

**Учреждение образования
«Белорусский национальный технический университет»**

УДК 626.8:693.54

ДУБЯГО Дмитрий Святославович

**УХОД ЗА БЕТОНОМ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ
ПРИ РЕМОНТАХ ЛОКАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

05.23.07 – Гидротехническое строительство

**Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Минск 2004

Диссертационная работа выполнена в Учреждении образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Научный руководитель – декан факультета мелиорации и водного хозяйства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент Основин В. Н.

Официальные оппоненты – главный научный сотрудник ОАО «Белорусский научно – исследовательский и проектно – конструкторский институт горной и химической промышленности», доктор технических наук, профессор В.С.Усенко;

ведущий научный сотрудник РУП «Белорусский научно – исследовательский институт мелиорации и луговодства», кандидат технических наук, П.К.Черник.

Ведущая организация – Унитарное предприятие «Белорусский государственный институт по проектированию объектов водохозяйственного и мелиоративного строительства».

Защита состоится «27» февраля 2004 г. в 16 часов. на заседании специализированного совета Д 02.05.10 по защите диссертаций при Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) по адресу г. Минск, пр. Ф. Скорины, 65, корп.1, ауд. 202.

Отзывы просим направлять по адресу: Республика Беларусь, 220013, г. Минск, пр. Ф. Скорины, 65, БНТУ, ученому секретарю совета Д 02.05.10.
Тел/факс (017) 202 97 29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке БНТУ.

Автореферат разослан « 23 » января 2004 г.

Ученый секретарь совета Д 02.05.10 по защите диссертаций, кандидат технических наук, доцент



Л. В. Нестеров

© Дубяго Д. С., 2004

Общая характеристика работы

Актуальность темы диссертации. Республика Беларусь обладает огромным потенциалом плодородных мелиорированных земель. По состоянию на 1.01.1998 года в Республике Беларусь общая площадь всех сельскохозяйственных угодий составляла 9,332 млн. га, из них осушенных земель – 3,4 млн. га.

Неотъемлемую часть мелиоративных и водохозяйственных систем составляют гидротехнические сооружения, представляющие собой сложный комплекс конструктивных элементов, предназначенных для рационального и эффективного использования водных ресурсов. На мелиоративных системах в Республики Беларусь построено более 89 тыс. гидротехнических сооружений, 1183 насосных станций, а также 100 водохранилищ емкостью свыше 1 млн. м³ каждое.

Начиная с 1992 года, из-за снижения темпов реконструкции устаревших мелиоративных систем, потребность в реконструкции возрастает ежегодно на 30...40 тыс. га. По результатам инвентаризации мелиоративных систем Республики Беларусь в полностью исправном состоянии находится только 54666 или 62,2% гидротехнических сооружений.

Анализ состояния гидротехнических сооружений указывает на острую необходимость проведения в ближайшем будущем значительных объемов работ по ремонту и восстановлению конструктивных элементов гидротехнических сооружений на мелиоративных системах для недопущения их полного выхода из строя и выхода из строя мелиоративной системы в целом, составной частью которой они являются.

Одной из главных особенностей проведения ремонтно-восстановительных работ на бетонных и железобетонных элементах гидротехнических сооружений на мелиоративных системах является производство небольших объемов бетонных работ (в пределах одного конструктивного бетонного или железобетонного элемента) и рассредоточенность небольших дефектов по всему конструктивному элементу. Основной ремонтный материал – гидротехнический бетон различных марок и составов. Большая часть объемов бетонных работ производится в теплый период года.

В современных условиях сложилась острая необходимость в обеспечении проведения качественного ухода за гидротехническим бетоном без усложнения общепринятой технологии производства бетонных работ, без привлечения значительного количества дополнительных машин и механизмов, без дополнительных значительных материально-техни-

ческих затрат и с использованием доступных, то есть производимых предприятиями Республики Беларусь, и относительно дешевых материалов. Кроме вышеуказанных требований применяемая технология ухода за гидротехническим бетоном должна быть наименее экологически опасной или вообще безопасной, а при использовании полимерных материалов должна отсутствовать необходимость использования специальных индивидуальных средств защиты, кроме общепринятых при производстве бетонных работ.

Связь работы с научными программами. Исследования по диссертационной теме выполнялись в рамках Государственной программы «Сохранение и использование мелиорируемых земель на 2001-2005 гг.», утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 20.01.2000 г. №76, 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 безвлажный уход за бетоном при ремонтно-восстановительных работах на гидротехнических сооружениях мелиоративных систем.

В процессе исследований требовалось решить следующие задачи:

- обобщить прогрессивные подходы, технологии и применяемые материалы при производстве работ по уходу за гидротехническим бетоном и определить наиболее приемлемые с учетом специфических особенностей производства ремонтно-восстановительных работ на гидромелиоративных системах бетонных и железобетонных конструктивных элементах гидротехнических сооружений;

- исследовать влияние полимерной композиции на основе латекса синтетического типа СКС и карбометилцеллюлозы технической типа КМЦ (торговая марка «клей универсальный «Бустилат-М») и ее водных растворов на прочностные свойства и влагопотери гидротехнического бетона при уходе по методам, объединенным общим принципом «приклеивание полиэтиленовой пленки»;

- установить оптимальные составы полимерных композиций;

- оптимизировать состав технологических мероприятий при безвлажном уходе за бетоном по устранению дефектов (разрушений) бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехниче-

ских сооружений по методам, объединенным общим принципом «приклеивание полиэтиленовой пленки».

Объект и предмет исследований. Объектом исследований являлись локальные структурные повреждения бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений в виде пассивных трещин, раковин, разрушений цементного камня и разуплотнений зон. Предметом исследований являлась оценка влияния полимерной композиции на основе латекса синтетического типа СКС и натрий-карбометилцеллюлозы технической марки КМЦ на прочностные свойства гидротехнического бетона и влагопотери на различных стадиях процесса твердения на открытом воздухе.

Полимерная композиция или ее водные растворы влияют на кристаллическую решетку цементного камня. Направление влияния может быть положительным (формирование бетонополимера в поверхностном слое и формирование полимерной пленки на поверхности) или отрицательным (препятствие формированию нормальной кристаллической решетки цементного камня). Это зависит от концентрации, объема нанесенной полимерной композиции или ее водных растворов, состава бетона, прочности бетона и других факторов.

Гипотеза. Так как повреждения бетонных и железобетонных элементов, рассредоточенных по большой территории ГТС на мелиоративных системах, имеют место на различно ориентированных в пространстве поверхностях (горизонтальной, вертикальной и т. д.) и носят, как правило, локальный характер, то использование традиционных методов ухода за ГТБ при его твердении практически не возможно и не рационально.

В качестве рабочей гипотезы использовано предположение, что приклеенная к поверхности уложенного на поврежденный участок ГТБ полиэтиленовая пленка будет обеспечивать оптимальный влажностный режим при твердении бетона.

Методология и методы проведения исследования. Теоретической и методологической основой исследований послужили труды отечественных и зарубежных ученых, законодательные и нормативные акты, посвященные вопросам проектирования, строительства и эксплуатации ГТС. Для выполнения диссертационной работы использовались методы, используемые при полевых и лабораторных исследованиях оценки эффективности приемов ухода за ГТБ в процессе его твердения. Лабораторные исследования производились в соответствии с нормативными документами, действующими на территории Республики Беларусь на момент проведения исследований. Информационными источниками исследований послужили материалы инвентаризации мелиора-

тивных систем Республики Беларусь рекомендации научно-исследовательских учреждений, справочно-нормативные данные.

Научная новизна и значимость полученных результатов заключается в разработке следующих основных положений:

- оценка влияния полимерной композиции на основе латекса синтетического типа СКС и карбометилцеллюлозы технической типа КМЦ (торговая марка «клей универсальный «Бустилат-М»») и ее водных растворов, используемых для приклеивания полимерной пленки, на прочностные свойства и влагопотери ГТБ при его твердении;

- установление оптимальных значений состава растворов для приклеивания пленки и достигнутой в процессе твердения ГТБ прочности, при которой не сказывается деструктивное влияние полимерной композиции;

- разработка технологических мероприятий по безвлажному уходу за ГТБ по разработанным методам, объединенным общим принципом "приклеивание полиэтиленовой пленки".

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- оценка состояния существующих гидротехнических сооружений на мелиоративных системах;

- результаты анализа материалов, которые могут быть потенциально использованы при ремонте и восстановлении поврежденных бетонных или железобетонных частей гидротехнических сооружений, производимых предприятиями Республики Беларусь;

- влияние полимерной композиции на основе латекса синтетического типа СКС и карбометилцеллюлозы технической типа КМЦ или ее водных растворов на прочностные свойства гидротехнического бетона и его влагопотери в процессе твердения на открытом воздухе, на силы адгезии и силы сцепления полиэтиленовой пленки с поверхностью бетона;

- условия, при которых полимерная композиция деструктивно влияет на свойства гидротехнического бетона;

- состав технологических мероприятий при безвлажном уходе по методам, объединенным общим принципом «приклеивание полиэтиленовой пленки» во время производства ремонтно-восстановительных работ бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений.

Личный вклад соискателя. Натурные и лабораторные исследования по теме диссертации, математическая интерпретация полученных экспериментальных данных по общепринятым методикам с применением компьютерных средств, основные выводы и практические рекомен-

дации по результатам исследований выполнены соискателем лично. Испытания образцов гидротехнического бетона выполнены на лабораторном оборудовании Белорусской государственной сельскохозяйственной академии по стандартным методикам.

Апробация результатов исследований. Производственная проверка эффективности разработанных технологий ухода за ГТБ (объем 127,45 м³ гидротехнического бетона различных марок, общая суммарная открытая поверхность составила 402,45 м²) была произведена в 2001 году в ПМК-94 ОАО «Могилевводстрой» (Республика Беларусь, Могилевская область, г. Мстиславль). Удельная экономическая эффективность составила 98,9%.

Разработанные технологические мероприятия были включены в проекты, разработанные проектно-изыскательским республиканским унитарным предприятием «Белгипроводхоз». Удельная экономическая эффективность составила 60%.

Опубликованность результатов диссертации. По материалам исследований опубликовано 11 научных работ в виде научных статей и материалов научно-производственных конференций, в том числе 1 – в научном журнале, 10 – в сборниках научных трудов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из общей характеристики работы, 3 глав, заключения, списка литературы и 5 приложений. Общий объем диссертации составляет 159 страниц, содержит 57 таблиц, формул – 38, рисунков – 35, использовано 134 источника литературы, в том числе 15 на иностранных языках.

Содержание работы

В характеристике работы приведена общая характеристика и современное состояние мелиоративных систем и гидротехнических сооружений на них, выделены основные дефекты конструктивных элементов гидротехнических сооружений на мелиоративных системах. Анализ данных состояния гидротехнических сооружений выявил, что из всех гидротехнических сооружений на межхозяйственных и внутрихозяйственных сетях (шлюзов-регуляторов, труб-регуляторов, труб-переездов, насосных станций различного назначения, автомобильных и пешеходных мостов – всего 87834 сооружений) требует незначительного ремонта – 40,4% (35464 сооружения), проведения значительных мероприятий – 2,1% (1809 сооружений), полного восстановления – 0,6% (487 сооружений). В полностью исправном состоянии находится только 62,2% гидротехнических сооружений (54666 единиц). Так как

локальные повреждения обуславливают прогрессирующий процесс снижения прочности конструктивного элемента, а соответственно и всего сооружения, то это указывает на острую необходимость проведения в ближайшем будущем значительных объемов работ по ремонту и восстановлению поврежденных бетонных и железобетонных элементов гидротехнических сооружений на мелиоративных системах для недопущения их полного выхода из строя и выхода из строя всей мелиоративной системы в целом, составной частью которой они являются. В этом разделе также обоснованы необходимость проведения качественного и своевременного ухода за гидротехническим бетоном, актуальность, научная новизна и практическая значимость работы. Сформулированы цели и задачи исследований, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В главе 1 на основании обзора литературных источников приведена оценка потенциально возможных материалов для проведения ремонтно-восстановительных работ на бетонных и железобетонных конструктивных элементах гидротехнических сооружений. В этой главе выполнен также анализ условий производства бетонных работ в теплый период года и влияние их на физико-механические характеристики гидротехнического бетона. Выполнен анализ технологий и материалов для проведения работ по уходу за бетоном в теплый период года, изложенных в работах ряда авторов Т.Н. Акимовой, А.И. Атаева, Г.П. Ачкасова, Г.А. Айрапетова, Е.И. Богачева, В.В. Гончарова, И.М. Елшина, Ю.В. Емельянова, И.Б. Заседателя, Е.С. Иванова, Е.Н. Калининского, Т.А. Красовской, Б.А. Крылова, З.Н. Кузнецовой, А.В. Лыкова, Е.Н. Малиновского, П.М. Мананникова, Д.Ф. Миркина, С.А. Миронова, В.А. Пахомова, Э.Р. Пинуса, В.Н. Пунагина, П.А. Пшеницына, Г.И. Ступакова, Е.С. Темкина, Г.Н. Фабрикантова, И.А. Физделя, Ю.С. Черкинского, Х.С. Шахабова, А.Е. Шейкина, Т.М. Штоль и других. Были сформулированы общие выводы и дано обоснование выбора направлений исследований.

В главе 2 приведены физико-механические характеристики материалов, использованных при проведении опытов. В опытах использовались: песок мелкий 1 класса, портландцемент производства ПО «Кричевцементношифер» (Республика Беларусь, Могилевская обл., г. Кричев) с паспортной маркой М400Д20 (вид добавок – шлак, количество добавок - 20%), торговая марка клей универсальный «Бустилат-М» производства ОАО «Брестбытхим» (Республика Бела-русь, г. Брест) и ОАО «Энергия» (Россия, г. Москва) и вода питьевая.

Состав выпускаемого ОАО «Брестбытхим» клея приведен в таблице.

Состав клея универсального «Бустилат-М»

Наименование вещества	Содержание массы, %
Натрий-карбометилцеллюлоза техническая марки 75/400	2,5
2. Латекс синтетический СКС – 65 ГП	15,7
3. Мел мелкогранулированный	13...18
4. Соль поваренная пищевая «Экстра»	2,45...4,9
5. Вода питьевая	до 100*

* Вода добавляется до получения массы композиции 1 кг (обычно – 0,626 кг, при весе всех твердых компонентов – 0,374).

В опытах использовался мелкозернистый гидротехнический бетон, приготовленный из бетонной смеси БСГМЗ П1 В25 F200 W4 (СТБ 1035-96) и из БСГМЗ Ж4 В17,5 F200 W4 (СТБ 1035-96).

В главе 3 приведены результаты проведенных опытов и их анализ. Опыты проводились в соответствии с нормативными документами, действующими на момент проведения опытов на территории Республики Беларусь. Опыты были проведены по двум принципиальным направлениям: выявление влияния полимерной композиции и ее водных растворов на гидротехнический бетон и выявление эффективности проведения ухода за гидротехническим бетоном по методам, объединенным общим принципом «приклеивание полиэтиленовой пленки».

Гидротехнический бетон – капиллярно-пористая система, то есть она потенциально обладает некоторым количеством связанных и не связанных с поверхностью пор и капилляров. Количество и общий объем таких пор в начальные периоды времени структурообразования с течением времени уменьшаются из-за постоянно протекающего (при обеспечении соответствующих условий) процесса гидратации цемента с параллельным заполнением новообразованиями объема пор и капилляров.

При нанесении на поверхность бетона раствора полимерной композиции происходит впитывание раствора в поверхностные слои бетона. Для обеспечения полимеризации нанесенного полимерного раствора необходимо его частичное обезвоживание. Частичное обезвоживание обеспечивается силами, действующими на раствор полимерной композиции при ее впитывании. При наличии свободной поверхности, взаимодействующей с воздухом, частичное обезвоживание полимерной

композиции обеспечивается путем испарения воды с поверхности и верхних слоев гидротехнического бетона.

Полимеризация раствора полимерной композиции происходит как на поверхности, так и в поверхностном слое бетона. В поверхностном слое формируются демпферные переборки и стяжки между стенками пор и капилляров. В результате протекания вышеуказанных процессов в поверхностном слое бетона сцепление между частицами осуществляется за счет двух разных по своей природе образований. Первая группа – новообразования на основе продуктов гидратации цемента со всеми присущими их природе свойствами. Вторая группа – новообразования на основе продуктов полимеризации проникнувшего в поверхностные слои бетона раствора полимерной композиции. То есть гидротехнический бетон в поверхностном слое является своего рода матрицей нового искусственного каменного материала – бетонополимера.

Анализ полученных результатов экспериментов выявил, что при испытании на осевое сжатие образцов гидротехнического бетона в совместной работе принимают участие 3 компонента: 1) неизменный бетон; 2) бетонополимер в поверхностном слое бетона; 3) полимерная пленка на поверхности образцов бетона на основе полимеризовавшихся компонентов клея универсального «Бустилат-М».

Максимальное значение прироста прочности (5...12%) относительно прочности образцов, твердевших в воздушно-сухих условиях без какого-либо ухода, было зафиксировано при применении раствора полимерной композиции концентрации 24,9%. Также было зафиксировано, что на поверхности бетона не образуется паро- и влагонепроницаемой пленки.

На основе анализа проведенных экспериментов было выявлено, что осредненный предел прочности при осевом сжатии ГТБ, покрытого раствором ПК различной концентрации, можно выразить следующей зависимостью (без учета статистических отклонений):

$$R = R_{ГТБ} \pm \Delta R = R_{ГТБ} + A_1 K^3 + A_2 K^2 + A_3 K, \quad (1)$$

где R – осредненный предел прочности бетона, покрытого раствором полимерной композиции, МПа;

$R_{ГТБ}$ – осредненный предел прочности при осевом сжатии неизменного ГТБ, МПа;

ΔR - прирост или уменьшение осредненного предела прочности ГТБ в сравнении с неизменным бетоном, МПа;

A_1, A_2, A_3 – коэффициенты для данной концентрации раствора ПК.

Увеличение или уменьшение осредненного предела прочности (ΔR) зависит от выполнения условий:

$$\text{если } R_{ГТБ} < R_{крит}, \text{ то } -\Delta R, \quad (2)$$

$$\text{если } R_{ГТБ} > R_{крит}, \text{ то } +\Delta R, \quad (3)$$

где $R_{крит}$ – относительная критическая прочность, при которой ГТБ не воспринимает деструктивные воздействия компонентов раствора ПК данной концентрации.

Графически это свойство (формулы (2) (3)) выражено на рис. 1 и 2 соответственно.

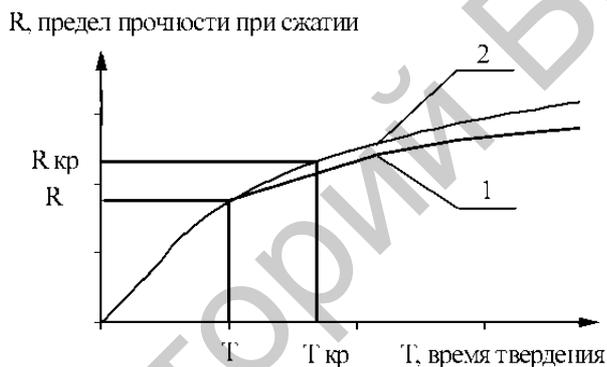


Рис. 1. Влияние раствора на прочность бетона при нанесении раствора на бетон, который не достиг критической прочности: 1 – зависимость предела прочности от времени твердения при деструктивном влиянии раствора на бетон (бетон к этому времени не приобрел определенной критической прочности); 2 – зависимость предела прочности от времени твердения бетона, твердевшего в аналогичных температурно-влажностных условия

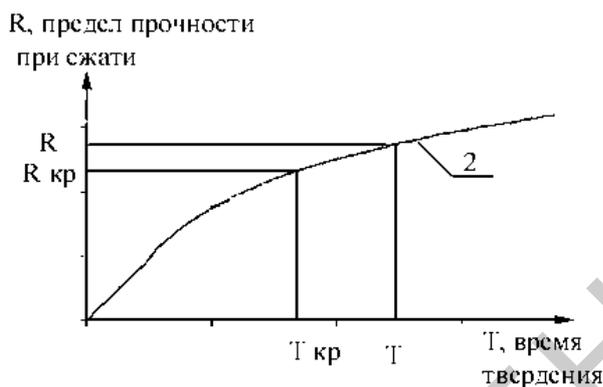


Рис. 2. Влияние раствора на прочность бетона при нанесении раствора на бетон, который уже достиг критической прочности:
2 – зависимость набора прочности от времени твердения бетона (раствор не влияет на прочность бетона).

Рядом литературных источников в отдельных случаях рекомендуется осуществлять первичный и вторичный уход за гидротехническим бетоном с помощью укрытия его полиэтиленовой пленкой, прижимая ее края. Однако это не всегда возможно или практически осуществимо из-за конструктивных особенностей ремонтируемого элемента или в силу природно-климатических особенностей времени строительства (наличия ветра). При наличии даже кратковременного и незначительного по площади контакта бетона с окружающей средой (что, практически, невозможно исключить полностью) влажность объема воздуха между пленкой и бетоном мгновенно падает вплоть до влажности окружающего воздуха. Поэтому укрытие пленкой недостаточно эффективно для ограничения влагопотерь. Даже слабая вентиляция поверхности гидротехнического бетона, обеспечивающая воздухообмен, значительно увеличивает влагопотери бетона, развивает влажностные деформации и ухудшает физико-механические свойства твердеющего бетона.

Приклеивание практически полностью устраняет недостатки вышеуказанной технологии, обеспечивая плотное прилегание пленки.

При необходимости проведения первичного и вторичного безвлажностного ухода за свежеложенным бетоном наиболее эффективно выполнять работы по методу «приклеивание полиэтиленовой пленки к прилегающей поверхности». Сущность этого метода заключается в том,

что полиэтиленовая пленка покрывает участок свежесуложенного бетона и приклеивается с использованием полимерной композиции к поверхности бетона, прилегающего к разрушенной части. После достижения возраста, при котором деструктивное воздействие влагопотерь и влажностных деформаций не оказывает влияния на свойства бетона, пленка удаляется. Возможно повторное использование пленки.

При необходимости повышения влагонепроницаемости внешней оболочки конструктивного элемента или защиты от агрессивного воздействия грунтовых вод после проведения ухода за бетоном по вышеуказанному методу пленка засыпается грунтом. Пленка не удаляется с поверхности бетона в течение всего срока эксплуатации конструктивного элемента или до появления необходимости ее удаления. Уход по этому методу может осуществляться за поверхностью, которую планируется засыпать грунтом. Этот метод ухода назван «приклеивание полиэтиленовой пленки к прилегающей поверхности на весь срок эксплуатации».

При необходимости проведения вторичного ухода за близкой к вертикальной и вертикальной, верхней горизонтальной поверхностью бетона наиболее оптимально выполнять работы по методу «приклеивание полиэтиленовой пленки всей поверхностью». Сущность этого метода заключается в приклеивании пленки к поверхности бетона, за которым планируется производить уход, и к прилегающей поверхности. В этом случае предотвращается прогиб по середине пленки в результате использования пленки большой площади и возникновения конденсата (при неплотном прилегании), который увеличивает вес пленки. Бетон к моменту приклеивания должен достичь прочности относительно деструктивного воздействия отдельных компонентов полимерной композиции. После достижения возраста, при котором деструктивное воздействие влагопотерь и влажностных деформаций не оказывает влияния на свойства бетона, пленка удаляется. Возможно повторное использование пленки.

При необходимости повышения влагонепроницаемости внешней оболочки конструктивного элемента или защиты от агрессивного воздействия грунтовых вод после проведения ухода за бетоном по вышеуказанному методу пленка засыпается грунтом. Уход по этому методу может осуществляться за поверхностью, которую планируется засыпать грунтом. Этот метод ухода назван «приклеивание полиэтиленовой пленки всей поверхностью на весь срок эксплуатации».

Плотное прилегание полиэтиленовой пленки к поверхности бетона ремонтируемого участка способствует нормальному протеканию про-

цессов гидратации цемента, обеспечивая достижение всех потенциально заложенных в бетонной смеси физико-механических показателей. При приклеивании пленки к бетону последний должен достигнуть определенной критической прочности относительно деструктивного воздействия отдельных компонентов раствора полимерной композиции. Результаты проведенных экспериментов выявили зависимости, приведенные ранее (формулы (1) – (3)).

При уходе за бетоном по разработанным методам одним из основных требований является высокая адгезия и сцепление полиэтиленовой пленки с бетоном. Были проведены соответствующие опыты по определению значений сил адгезии и сцепления. На основании полученных результатов экспериментов и их анализа были получены следующие результаты:

- применение растворов полимерной композиции с наиболее высокими показателями вязкости (диапазон концентраций раствора 37,4...24,9%) обеспечивает максимальные силы адгезии. При применении растворов с высокой вязкостью силы сцепления не увеличиваются;
- нанесение двух слоев на поверхность бетона или на поверхность пленки не приводит к увеличению сил адгезии и сцепления;
- применение раствора полимерной композиции в диапазоне концентраций 37,4...24,9% дает максимальные значения силы сцепления и адгезии;
- при приклеивании полиэтиленовой пленки к поверхности свежеуложенного бетона в возрасте 1...3 суток сцепление не зависит от возраста образцов (т. е. от прочности образца), а зависит от концентрации раствора;
- при применении раствора полимерной композиции на основе клея «Бустилат-М» производства ОАО «Энергия» значение адгезии для концентрации 24,9% выше на 10...15%, чем при использовании клея, производимого ОАО «БЗБХ». Это связано с более высокой вязкостью раствора этой концентрации. Значение силы сцепления не зависит от выбора использованного клея.

В этой главе приведен состав технологических мероприятий при производстве работ по уходу за гидротехническим бетоном по разработанным методам и приведен анализ экологических аспектов применения разработанных методов. На основании проведенного анализа был сделан вывод о том, что уменьшить потенциальную возможность загрязнения окружающей среды можно используя потенциально экологически безопасные методы ухода за бетоном по соответствующим технологиям. Применение ухода за бетоном по разработанным методам

обладает крайне незначительной экологической опасностью. Из использованных полимерных материалов только клей универсальный «Бустилат-М» является слаботоксичным веществом, относящимся к малоопасным веществам (к 4 классу опасности). Он является не горючим и не взрывоопасным продуктом. При работе с клеем «Бустилат-М» или водными растворами полимерной композиции на его основе не требуются специальные индивидуальные средства защиты, кроме общепринятых при производстве бетонных работ. Применение экологически наименее опасных разработанных методов ухода позволит снизить экологическую напряженность в местах проведения работ на гидротехнических сооружениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ данных обследования состояния гидротехнических сооружений свидетельствует о необходимости проведения значительных объемов работ по ремонту и восстановлению конструктивных бетонных и железобетонных элементов гидротехнических сооружений на мелиоративных системах для недопущения их прогрессирующего разрушения, полного выхода из строя и, как следствие, выхода из строя всей мелиоративной системы в целом, составной частью которой они являются [1], [3], [5] и [6].

2. Полимерная композиция (клей универсальный «Бустилат-М») и ее водные растворы неоднозначно воздействуют на кристаллическую решетку цементного камня. Установлено, что деструктивное воздействие полимерной композиции не оказывает отрицательного влияния на бетон при достижении им критической прочности [7], [9], [10] и [11].

3. Если свежееуложенный бетон к моменту взаимодействия с раствором полимерной композиции достиг критической прочности, то прочность бетона увеличивается за счет образования на поверхности полимерной пленки, а в поверхностном слое – бетонополимера. Образовавшаяся на поверхности бетона полимерная пленка и бетонополимер в поверхностном слое влаго- и паропроницаемы [4], [9] и [10].

4. При однократном нанесении раствора полимерной композиции концентрации 37,4...24,9% на поверхность полиэтиленовой пленки обеспечиваются максимальные значения силы адгезии и сцепления полиэтиленовой пленки с поверхностью гидротехнического бетона [9].

5. Уход за гидротехническим бетоном по методам, объединенным общим принципом «приклеивание полиэтиленовой пленки» с использованием раствора полимерной композиции концентрации 37,4...24,9%

обеспечивает достижение прочности в проектные сроки, не менее прочности образцов, твердевших в условиях, имитирующих оптимальный безвлажностный уход [7], [9], [10] и [11].

Список опубликованных работ

1. Основин В.Н., Дубяго Д.С. О необходимости своевременного ремонта и восстановления гидротехнических сооружений на мелиоративных системах // Проблемы мелиорации и водного хозяйства на современном этапе: Материалы международной научно – практической конференции, посвященной 80-летию высшего мелиоративного образования в Республике Беларусь. Ч. 1, Горки, 4 – 5 июня 1999 г./ Главное управление образования и кадров; Учебно-методический центр; Белорусская сельскохозяйственная академия. – Горки, 1999. – С. 137 – 141.
2. Основин В.Н., Дубяго Д.С. Экологические аспекты применения защитных малотоксичных пленкообразующих композиций // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель: Материалы международной научной конференции 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. – Минск, 2000. – С. 110 – 112.
3. Дубяго Д.С. Основные дефекты конструктивных элементов гидротехнических сооружений на мелиоративных системах // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию образования БГСХА, Горки, 2 – 3 июня 2000 г. / Главное управление образования и кадров; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2001. – С. 199 – 202.
4. Основин В.Н., Дубяго Д.С. Использование полимерной композиции на основе «Бустилат-М» для ухода за гидротехническим бетоном // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию образования БГСХА, Горки, 2 – 3 июня 2000 г. / Главное управление образования и кадров; Белорусская

- государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2001. – С. 203 – 207.
5. Основин В.Н., Дубяго Д.С. Резервы экономии цемента мелиоративными и водохозяйственными организациями // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию образования БГСХА, Горки, 2 – 3 июня 2000 г. / Главное управление образования и кадров; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2001. – С. 272 – 275.
 6. Основин В.Н., Дубяго Д.С. Характеристика и современное состояние мелиоративных систем и гидротехнических сооружений на них // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию образования БГСХА, Горки, 2 – 3 июня 2000 г. / Главное управление образования и кадров; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2001. – С. 114 – 118.
 7. Дубяго Д.С. Уход за гидротехническим бетоном методами, объединенными общим принципом «приклеивание полиэтиленовой пленки...» // Проблемы технологии производства строительных материалов, строительства зданий и сооружений, подготовки инженерных кадров для строительной отрасли: 8 Международный научно-практический семинар: Сб. док. науч. конф., Минск, 15 – 16 ноября 2001 г. / Белорусская государственная политехническая академия; Республиканский образовательный центр БГПА. – Минск, 2001. - С. 75 - 79.
 8. Дубяго Д.С. Экологические аспекты применения различных способов защиты свежесушеного гидротехнического бетона // Природа, человек и экология: Материалы 5-й международной научной конференции студентов и аспирантов, Горки, 8 – 10 ноября 2001 г. / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. Белорусский координационный центр научно-исследовательской работы студентов; Белорусская сельскохозяйственная академия. – Горки, 2001. – С. 56.
 9. Основин В.Н., Дубяго Д.С. Методы безвлажного ухода за гидротехническим бетоном // Научно-теоретический журнал. Вестник Брестского политехнического университета; Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и экология. – 2001. –

№ 2 (8). – С. 84 - 86.

10. Дубяго Д.С. Уход за гидротехническим бетоном по методам «приклеивание полиэтиленовой пленки...» // Потенциал науки – развитию промышленности, экономики, культуры, личности: Материалы 55-й научно-технической конференции профессоров, преподавателей, научных работников и аспирантов БГПА. Т. 2, Минск, 5 – 8 фев., 2002 г. / Белорусская государственная политехническая академия. – Минск, 2002. – С. 40 - 45.
11. Основин В.Н., Дубяго Д.С. О критерии окончания вторичного ухода за гидротехническим бетоном // Экологические проблемы мелиорации: Международная научная конференция (Костяковские чтения), Москва, 27 – 28 марта 2002 г. / Российская академия сельскохозяйственных наук / Отделение мелиорации, водного и лесного хозяйства; Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова. – Москва, 2002. – С. 374 – 376.

РЭЗІЮМЕ

Дубяга Дзмітрый Святаслававіч

Догляд за бетонам

з выкарыстаннем поліэталенавай пленкі пры рамонце лакальных
пашкоджанняў гідратэхнічных будынкаў

Догляд, гідратэхнічны бетон, прыклеіванне поліэтыленавай
плёнкі.

Аб'ектам даследаванняў з'яўлялася лакальныя пашкоджанні
бетонных і жалезабетонных конструктыўных элементаў гідратэхнічных
будынкаў. Прадметам даследаванняў з'яўлялася ацэнка ўздзеяння
палімернай кампазіцыі на аснове латэксу сінтэтычнага тыпу СКС і
натрый-карбометылцэлюлозы тэхнічнай маркі КМЦ на трываласць
гідратэхнічнага бетону і на яго вільгастраты пры зацвярдзенні на
адкрытым паветры.

Мэтай даследаванняў з'яўлялася тэрэтычнае абгрунтаванне і
выпрацоўка практычных рэкамендацый, якія забяспечваюць эфектыўны
бязвільгацевы догляд за бетоном пры рамонтна-узнаўляльных работах
на гідратэхнічных будынках па наступных метадыках:

а) «прыклеіванне поліэтыленавай плёнкі да прылягаючай паверх-
ні» (першасны і другасны догляд за бетоном);

б) «прыклеіванне поліэтыленавай пленкі ўсёй паверхняй» (дру-
гасны догляд за бетоном);

в) «прыклеіванне поліэтыленавай плёнкі да прылягаючай паверхні
на ўвесь час эксплуатацыі» (першы і другасны догляд за бетоном і
павелічэнне воданепранікальнасці элемента з боку прылягаючага
грунту);

г) «прыклеіванне поліэтыленавай плёнкі ўсёй паверхняй на ўвесь
час эксплуатацыі» (другасны догляд за бетоном і павелічэнне вода-
непранікальнасці элемента з боку прылягаючага грунту).

Для выканання дысертацыйнай работы прымяняліся метады паля-
вых візуальных і лабараторных даследаванняў.

Навізна даследаванняў заключаецца ў тым, што распрацаваны
метады догляду за гідратэхнічным бетоном і атрыманы вынікі
даследаванняў уплыву раствору палімернай кампазіцыі і яе водных рас-
твораў на трываласць бетону і яго вільгацестраты ў працэсе
зацвярдзення на адкрытым паветры.

РЕЗІЮМЕ

Дубяго Дмитрий Святославович
Уход за бетоном

с использованием полиэтиленовой пленки при ремонтах локальных повреждений гидротехнических сооружений

Уход, гидротехнический бетон, приклеивание полиэтиленовой пленки.

Объектом исследований являлись локальные структурные повреждения бетонных и железобетонных конструктивных элементов гидротехнических сооружений. Предметом исследований являлась оценка влияния полимерной композиции на основе латекса синтетического типа СКС и натрий-карбометилцеллюлозы технической марки КМЦ на прочностные свойства бетона и влагопотери на различных стадиях процесса твердения на открытом воздухе. Целью исследований являлось теоретическое обоснование и выработка практических рекомендаций, обеспечивающих эффективный безвлажностный уход за бетоном при ремонтно-восстановительных работах на гидротехнических сооружениях по следующим методам:

а) «приклеивание полиэтиленовой пленки к прилегающей поверхности» (первичный и вторичный уход за бетоном);

б) «приклеивание полиэтиленовой пленки всей поверхностью» (вторичный уход за бетоном);

в) «приклеивание полиэтиленовой пленки к прилегающей поверхности на весь срок эксплуатации» (первичный и вторичный уход за бетоном и увеличения водонепроницаемости элемента со стороны прилегающего грунта);

г) «приклеивание полиэтиленовой пленки всей поверхностью на весь срок эксплуатации» (вторичный уход за бетоном и увеличения водонепроницаемости элемента со стороны прилегающего грунта).

Для выполнения диссертационной работы использовались методы полевых и лабораторных исследований.

Новизна исследований состоит в разработке методов ухода за гидротехническим бетоном и результатах исследований влияния раствора полимерной композиции и ее водных растворов на прочностные свойства бетона и его влагопотери в процессе твердения на открытом воздухе.

SUMMARY

Dubjago Dmitry Svjatoslavovich
«Curing of concrete with use of a polyethylene film at repairs
of local damages of hydrotechnical constructions»

Maintenance, hydraulic concrete, glueing of a polyethylene film.

Object of probes were local structural damages of concrete and reinforced-concrete structural members of hydrotechnical constructions. A subject of probes was the assessment of influence of a polymeric composition on the basis of a latex of synthetic type SKS and natrium carbomethylcellulose technical marks CMC on a mechanical properties of concrete and on loss of waters at different stages of process of concreting in the open air. The purpose of probes was the theoretical substantiation and a yield of the practical recommendations ensuring efficient curing of concrete without use of water at reclamation activities on hydrotechnical constructions on following methods:

- a) «Glueing of a polyethylene film to an abutting surface» (primary and secondary curing of concrete);
- b) «Glueing of a polyethylene film by all surface» (secondary curing of concrete);
- c) «Glueing of a polyethylene film to an abutting surface on all serviceable life » (primary both secondary curing of concrete and increases of water tightness of an element on the part of an accumbent ground);
- d) «Glueing of a polyethylene film by all surface on all serviceable life» (secondary curing of concrete and increases of water tightness of an element on the part of an accumbent ground).

For fulfilment of dissertational activity methods of field and laboratory probes were used.

Novelty of probes will consist in development of methods of maintenance behind a hydraulic concrete and outcomes of probes of influence of a solution of a polymeric composition and its water solutions on a mechanical properties of concrete and his leakage of water during concreting in the open air.

Научное издание

ДУБЯГО Дмитрий Святославович

УХОД ЗА БЕТОНОМ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ
ПРИ РЕМОНТАХ ЛОКАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

05.23.07 – Гидротехническое строительство

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Редактор Т.Н.Микулик
Компьютерная верстка Н.А.Школьниковой

Подписано в печать 16.04.2004.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 1,2. Уч.-изд. л. 0,9. Тираж 100. Заказ 83.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия ЛВ №155 от 30.01.2003. 220013, Минск, проспект
Ф.Скорины, 65.