUALITY OF CONCRETE WORKS AT REPAIRS OF HYDROTECHNICAL CONSTRUCTIONS

**The Keywords:** maintenance, hydraulic concrete, glueing of a polyethylene film, «Klei univtrsalnei «Bustilat-M»».

**The Purpose of the research:** the theoretical substantiation and development of the practical recommendations providing effective without use of water care by concrete at its repair-regenerative works on hydraulic engineering constructions of meliorative systems.

**The Methods of the research:** methods of field and laboratory researches by the techniques standard in construction were used. Statistical processing of experimental data carried out methods of correlation and dispersive analyses.

**The Results of the research and their novelty:** for the first time the estimation of a condition of existing hydraulic engineering constructions and shares of cost of manufacture of separate kinds of works from a total cost of repair of a construction is made, essentially methods of care by concrete based on use of a polymeric film which is pasted to a surface are developed. Optimum values of structure of polymeric solutions are established on the basis of latex synthetic and natrium carbomethylcellulose technical technical film used for glueing.. Recommendations on care of concrete are developed. With use of a polyethylene film including technological maps on corresponding kinds of works.

**The Degree of the use:** results of researches were a basis for development «Recommendations on care of concrete with use of a polyethylene film at repairs of local damages of hydraulic engineering constructions» (Gorki, 2008).

**The Application:** results of researches can be used by manufacture of works on care of concrete of the meliorative and building organizations.