

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины

Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

На правах рукописи

ПАЛИЙ Виктор Владимирович

УДК 666.972.12

**ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫЙ РАСТВОР ДЛЯ ЗАЩИТЫ И РЕМОНТА
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

Специальность 05.23.05 – строительные материалы и изделия

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор

ПШИНЬКО Александр Николаевич

Днепропетровск 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
РАЗДЕЛ 1 Критический анализ состояния конструкций и материалов зданий и сооружений на железных дорогах Украины и исследование причин их повреждений	16
1.1 Критический анализ основных воздействий, повреждающих и разрушающих конструкции и поверхность зданий и сооружений на железных дорогах Украины	16
1.2 Исследование состояния наиболее поврежденных зданий и сооружений на участках железнодорожного пути, электрифицированных постоянным током	20
1.2.1 Состояние конструкций зданий вокзалов	20
1.2.2 Состояние бетонных и железобетонных конструкций высоких пассажирских платформ	24
1.3 Оценка степени влияния различных факторов на состояние указанных зданий и сооружений методом опроса специалистов	28
1.4 Усовершенствование схем попадания токов утечки на конструкции зданий и сооружений	30
1.4.1 Усовершенствование схемы попадания токов утечки на конструкции зданий	30
1.4.2 Усовершенствование схемы попадания токов утечки на конструкции высоких пассажирских платформ	31
1.5 Критический анализ современных представлений о закономерностях структурообразования полимерцементных растворов на	34

водорасворимых полимерах и водных дисперсиях	
1.6 Особенности формирование контактного слоя между бетоном старой поверхностью и полимерцементным раствором	43
1.7 Подготовка старой поверхности к нанесению защитного состава	45
1.8 Анализ свойств карбамидных и поливинилацетатных ПВА смол с точки зрения их применения для защиты и восстановления поверхности зданий и сооружений	46
1.8.1 Особенности применения карбамидных и поливинилацетатных смол	46
1.8.2 Электроизоляционные свойства карбамидной и ПВА смол	47
1.9 Особенности отверждения карбамидной смолы	50
1.10 Анализ существующих представлений и обоснование необходимости исследования деформационных свойств разрабатываемого полимерцементного раствора	52
Выводы по разделу 1	55
РАЗДЕЛ 2. Материалы и методы исследований	57
2.1. Характеристики применяемых материалов	57
2.2. Методы исследований	63
2.3. Обработка экспериментальных данных, построение и исследование математических моделей	68
Выводы по разделу 2	71
РАЗДЕЛ 3. Экспериментально-теоретическое обоснование и разработка полимерцементного раствора оптимального состава	72
3.1 Развитие представлений о механизмах взаимодействия карбамидной смолы с цементом	72
3.1.1 Обоснование необходимости развития представлений о	72

механизмах взаимодействия карбамидной смолы с цементом	
3.1.2 Механизм взаимодействия карбамидной смолы с частицами цемента	73
3.2 Геометрические и электроповерхностные характеристики структурных элементов ПЦР	77
3.3 Структурные характеристики ПЦР (мезоуровень)	87
3.4 Обоснование оптимальных структурных характеристик ПЦР	90
3.5 Определение величин оптимальных структурных характеристик	93
3.6 Механизм действия карбамидной смолы на подвижность ПЦР	96
3.7 Определение оптимального состава ПЦР	97
3.7.1 Вывод формул для определения оптимального состава ПЦР	97
3.7.2. Определение оптимального состава ПЦР	99
3.8 Экспериментальная проверка разработанных представлений о механизмах взаимодействия карбамидной смолы и дисперсии ПВА с цементом в ПЦР	100
3.8.1 Экспериментальная проверка разработанных представлений о механизмах влияния карбамидной смолы на прочностные характеристики ПЦР	100
3.8.2 Экспериментальная проверка разработанных представлений о механизме влияния карбамидной смолы на условную вязкость ПЦВ	104
3.8.3 Экспериментальная проверка влияния карбамидной смолы на время гелеобразования ПЦВ и выбор отвердителя	106
3.9 Экспериментальное определение реологических и прочностных	108

характеристик разработанного ПЦР и установление допустимых интервалов содержания материалов	
3.10 Разработка математических моделей и исследование на ее основе подвижности и сроков схватывания полимерцементной смеси	109
3.11 Разработка математических моделей и исследование на их основе прочностных характеристик модифицированного полимерцементного камня	114
3.12 Сравнительные испытания и выбор наиболее эффективных материалов для разработанного полимерцементного раствора оптимального состава	124
3.13 Исследование влияния консистенции «нового» полимерцементного раствора на прочность сцепления со«старым» основанием	125
3.14 Проверка оптимальности подвижности и уточнение содержания карбамидной смолы в полимерцементном растворе	126
3.15 Экспериментальная проверка электросопротивления ПЦРК и его составляющих	127
Выводы по разделу 3	132
РАЗДЕЛ 4 Экспериментальные исследования разработанного полимерцементного раствора на карбамидной смоле	134
4.1 Исследование плотности структуры контактной зоны между полимерцементным раствором и старым бетоном	134
4.2 Физико-химические исследования фазового состава, структуры и механизма взаимодействия золы с продуктами гидратации цемента и	136

карбамидной смолой	
4.2.1 Исследование кинетики гидратации полимерцементного вяжущего на карбамидной смоле	136
4.2.2 Исследование фазового состава цементного камня с золой уноса с помощью рентгенофазового анализа	138
4.2.3 Электронно-микроскопические исследования микро и субмикроструктуры цементного камня с золой уноса	142
4.3 Экспериментальные исследования эксплуатационных свойств разработанного полимеркомпозиционного состава	152
4.3.1 Исследование прочность сцепления разработанного полимерцементного раствора со «старой» бетонной поверхностью	152
4.3.2 Экспериментальные исследования деформаций набухания и усадки разработанного полимерцементного раствора	155
4.3.3 Исследования термических деформаций разработанного полимерцементного состава	156
4.3.4 Исследование морозостойкости и водостойкости разработанного полимерцементного раствора	158
Выводы по разделу 4.....	160
РАЗДЕЛ 5 Производственные испытания и внедрение результатов исследований	163
5.1 Разработка раздела «Приготовление и применение ПЦВК и ПЦРК для ремонта и защиты конструкций зданий и сооружений станционных комплексов» «Рекомендаций по защите и усилению зданий и сооружений станционных комплексов, разрушающихся от совместного воздействия электрического тока, вибрации, грунтовых вод»	163

.....	
5.1.1 Области применения ПЦВК и ПЦРК для ремонта и защиты конструкций зданий и сооружений	164
.....	
5.1.2 Разработка технологической схемы приготовления полимерцементного вяжущего и полимерцементного раствора с карбамидной смолой	164
.....	
5.2 Разработка технологии защиты и восстановления наружных бетонных и каменных конструкций зданий и сооружений разработанными ПЦВК и ПЦРК	166
.....	
5.3 Разработка конструктивно-технологических решений по защите и восстановлению конструкций стационарных подземных переходов с применением ПЦВК в металлоинъекционной обшивке	170
5.4 Разработка и производственные испытания комплексной технологии защиты и усиления конструкций высоких пассажирских платформ с применением ПЦРК в металлоинъекционной полуобойме	171
5.4.1 Защита от электрокоррозии и восстановление железобетонных плит высоких пассажирских платформ	171
5.4.2 Защита от электрокоррозии и усиление бетонных опор	173
5.4.3 Производственно-эксплуатационные испытания ПЦРК при защите и усилении бетонных опор высоких пассажирских платформ на электрифицированном участке железнодорожного пути	174
.....	
5.5 Технико-экономическое обоснование применения модифицированных цементно-полимерных растворов для ремонта наружных бетонных и каменных поверхностей зданий и сооружений	177

.....	
Выводы по разделу 5	180
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	183
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	187
ПРИЛОЖЕНИЯ	199

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Министерством инфраструктуры Украины и Государственной администрацией железнодорожного транспорта Украины «Укрзалізниця» продолжается реализация программ восстановления и ремонта зданий, служебно-технических и инженерных сооружений, обеспечивающих функционирование транспортных магистралей. Выполнение этой программы должно обеспечить движение транспортных потоков несмотря на возраст и техническое состояние зданий и сооружений.

Со времени возведения многих зданий и сооружений прошли десятки лет. За это время под воздействием различных разрушающих факторов большинство из них пришли в неудовлетворительное состояние. Об этом свидетельствуют последние обследования зданий и сооружений.

Основная часть эксплуатируемых зданий и сооружений требует капитального ремонта.

Особенно подвержены разрушению здания и сооружения и их отдельные элементы, эксплуатируемые в непосредственной близости от железнодорожных путей [1-4].

В зданиях и сооружениях, расположенных вдали от железных дорог повреждения происходят под влиянием природных и антропогенных агрессивных факторов. Среди них основными являются попеременное увлажнение и высыхание, замораживание и оттаивание, механические воздействия пылевидных частиц, химические и биологические воздействия. Смачивание бетона приводит к его набуханию, а высыхание – к усадке, что является причиной появления микротрещин в бетоне с их последующим увеличением. Замерзание воды в порах бетона, сопровождается увеличением ее объема на 9–10 %. В результате этого происходит заполнение частью воды свободных пор бетона, остальная замерзшая вода вызывает разрушение его структуры. Кроме всего перечисленного, бетон подвержен воздействию агрессивных веществ, растворенных в воде атмосферных осадков и воздухе.

Разрушение бетона, как правило, начинается с шелушения бетонной поверхности и отслоения растворной составляющей бетона. Затем повреждение распространяется в тело бетона, способствуя образованию каверн. [1, 5-7].

В отличие от удаленных, здания и сооружения вблизи железнодорожных путей, электрифицированных постоянным током, подвержены намного более интенсивным повреждениям. Но в еще большей степени подвергаются повреждениям и разрушениям конструкции при сочетании постоянных токов утечки и обводнения [8]. Имеются разработки, свидетельствующие о разрушающем действии на конструкции в условиях обводнения и переменного тока [9, 10]. Как считается, переменный ток не представляет опасности для любых конструкций, а обычный постоянный ток является опасным лишь для железобетонных конструкций, вызывая электрокоррозию арматуры, продукты коррозии которой затем разрушают защитный слой бетона.

В соответствии с исследованиями УкрГАЖТ разрушающее действие токов утечки на железнодорожном (и другом рельсовом транспорте), обусловлено их импульсным режимом подачи в такт с движением поездов. При этом постоянный ток, по существу, является не обычным постоянным, а пульсирующим однонаправленным. В условиях обводненных конструкций такой ток вызывает электрокоррозию не только железобетонных конструкций, а и бетонных неармированных, а также каменных. Ток утечки с рельсов попадает на конструкции через перроны, платформы, а также грунт между рельсовыми путями и зданиями и сооружениями. Разрушающее воздействие токов усиливается во время дождя и снеготаяния.

Наиболее часто для восстановления поверхности бетона применяется оштукатуривание и торкретирование. Как показывает опыт, использовать традиционные цементные растворы в условиях действия токов утечки и обводнения малоэффективно. Цементные растворы и отремонтированные ими конструкции в этих условиях недолговечны. Для обеспечения их

долговечности ремонтный материал должен иметь высокие показатели износостойкости, водонепроницаемости, морозостойкости, коррозионной стойкости, адгезии к поверхности старого бетона.

Особо важное значение приобретает в указанных условиях низкая электропроводность (высокое электросопротивление) раствора для уменьшения токов утечки, распространяющихся по конструкциям.

Критический анализ литературных источников показывает, что всему этому комплексу требований наилучшим образом удовлетворяют полимерцементные (или цементно-полимерные) растворы (поливинилацетатные, резорциновые, карбамидные, фенолоформальдегидные и др) [11-22].

В научной и технической литературе используются оба термина - полимерцементные и цементно-полимерные растворы практически с одинаковым смыслом. Однако чаще используется первый. Согласно стандарту СЭВ 4419-83 [23] полимерцементный раствор (бетон) - раствор (бетон), состоящий из цемента, добавок полимера и заполнителя: песка (щебня). В таком определении этот термин соответствует и термину, данному в Большой Советской энциклопедии [24]. В связи с изложенным в дальнейшем тексте будет использоваться термин полимерцементные растворы.

Для применения в различных регионах Украины наибольший интерес в качестве полимерной добавки в бетоны и растворы представляют карбамидные смолы, т.к. они дешевле, малотоксичны (применяются в мебельной промышленности) и производятся в Украине. При этом по своим физико-механическим характеристикам они почти не уступают другим видам полимеров. К настоящему времени накоплен ряд опытных данных по исследованию свойств и разработке рецептов различных карбамидных композитов. Однако, эти исследования не освещают вопросы защиты, ремонта и восстановления зданий и сооружений в условиях действия токов утечки и обводнения на железнодорожном транспортных.

Связь работы с научными программами, планами, темами.

Исследования выполнены в составе научно-исследовательскими работами:

- «Систематизация пластифицирующих добавок для бетонов, которые используются в транспортном строительстве, и определение их технических свойств» (№ГР 0107U001828, госбюджетная, выполнена по заказу Министерства транспорта и связи Украины в 2007–2008 гг.);
- «Разработка ВСН «Проектирование, строительство и эксплуатация зданий и служебно-технических сооружений при скоростном и высокоскоростном движении поездов» (№ГР 0107U010384, выполнена по заказу Государственной администрации железнодорожного транспорта Украины «Укрзалізниця» в 2006–2008 гг.);
- «Исследования и разработка модифицированных составов для ремонта зданий и инженерных сооружений, которые эксплуатируются на железнодорожном транспорте», (№ГР 108U008048, выполнена по заказу ГП «Одесская железная дорога» в 2008–2009 гг.).

Автор выполнял работы по разработке и исследованию полимерцементных растворов для ремонта зданий и сооружений, которые эксплуатируются на железных дорогах.

Цель и задачи исследований

Целью диссертации является разработка и оптимизация составов полимерцементных растворов для защиты от электрокоррозии и ремонта зданий и инженерных сооружений, которые эксплуатируются на железных дорогах.

Для достижения этой цели решались следующие задачи:

- проведение процессов разрушения поверхности зданий и инженерных сооружений из камня и бетона, расположенных рядом с железнодорожными путями, в том числе электрифицированными

постоянным током, установление закономерностей структурообразования полимерцементных растворов;

- исследование геометрических и электроповерхностных, а также электроизоляционных свойств составляющих и самих полимерцементных растворов;

- исследование зависимостей реологических свойств полимерцементных растворов и прочностных характеристик модифицированного полимерцементного камня от их состава и других факторов;

- исследование влияния состава модифицированного полимерцементного раствора на эксплуатационные свойства ремонтного слоя;

- исследование адгезии модифицированных полимерцементных растворов к поверхности бетона;

- исследование электрокоррозионной стойкости полимерцементных растворов;

- разработка составов и технологии изготовления модифицированных полимерцементных смесей, их производственная проверка и внедрение при ремонтно-восстановительных работах на зданиях и сооружениях, эксплуатируемых на железных дорогах.

Объект исследования – модифицированные полимерцементные растворы на основе карбамидной смолы для восстановления поверхности зданий и сооружений, эксплуатируемых на железных дорогах.

Предмет исследования – свойства, явления и процессы и взаимодействия в полимерцементных растворах на основе карбамидной смолы для ремонта зданий и сооружений железных дорог.

Методы исследований

Реологические свойства растворов определялись путем изучения подвижности смесей и сроков их схватывания. Исследование прочностных характеристик растворного камня производилось путем его испытаний на сжатие и изгиб. Оптимизация составов производилась с помощью математического моделирования. Исследование физических и эксплуатационных свойств растворов производилось путем исследования их водопоглощения, водонепроницаемости, износостойкости.

Деформативные свойства растворов изучались путем определения коэффициента линейного температурного расширения и показателя усадки растворного камня.

Адгезия растворов к поверхности бетона и камня определялась путем испытаний на отрыв.

Научная новизна полученных результатов:

- определены субмикроструктурные геометрические и электроповерхностные характеристики составляющих полимерцементного раствора на карбамидной смоле с добавкой золы-уноса, углублены представления о

механизмах влияния смолы и золы уноса на процессы гидратации и структурообразования цемента в этих растворах;

- разработаны модели зависимости реологических и прочностных характеристик модифицированных полимерцементных растворов от их состава, позволяющие оптимизировать их составы;
- установлены интервалы соотношения карбамидной смолы и наполнителя, в пределах которых достигаются наилучшие показатели подвижности растворной смеси и прочности растворного камня;
- определены особенности формирования контактной зоны «бетонная (каменная) поверхность – полимерцементный раствор», которые выражаются в укреплении межфазного слоя за счет оптимального наполнения системы, что приводит к увеличению прочности сцепления ремонтного слоя с бетонной или каменной поверхностью сооружения (усовершенствовано);
- установлены особенности формирования деформативных свойств модифицированных полимерцементных растворов, совместимых с показателями бетона или камня ремонтируемого сооружения, что достигается управлением процессом структурообразования полимерцементного раствора.

Практическое значение полученных результатов:

- разработаны оптимальные составы модифицированных полимерцементных растворов на основе портландцемента и карбамидной смолы для восстановления поверхности зданий и сооружений, эксплуатируемых на железных дорогах;
- разработаны основы технологии торкретирования поверхности бетона или камня модифицированным полимерцементным раствором;
- доказана экономическая эффективность применения модифицированных полимерцементных растворов для восстановления поверхности зданий и сооружений, эксплуатируемых на железных дорогах;

- результаты исследований внедрены в разработанном ВСН В 2.3-1-2008 Проектирование, строительство и эксплуатация зданий и служебно-технических сооружений при скоростном и высокоскоростном движении поездов.

Личный вклад соискателя:

- проведен анализ процессов повреждения поверхности бетона и камня, а также материалов для ее восстановления, критически проанализированы современные представления о закономерностях структурообразования полимерцементных растворов;
- исследованы и оптимизированы реологические, а также прочностные свойства модифицированных полимерцементных растворов;
- исследованы физические, эксплуатационные и деформативные свойства разработанных полимерцементных растворов, принятых для восстановления поверхности зданий и сооружений, эксплуатируемых на железных дорогах;
- изучены изменения прочностных и адгезионных характеристик разработанных полимерцементных растворов при различных условиях эксплуатации;
- рекомендованы рецептуры для восстановления поверхности бетона или камня зданий и сооружений и разработаны основные положения технологии проведения ремонтно-восстановительных работ способом торкретирования.

Апробация результатов диссертации

Основные положения и результаты работы доложены на конференциях: Всеукраинской научно-технической конференции «Современные технологии бетона» (г. Киев, ГП НИИСК, 2009); Международной научно-технической конференции кафедр академии и специалистов железнодорожного транспорта и предприятий (, г. Харьков, УкрГАЖТ, 2009); Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта» (г. Днепропетровск, ДНУЗТ, 2010); Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения» (АР Крым, г. Алушта, 2010).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 8 научных изданиях, которые утверждены перечнем ВАК Украины.

Список использованных источников

1. Пшінько О.М. Будівельне матеріалознавство на транспорті; [Підручник] / О.М.Пшінько [та ін.] - Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац.. ун-ту. залізн.. трансп. 2010. – 624 с.
2. Пшінько О.М. Систематизація дефектів залізобетонних штучних споруд та способів їх усунення / О.М.Пшінько, К.І.Солдатов, А.В.Краснюк, П.О.Пшінько // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту – Вип № 22 - Дніпропетровськ, 2008. – С.106-113.
3. Пшинько А.Н. Проблема восстановления искусственных транспортных сооружений / А.Н.Пшинько, Н.Н.Руденко // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: GAUDEAMUS.– 2000. – Вып. 10. – С. 328–331.
4. Пшинько А.Н. Подводное бетонирование и ремонт искусственных сооружений / А.Н.Пшинько. – Днепропетровск: Пороги, 2000. – 411 с.
5. Евграфов Г.К. Содержание и реконструкция мостов / Г.К.Евграфов, В.О.Осипов – М.: Транспорт, 1964. – 158 с.
6. Опыт восстановления гидроизоляции стен бердянского железнодорожного вокзала / Савицкий Н.В., Пшинько А.Н., Крисько В.В., Савицкий А.Н. [та ін.] // Сб. науч. тр.: Строительство. Материаловедение машиностроение; - Вып. № 25. – Дн-вск: ПГАСиА, 2003 – С.85-89.
7. Количественная система диагностики, оценки качества, технического состояния несущих строительных конструкций зданий и сооружений / Н.В.Савицкий, А.Н. Пшинько, Н.А. Швец, Е.Ю. Худолей [та ін.] // Сб.научн. тр.:Диагностика в строительстве. Вып.18, - Днепропетровск: ПГАСиА, 2002. – с.170-174.
8. Research of influence of leakage currents and stray currents / A.N. Plugin, A.A. Plugin, O. Plugin, O. Dudin, O. Borzyak // 17 International Baustofftagung 23-26 September 2009/ - Weimar^ Bundesrepublik Deutschland/ - Tagungsbericht. – В. 2. - Р. 2-1151-1156.

9. Исследование влияния переменного электрического поля в бетоне на его электрокоррозию / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, А.А.Дудин, Ал.А.Плугин, О.С.Борзяк, А.А.Конев // Вісник ОДАБА.- Одеса, 2010.- Вип.43.- С.517-524.
10. Дудин А.А. Механизм воздействия переменного тока утечки и высоковольтного напряжения на обводнённые бетонные, железобетонные и каменные сооружения: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. - Харьков: УкрГАЖТ. – 2012. - 275 с.
11. Bordeleau D. Comparative study of latex-modified concretes and normal concretes subjected to freezing and thawing in the presence of a decider salt solution / Bordeleau D., Pigeon M., Vanthia N. // ACI Materials Journal. – 1992. - Vol. 89, №. 6. – P. 547–553.
12. Вяземская Н.И. Применение эпоксидных полимербетонов для ремонта гидротехнических сооружений / Вяземская Н.И., Калинин Е.В. // Перспективы применения бетонополимеров и полимербетонов в строительстве. – М.: НТО Стройиндустрия. – 1976. – С. 34–37.
13. Vipulanandan C. Analysis of fracture parameters of polymer concrete / Vipulanandan C., Dharmarajan N. // ACI Materials Journal. – 1989. – Vol. 86, № 4. – P. 383–393.
14. Елшин М.М. Полимербетоны в гидротехническом строительстве / М.М.Елшин – М.: Стройиздат, 1980. – 192 с.
15. Елшин И.М. Полимерные материалы в ирригационном строительстве./ И.М. Елшин – М.: Колос, 1974. – 257 с.
16. Кавешников Н.Т. Эксплуатация и ремонт гидротехнических сооружений. / Н.Т.Кавешников – М.: Агропромиздат, 1989. – 272 с.
17. Касимов И.К. Основы модификации бетонов термопластичными композициями / И.К. Касимов– М.: Стройиздат, 1981. – 144 с.
18. Пат. 99052957, МПК 6 С 04 В 26/00. Полімерцементна суміш / О.М. Пшінько, В.М. Пунагін, Н.М. Руденко, А.В. Краснюк, О.В. Громова (Україна); Заявл. 28.05.99; Опубл. 15.02.2000, Бюл.№1. – 4 с.

19. Попов К.Н. Полимерные и полимерцементные бетоны, растворы и мастики / К.Н.Попов – М.: Стройиздат, 1987. –72 с.
20. Самигов Н.А. Технология карбамидного полимербетона / Н.А.Самигов, В.И. Соломатов – Ташкент: ФАН, 1987. – 104 с.
21. Соломатов В.И. Армополимербетон в транспортном строительстве / В.И. Соломатов – М.: Транспорт, 1979. – 232 с.
22. Соломатов В.И. Полимерные композиционные материалы в строительстве / В.И.Соломатов, А.Н.Бобрышев, Н.Г.Химмлер – М.: Стройиздат, 1988. – 312 с.
23. СТ СЭВ 4419-83. Защита от коррозии в строительстве. Конструкции строительные. Термины и определения.
24. Проведення досліджень і розробка рекомендацій із захисту та підсилення конструкцій пасажирських платформ на електрифікованих ділянках залізниць. Звіт з НДР за договором №25/11-ЦТех-75/2011-ЦЮ. – Харків: УкрДАЗТ, 2011.
25. Галузеві будівельні норми України (проект). Споруди транспорту. Захист будівельних конструкцій та споруд залізничного транспорту від агресивних дій. ГБН 2.3-.....-201. -...
26. ДБН Д.2.2–13–99. Захист будівельних конструкцій та устаткування від корозії. – Введ. 01.02.2000. – К.: Держбуд України, 2000.– 88 с.
27. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво / Рунова Р.Ф., Гоц В.І., Назаренко І.І., Сівко В.Й., Шилюк П.С., Старчук В.Н., Братчун В.І., Плугін А.М., Саницький М.А. – К: УВПК «ЕксОб», 2008. – 355 с.
28. Новая комплексная технология гидроизоляции и усиления разрушающихся тоннелей / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, С.В. Мирошниченко, О.А. Калинин. - УкрІНТІ. - Рег. № 0606u000058. – Харьков, 2005 г. – 56 с.
29. Новая комплексная технология гидроизоляции и усиления разрушающихся тоннелей / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, С.В. Мирошниченко, О.А. Калинин. - УкрІНТІ. - Рег. № 0606u000058. – Харьков, 2005 г. – 56 с.

30. Дослідження та розробка рекомендацій із захисту та підсилення будівель та споруд станційних комплексів, що руйнуються від спільної дії електричного струму, вібрації, ґрунтових вод. Звіт за Договором № 24/08-ЦТех-319/08-ЦЮ від 30.04.2008 р. – Харків: УкрДАЗТ, 2008.
31. Берлин А.А. Основы адгезии полимеров / А.А.Берлин, В.Е.Басин – М.: Химия, 1974. – 391 с.
32. Ратинов В.Б. Добавки в бетон / В.Б.Ратинов, Е.И.Розенберг– М.: Стройиздат. 1989.- 207 с.
33. Батраков В.Г. Комплексные модификаторы свойств бетона / В.Г. Батраков // Бетон и железобетон. 1977. - № 7. – С. 32-36.
34. Батраков В.Г. Повышение долговечности бетона добавками кремнийорганических полимеров / В.Г.Батраков - М.: Стройиздат, 1968. – 187 с.
35. Ушеров-Маршак А.В. Добавки в бетон. Систематика и оценка эффективности / А.В.Ушеров-Маршак, И.А.Залуцкая // Строительные материалы и изделия. – 2005. -№3. – С.15-18.
36. Бутт Ю.М. Вяжущие вещества с активными добавками / Ю.М.Бутт, Т.М.Беркович - М.: Промстройиздат, 1953. – 213 с.
37. Пунагін В.М. Призначення складів гідротехнічного бетону / В.М.Пунагін, О.М.Пшінько, Н.М.Руденко - Дніпропетровськ: Арт-Прес, 1998. -213 с.
38. Хигерович М.И. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цементов, растворов и бетонов / М.И. Хигерович, В.Е. Байер - М.: Стройиздат, 1979. – 217 с.
39. ДСТУ Б В.2.7-65-97. Будівельні матеріали. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Класифікація. - На заміну ГОСТ 24211-91; Чинний від 01.01.97. - К.: Держкоммістобудування України, 1997. - 10 с.
40. Гольденберг Л.Б. Влияние добавок на свойства песчаных бетонов / Л.Б. Гольденберг, С.Л. Оганесянц //Бетон и железобетон, № 10, 1981. – С.19-23.

41. Тарнаудский Г.М. Влияние гидрофобизирующих добавок на гидратацию портландцемента / Г.М. Тарнаудский // В кн.: Шестой международный конгресс по химии цемента. Т.3. - М.: Стройиздат, 1976. – С.18-22.
42. Краснюк А.В. Дослідження матеріалів для ремонту бетонних та залізобетонних транспортних споруд / Краснюк А.В., Заєць Ю.Л., Липняк В.П., Момот В.О. // Сб. научн. тр.: Строительство. Материаловедение. Машиностроение, вып. №30. – Дн-ск: ПГАСА, 2004. – С. 148-152.
43. Пшинько А.Н. Анализ материалов для восстановления зданий и сооружений на железнодорожном транспорте / Пшинько А.Н., Краснюк А.В., Палий В.В. // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта – Вып № 16 - Днепропетровск, 2007. – С.101-103.
44. Пшинько А.Н. Анализ факторов влияющих на прочность сцепления полимерных композиций с бетоном / Пшинько А.Н., Краснюк А.В., Савин Л.С., Палий В.В. // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта – Вып № 19 - Днепропетровск, 2007. – С.224-226.
45. Пшинько О.М. Застосування матеріалів та добавок для модифікації технологічних і експлуатаційних властивостей ремонтних составів спеціального призначення при ремонті будівель та інженерних споруд на транспорті / Пшинько О.М., Краснюк А.В., Громова О.В., Палий В.В. // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорта – Вип. № 24 - Дніпропетровськ, 2008. – С.134-138.
46. Воробьев В.А. Применение физико-математических методов исследования свойств бетона / Воробьев В.А., Кивран В.К., Корякин В.П. - М.:Высшая школа, 1987. – 234 с.

47. Юнг В.Н. Поверхностно-активные гидрофильные вещества и электролиты в бетонах. / Юнг В.Н., Тринкер В.Д. - М.:Госстройиздат, 1957. – 214 с.
48. Пшінько О.М. Використання полімерних добавок для модифікації властивостей ремонтних складів / Пшінько О.М., Краснюк А.В., Громова О.В., Палій В.В. // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування // Зб. наук. праць. Вип. 56, - Дніпропетровськ, ПДАБА, 2010. – С. 346-352.
49. Будівельне матеріалознавство: Підручник / Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., Барановський В.Б., Кочевих М.О., Гасан Ю.Г., Константинівський Б.Я., Ракша В.О. – К.: ТОВ УВПК “ЕксОб”, 2004. – 704 с.
50. Соломатов В.И. Полимерцементные бетоны и пластбетоны / Соломатов В.И.. –М.: Стройиздат, 1967. – 182 с.
51. Черкинский Ю.С. Полимер-цементный бетон / Черкинский Ю.С. – М.: Госстрой, 1960. – 147 с.
52. Саталкин А.В. Цементно-полимерный бетон / Саталкин А.В., Солнцева В.А., Попова О.С. – Л.: Стройиздат, 1971. – 169 с.
53. Trettin R. Reactivity and Mechanism of Hydration of Cement Phases / Trettin R. // Proceedings of the 10th International Congress of the Chemistry of Cement.- Gothenburg: Inform Trycket AB. - 1997.- Vol.2.- 2ii050.- 8p.
54. Kizlikovli E. Polymer concrete composites / Kizlikovli E. // Polym. Eng. and Sci. – 1981. – V.21, № 8. – P. 507-509.
55. Полиэтиленполиамин ПЭПА - ...и эпоксидно-гидентаиновую смолу ЭГ-10. www.bibliotekar.ru/.../8.htm.
56. Полимерцементные материалы на водорастворимых... www.bibliotekar.ru/.../30.htm.
57. Полимерные и полимерцементны бетоны, растворы и мастики. [www.allbeton.ru/.../полимерные и ...ки \(попов\).pdf](http://www.allbeton.ru/.../полимерные и ...ки (попов).pdf).
58. Плугин А.Н. Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: Монография

- в 3-х тт. Т.1. Коллоидная химия и физико-химическая механика цементных бетонов / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, Л.В.Трикоз, А.С.Кагановский, Ал.А.Плугин // К.: Наукова думка, 2011.- 336 с.
59. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – Л. Химия, Ленинградское отделение, 1984, 368с.
60. Поверхностно-активные вещества ПАВ. Полимерцементные мастичные... www.bibliotekar.ru/.../32.htm.
61. Вещества ПАВ. Полимерцементные мастичные составы, растворы... www.bibliotekar.ru/.../32.htm.
62. Кротова Н.А. Склеивание и прилипание / Кротова Н.А. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 135 с.
63. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин, Ф.М. Иванов, С.Н. Алексеев, Е.А. Гусев / Под ред. В.М. Москвина. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.
64. Chi M. Compatibility of cross-linked polymers with plasticizers, by glass tension temperature measurements and swelling tests // Polym. Sci. – 1981. - V. 19, № 7. - P. 1767—1779.
65. Глужге П.И. Торкретбетон и его применение в гидротехнике / Глужге П.И. – М.: Госстройиздат, 1959. – 245 с.
66. Друн П.Т. Торкрет бетон, торкрет цемент / Друн П.Т. – М.: Стройиздат, 1985. – 215 с.
67. Заяць Ю.Л. Використання полімерних матеріалів для ремонту бетону в зоні змінного рівня води / Заяць Ю.Л., Макаров Б.С., Сущенко В.В., Краснюк А.В. // Автомобильные дороги и дорожное строительство. – Киев: УГУ. – 2000. – № 59, – С. 59-61.
68. Дерягин Б.В. Адгезия твердых тел / Дерягин Б.В., Кротова Н.А.– М.: Изд. Акад. наук СССР, 1949. – 245 с.
69. Синтетические смолы. www.ranax.ru/text/b25/18/index.html.
70. ПЭ, ПК, ПММА, АБС, ПС, ПТФЭ, ПВХ, ПА: электрические свойства. www.kaprolon-alvis.ru/info/electro.html.

71. Под удельным поверхностным сопротивлением r_s [Ом] понимают...
sermir.narod.ru/lec/lect15.htm
72. Бернацкий А.Ф. Электрические свойства бетона / Бернацкий А.Ф., Целебровский Ю.В., Чунчин В.А. – М: Энергия, 1980. – 207 с.
73. Лейрих В.Э. Электроизоляционные свойства бетонов при разных условиях их эксплуатации / Лейрих В.Э., Гендин В.Я. // Электричество. – 1968. - №11. - . – С. 81-84].
74. Bogajewski W. Badania polowe nad wplywem dlugotrwalypadow ziemnozwarciowych na betonowe konstrukcje wsporcze linii srednich napiec/
Bogajewski W // Prace Naukowe Instytutu Energoelektryk Politechniki Wroclawskiej, 1972. - №13. P. 150-173.
75. Berendt O. Versuche uber den elektrischen Widerstand von anbevehrtem Beton / Berendt O., Wirtz K., Muller W. – Berlin: Ernst und sohn, 1911.
76. Краснюк А.В. Инъекционный способ ремонта надводной части опор мостов / Краснюк А.В. // Строительство.–Днепропетровск: ДИИТ.–1999.– Вып.7.–С.115–119.
77. ВБН А.3.1–1–2008 Управління, організація та технологія. Об'єкти залізничного транспорту. Особливості підтвердження готовності до експлуатації.
78. Журавлев В.Ф. Сцепление цементного камня с различными материалами / Журавлев В.Ф., Штейерт Н.П. // Цемент. – 1952. - №1. – С. 16-18.
79. Урьев Н.Б. Коллоидный цементный клей и его применение в строительстве / Урьев Н.Б., Михайлов Н.В. – М.: Стройиздат, 1967. – 175 с.
80. Александровский С.В. Набухание бетона при увлажнении / Александровский С. В. // Бетон и железобетон. – 1959. - № 10. – С. 45-47.
81. Yuan Y. S. Major factors influencing in performance of structural repair / Yuan Y. S., Marosszety, M. // ACI SP-128. – 1993. – 2. – Pp. 819-837.
82. Шейкин А.Е. Структура и свойства цементных бетонов / Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.

83. ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови
84. ДСТУ Б В.2.7-239:2010 "Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань" (EN 1015-11:1999, NEQ).
85. ДСТУ Б В.2.7-232:2010 "Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань.
86. ДСТУ Б В.2.7-48-96. Будівельні матеріали. Бетони. Базовий метод визначення морозостійкості. – На заміну ГОСТ 10060-87; Чинний від 01.04.97. – К.: Держкоммістобудування України, 1996. – 10 с.
87. ГОСТ 31356-2007 смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний
88. Круг Г.К. Статистические методы в инженерных исследованиях / Круг Г.К. – М.: Высшая школа, 1983. – 216 с.
89. ДСТУ Б В.2.7-185:2009 Цементи. Методи визначення нормальної густоти.
90. Лещинский М.Ю. Испытание бетона / Лещинский М.Ю. – М.: Стройиздат, 1980. – 360 с.67.
91. Попов Л.Н. Физико-механические испытания строительных материалов: Учеб. для подгот. рабочих на произ-ве / Попов Л.Н., Шмурнов И.К. – М.: Высш. шк., 1989.– 239 с.
92. Гусев Б.В. Математические модели процессов коррозии бетонов / Гусев Б.В.– М.: Стройиздат,1996.– 102 с.
93. ВИСКОЗИМЕТР ВЗ-1.
[www.standart-m.com.ua/izmeritelnye.../viskozimetry/viskozimetr-vz-...]
94. ДСТУ Б В.2.7-170:2008 Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності
95. ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона.

96. ГОСТ 13087–81. Бетоны. Методы определения истираемости Утв. и введен в действие постановлением Госстроя СССР от 22 мая 1981 г. N 76.
97. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / Вознесенский В.А. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.
98. Вознесенский В.А. Методические рекомендации по применению экспериментально-статистических моделей для анализа и оптимизации состава технологий и свойств композиционных материалов на основе щелочных вяжущих материалов / Вознесенский В.А., Кривенко П.В. – Киев: Минвуз, 1996. – 106 с.
99. Методические рекомендации «Методические рекомендации по... Download.ru/norm/SNiP/Data1/49/49329/index.htm.
100. Микрокремнезем (микросилика), цена 2800 руб/тонна, купить... www.stroyboard.su/.../mikrokremnez...krosilika.htm
101. МФ-17, М-19-62. Отверждение карбамидных смол с одновременной... www.bibliotekar.ru/.../10.htm/.
102. Цемент-Вам - Исследование изменений прочности бетона cement-vam.ru/-Issledovanie_izmenenii_prochnosti_betona.htm.
103. Майофис И.М. Химия диэлектриков / Майофис И.М. – М: Высшая школа, 1970. – 331 с.
104. Кардашов А.А. Синтетические клеи / Кардашов А.А. - М.: Химия, 1968. – 592 с.
105. Синтетические смолы, мономеры, отвердители и добавки msd.com.ua/...
106. Полимерные связующие | Архитектору. arxitekto.ru/polimernye-svyazuyushhie.
107. Дисперсия ПВА. omega.dn.ua/Kleia_dispersii/Dispersiya_PVA.html.
108. Олигомер. thesaurus.rusnano.com/wiki/article1431.

109. Мубаракшина Л.Ф. Усиление карбамидных пенопластов активными наполнителями. Дисс.... канд. техн. наук: Казань: КГАСУ, 2008. – 208 с.
110. Патент UA 71122. Спосіб визначення складу важкого бетону з мінеральним наповнювачем / А.М.Плугін, О.А. Калінін, С.В.Мірошніченко, А.А.Плугін, Арт.М.Плугіин, Кудренко С.М., Подтележнікова І.В., Герасименко О.С., Лютий В.А., Никитинський А.В. Опубл. 15.06.2006, Бюл. № 6.
111. Шпынова Л.Г. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня / Шпынова Л.Г. ,Чих В.И., Саницкий М.А., Соболев Х.С., Мельник С.К. -Львов: Вища школа, 1961, 157 с.
112. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона / Ахвердов И.Н. -М.: Стройиздат,1982, с.464.
113. Киреенко И.А. Расчет состава высокопрочных и обычных бетонов и растворов на стандартных и мелких песках / Киреенко И.А.. - К.: Госстройиздат УССР, 1961. - 80 с.
114. ОТВЕРДИТЕЛИ ДЛЯ ЖСС И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ...
bent.ru/modules/Articles/article.php?storyid=342.
115. Гидролиз солей. chemistry.ru/.../section/paragraph7/theory.htm.
116. Hager K. Versuche zur Feststellung derr scherfestigkeit und der Wasserdichtigkeit des Beton in den Arrbeeitsfugen bei versehidener Fugenbehandlung / Hager K., Nenning E. // Deutscher Ausschuss fur Eisenbeton. – Н. 69. – 1932.
117. Devis E. Bonding of new concrete to old at horizontal construction joints / Devis E., Devis Harmer E. // Journal of the American Concrete Institute. – 1934. - №5. – P.86-88.
118. Хуторянский М.С. Условия монолитности бетонных и железобетонных конструкций / Хуторянский М.С. – Харьков: ГОНТИ НКТП, 1938. – 176 с.
119. Михайлов Н.В. Проблема сцепления нового бетона со старым и склеивание бетонов / Михайлов Н.В., Урьев Н.Б. // Гидротехническое строительство. – 1961. - №9. – С. 23-25.

120. Микульский В.Г. Сцепление и склеивание бетона в сооружениях / Микульский В.Г., Игонин Л.А. – М.: Стройиздат, 1965. - 176 с.
121. Ларионова З.М. Петрография цементов и бетонов / З.М. Ларионова, Б.Н. Виноградов. – М.: Стройиздат, 1974. – 348 с.
122. Горшков В.С. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ / Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. - М.: Высшая школа, - 1981.- 335 с.
123. Штарк Й. Цемент и известь / Штарк Й, Вихт Б. / Пер. с нем. – Киев, 2008. – 480 с.
124. Для окончательной проверки сделанных выводов о гидравлической активности золы-уноса... www.allbeton.ru/forum/download/file.php?
125. ВБН В 2.3 -1- 2008 Споруди транспорту. Проектування, будівництво та експлуатація будівель і службово-технічних споруд залізничного транспорту при швидкісному та високошвидкісному русі поїздів.
126. Пшинько А.Н. Проблеми забезпечення якості об'єктів залізничного транспорту / Пшинько А.Н., Нетеса Н.И., Краснюк А.В. // Весник Днепропетровського національного університету залізничного транспорту – Вып № 23 - Днепропетровск, 2008. – С.157-160
127. Contite WS3 – ОДНОКОМПОНЕНТНЫЙ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫЙ ... www.ecoskm.ru/main.php?p=gidroizol_cormix_contite_ws3.
128. Беркута А.В. Реформирование ценообразования и взаимоотношений в строительстве / Беркута А.В., Губень П.И., Шарапова Т.И. – К.: Инпроект, 2000. – 432 с.

