

УКРАИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

**Лютый Виталий Анатольевич**

**УДК 691.075: 541.18**

**ПОВТОРЯЮЩАЯ БЫСТРОНАТЕКАЮЩАЯ ПОЛЗУЧЕСТЬ БУТОВОЙ  
КЛАДКИ МОСТОВЫХ ОПОР ПРИ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

Специальность 05.23.05 – строительные материалы и изделия

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:  
Плугин Аркадий Николаевич,  
доктор химических наук, профессор

Харьков – 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
РАЗДЕЛ 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ЛИТЕРАТУР- НЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	16
1.1 Анализ технического состояния и причин повреждений эксплуатируе- мых мостовых опор.....	16
1.1.1 Конструктивные особенности мостовых опор.....	16
1.1.2 Техническое состояние, характер и причины (факторы) повреждений эксплуатируемых мостовых опор.....	19
1.1.3 Внешние (климатические) и грунтовые воздействия и их влияние на долговечность опор.....	25
1.2 Возможность применения структурных характеристик бетона и рас- твора для оценки структуры бутовой кладки и бутобетона.....	25
1.3 Анализ существующих способов ремонта поврежденных мостовых опор.....	34
Выводы по разделу 1.....	40
РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	42
2.1. Характеристика материалов.....	42
2.2. Методы исследований.....	44
2.2.1 Методы исследований повреждений опор.....	45
2.2.2 Методы исследований физико-механических свойств разрабатывае- мых материалов.....	48
2.2.3 Методы исследований деформационных свойств образцов и прочности заделки арматурных стержней.....	49
2.2.4 Методы физико-химического анализа.....	57
РАЗДЕЛ 3. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПОВТОРЯЮЩЕЙСЯ БЫСТ- РОНАТЕКАЮЩЕЙ ПОЛЗУЧЕСТИ И ТОКАХ УТЕЧКИ И ИХ ВЛИЯНИИ НА РАЗРУШЕНИЕ ОПОР .....	58
3.1 Исследование характера развития трещин в опорах железобетонного	

	моста через р. Северский Донец у ст. Занки Южной ж.д. за 100-летний период его эксплуатации.....	58
3.2	Анализ возможности возникновения трещин по механизму хрупкого разрушения .....	60
3.3	Теоретические предпосылки для учета влияния повторяющейся нагрузки от подвижного состава.....	63
3.4	Оценка возможности влияния на возникновение трещин в опорах долговременной и повторяющейся быстронатекающей ползучести.....	65
3.5	Механизм повторяющейся быстронатекающей ползучести цементного камня в бутовой кладке и бутобетоне и ее влияния на возникновение трещин в мостовых опорах.....	68
3.6	Механизм влияния токов утечки на разрушение мостовых опор.....	76
3.6.1	Возникновение тока утечки на мостах и мостовых опорах.....	76
3.6.2	Электроосмотический перенос от тока утечки и механизм его влияния на разрушение мостовых опор.....	79
3.7	Теоретические предпосылки для разработки прочных водонепроницаемых материалов с малой деформативностью и способов предотвращения разрушения мостовых опор.....	86
3.7.1	Развитие представлений о структуре бутовой кладки и бутобетона .....	86
3.7.2	Разработка способов расчета оптимальных составов бутобетона, бутовой кладки, мелкозернистого бетона и чеканочного раствора.....	94
3.7.3	Способ расчета состава эпоксичементной композиции для заделки стальных стержней в каменные блоки.....	103
	Выводы по разделу 3.....	107
<b>РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ, МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РЕМОНТА РАЗРУШАЮЩИХСЯ МОСТОВЫХ ОПОР.....</b>		<b>108</b>
4.1	Экспериментальное определение величин деформаций повторяющейся быстронатекающей ползучести цементного камня.....	108

4.2	Экспериментальное определение разности температур в опоре и оценка величин ее температурных деформаций .....	109
4.3	Измерение величин электрических потенциалов на мосту.....	115
4.4	Определение фильтрационных свойств раствора бутобетонной кладки и швов каменной облицовки опоры .....	119
4.5	Физико-химические исследования образцов раствора из бутовой кладки и швов каменной облицовки исследуемой опоры .....	123
4.6	Экспериментальная проверка свойств разработанных растворов и эпоксидцементного состава.....	141
4.6.1	Экспериментальная проверка прочности мелкозернистого бетона оптимального состава.....	141
4.6.2	Экспериментальная проверка эпоксидцементного состава для заделки арматурных стержней и испытание заделки на выдергивание.....	149
4.7	Экспериментальная проверка и отработка технологических параметров натяжения струнопакета для преднапряженных железобетонных мини-поясов.....	150
	Выводы по разделу 4.....	154
РАЗДЕЛ 5. РАЗРАБОТКА АРМОКАМЕННЫХ ШВОВ И ПОЯСОВ, ПРЕДНАПРЯЖЕННОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МИНИ-ПОЯСА И ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ.....		157
5.1	Разработка армокаменных полимеркомпозиционных швов и поясов.....	157
5.2	Разработка устройства для натяжения струнопакета.....	160
5.3	Технология изготовления армокаменных швов и поясов, а также преднапряженных железобетонных мини-поясов.....	162
5.4	Разработка предложений по защите мостовой опоры от разрушающего действия токов утечки .....	163
	Выводы по разделу 5.....	164
РАЗДЕЛ 6. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....		165

6.1.	Производственные испытания и внедрение разработанных новых материалов, изделий и технологий при ремонте мостовых опор.....	165
6.2	Производственные испытания и внедрение предложений по защите мостовой опоры от разрушающего действия токов утечки .....	170
6.3	Другие области внедрения.....	173
	Выводы по разделу б.....	173
	ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....	174
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	177
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	191

## ВВЕДЕНИЕ

На сети железных дорог эксплуатируется большое количество мостов, построенных в конце 19 и в начале 20 века с использованием различных норм проектирования. Вначале преобладали металлические мосты с опорами, состоящими из бутобетонного или бутового камня ядра и каменной облицовки.

В послевоенные годы началась повсеместная замена металлических мостов на железобетонные, в том числе с длиной пролетных строений свыше 20 м. Однако уже после 10÷20 лет эксплуатации многие из них требовали капитального ремонта и замены, не выдерживая нормативных 70-80 лет. Главная причина, по нашему мнению, заключается в том, что массовое использование бетона и железобетона при строительстве мостов, туннелей, труб – основных искусственных сооружений на железнодорожном транспорте - опередило существующий уровень строительно-эксплуатационной науки в этой области. О многих явлениях, происходящих с бетоном в процессе эксплуатации, наука в то время не имела достаточно полных представлений.

В последние годы состояние мостов в условиях дефицита денежных средств на их капитальные ремонты и текущее содержание стало резко ухудшаться. Следовательно, наряду с развитием науки о бетоне, необходимо разрабатывать и новые способы ремонта искусственных сооружений с применением недорогих недефицитных материалов и малозатратных технологий.

Основной объем на железных дорогах Украины и других стран составляют мосты с массивными опорами под пролетные строения малых и средних пролетов. Размеры этих опор назначались конструктивно из условия размещения на подферменной плите опорных частей и концов пролетных строений [65, 68, 80]. Поэтому считалось, что такие опоры будут иметь значительные запасы прочности и, как правило, позволят значительно увеличивать осевые нагрузки и скорость движения поездов без ущерба для безопасной эксплуатации сооружения. Это было бы так, если бы состояние опоры не ухудшалось в процессе длительной эксплуатации по показателям долговечности, которые в конечном итоге приведут и приводят к опасному

снижению несущей способности. В частности это сквозные трещины в теле опоры, интенсивное коррозионное разрушение железобетона в зоне перепада воды на водотоках. В сочетании с выщелачиванием раствора в швах и увеличением за счет этого электропроводности опоры в целом эти повреждения являются также причиной электрокоррозии металлических и железобетонных конструкций мостов на электрифицированных постоянным током участках.

Как показывают результаты обследований научно-исследовательских организаций МПС и Минтрансстроя [65, 68, 80], несущая способность опор может существенно снизиться при введении в обращение новых видов подвижного состава (восьмиосных полувагонов и цистерн), тяжеловесных длинносоставных поездов, а также при значительном увеличении скорости движения поездов.

Таким образом, вопреки первичным прогнозам, техническое состояние и несущая способность многих каменных и железобетонных массивных опор железнодорожных мостов стало резко ухудшаться, их эффективный ремонт и восстановление представляет собой актуальную проблему, связанную с безопасностью движения поездов.

Наиболее распространенными повреждениями опор мостов являются трещины [68, 115, 117, 120]. Причинами, приводящими к появлению трещин, считаются: слабое основание, поездная нагрузка, неудовлетворительная работа опорных частей. Однако, отмеченные выше запасы опор по прочности не позволяют нам считать эти причины основными, тем более, что во многих наблюдаемых нами случаях трещины в опорах возникали при отсутствии этих причин. Более весомыми, на наш взгляд, причинами (факторами) являются воздействие долговременной ползучести бетона, особенно при действии динамической повторяющейся нагрузки, действие фильтрации воды через тело опоры, электрокинетических явлений и процессов, электрокоррозия бетона под действием токов утечки.

Однако исследования механизмов указанных явлений, процессов и воздействий на долговечность массивных опор практически не проводилось. Одной из основных задач диссертации является проведение таких исследований с целью предотвращения разрушающего действия указанных факторов и обеспечение высо-

кой несущей способности опор в течение нормативных сроков эксплуатации и более.

Для устранения повреждений опор мостов традиционно применяются технологии ремонта, которые требуют, как правило, остановки движения поездов, применения тяжелой техники, больших затрат материалов (в частности арматуры и бетона) и труда.

С учетом разработанных теоретических основ и анализа приведенных выше недостатков традиционных способов ремонта в диссертации разработаны новые материалы и способы повышения трещиностойкости и долговечности мостовых опор с применением простой технологии, ручного электроинструмента, легкой оснастки, силами малых бригад с минимальными расходами материалов, без остановки движения поездов.

Работа завершается разработкой и внедрением новых армокаменного полимеркомпозиционного шва и пояса и преднапряженного железобетонного минипояса для ремонта бутобетонных или их бутовой кладки мостовых опор с каменной облицовкой.

**Актуальность.** В свете изложенного, тема диссертации, завершающаяся разработкой нового армокаменного шва и пояса и преднапряженного железобетонного минипояса - главной составляющей комплексной технологии усиления мостовых опор, позволяющей осуществить ремонт значительно дешевле, без остановки движения поездов и более надежно, является актуальной и значимой.

Актуальность и значимость темы усиливается также в свете предполагаемой реконструкции железных дорог Украины и еще 25 государств – членов международной организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД) при создании скоростных пассажирских и грузовых коридоров между Европой и Азией, которые пройдут по территории Украины. Разработанные технологии ремонта позволят намного быстрее и надежнее обеспечить требуемую несущую способность инженерных сооружений, как в Украине, так и за рубежом.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Диссертационная работа выполнена на кафедре «Строительные материалы, конструкции и соору-

жения» Украинской государственной академии железнодорожного транспорта в соответствии с планами научно-исследовательских работ академии, которые проводятся в рамках отраслевых программ по научным направлениям Министерства транспорта и связи Украины, а также в рамках планов НИОКР Укрзалізничці по темам:

1. "Разработка и внедрение методики расчета составов бетона, обеспечивающих долговечность, водонепроницаемость, трещиностойкость спецжелезобетона".
2. "Разработка нетрадиционных способов ремонта бетонных и каменных опор железнодорожных мостов с восстановлением их несущей способности и долговечности".
3. "Повышение долговечности конструкций мостов и их защита от коррозии".

**Целью работы** является предотвращение разрушения и продление долговечности разрушающихся мостовых опор на основе развития теоретических представлений о деформациях долговременной и повторяющейся быстронатекающей ползучести бутобетона и бутовой кладки, токах утечки в опоре, выявления механизма их разрушающего действия на опору и разработка новых материалов и способов ремонта мостовых опор.

**Научная гипотеза** исследований заключается в следующем:

- основными причинами (факторами) появления трещин в мостовых опорах и их разрушения являются долговременная и периодическая быстронатекающая ползучесть бутовой кладки или бутобетона, а также действие токов утечки через опору в водоем (землю);
- ликвидация трещин в швах каменной облицовки возможна за счет устройства армокаменных швов и поясов;
- устранение деформаций повторяющейся быстронатекающей ползучести возможно за счет обжатия опоры преднапряженными струнопакетами;
- предотвращение разрушающего действия токов утечки на опору возможно за счет устройства на опоре в уровне воды экрана типа "бетон в стальной обойме".

Для достижения поставленной цели с учетом *научной гипотезы* в работе были поставлены следующие основные **задачи научных исследований**:

– провести анализ литературных источников по причинам, вызывающим разрушение конструкций, существующим теориям деформаций в бетоне, в т.ч. от динамической нагрузки, о возникновении токов утечки на мостах, расположенных на электрифицированных постоянным током участках железных дорог, и влиянии этих токов на процессы коррозии бетона и железобетона;

– развить представления о долговременной и повторяющейся быстроснатекающей ползучести цементного камня в бетоне и о механизме их влияния на трещинообразование в мостовых опорах с каменной облицовкой;

– развить представления о прохождении токов утечки через мостовую опору и о механизме его разрушающего действия на опору;

– развить теоретические предпосылки, разработать новые изделия и технологии их изготовления: армокаменный шов и пояс, а также предварительно напряженный железобетонный мини-пояс;

– разработать новые способы определения оптимальных составов бетонной кладки, бутобетона, мелкозернистого бетона и чеканочного раствора с низкими деформативностью и водопроницаемостью;

– провести физико-механические и физико-химические исследования структуры и свойств, а также реологических характеристик цементно-водных составов, растворов и бетонов;

– провести производственно-эксплуатационные испытания и осуществить внедрение разработанных новых материалов, изделий и технологий.

**Объект исследований** – бутобетон, каменная кладка, мелкозернистый бетон, растворы, эпоксичементный состав для мостовых опор.

**Предмет исследований** – структура, свойства, процессы и механизмы трещинообразования и разрушения мостовых опор и их предотвращение.

**Методы исследований.** В работе использованы стандартные методы исследования физико-механических свойств цементного камня, цементно-песчаного раствора и бетона. Для определения фазового состава и структуры продуктов гидратации цемента – методы физико-химического анализа (рентгенографический РГ, инфракрасной спектроскопии ИКС, дифференциально-термического анализа ДТА и

электронномикроскопического ЭМС с дополнительным увеличением с помощью сканера и ПЭВМ). Для исследования деформационных свойств цементного камня и бетона – тензорезисторный метод с помощью автоматического индикатора деформаций ИДЦ-4. Для исследования деформаций при долговременном нагружении под действием периодической нагрузки - специальные методики и установки, разработанные на кафедре «Строительные материалы, конструкции и сооружения» УкрГАЖТ.

**Научную новизну работы составляют:**

- установленные основные факторы возникновения трещин и разрушения мостовых опор с каменной облицовкой – действие долговременной и повторяющейся быстронатекающей ползучести бутовой кладки или бутобетона в ядре опоры, а также действие токов утечки, проходящих через опору в водоем (землю);

- описание механизма и соответствующие физико-математические модели горизонтального давления на каменную облицовку от вертикальной нагрузки (пролетного строения и подвижного состава), установленная взаимосвязь этого давления с долговременной ползучестью бутобетона и бутовой кладки, обоснование величины коэффициента бокового давления  $\gamma_B$ , непрерывно возрастающего во время эксплуатации вплоть до  $\gamma_B = 1$ ;

- описание механизмов и соответствующие физико-математические модели: повторяющейся быстронатекающей ползучести цементного камня и бетона; тока утечки через мостовую опору, вызванных им электроосмотического потока ЭОП в капиллярах цементного камня и растягивающих напряжений в нем; влияния этих факторов на трещинообразование и разрушение мостовых опор

- новые способы устранения деформаций быстронатекающей ползучести путем преднапряжения каменной облицовки с помощью струнопакетов из высокопрочной проволочной арматуры;

- представления о многоуровневой структуре и структурных характеристиках, в т.ч. оптимальных, бутовой кладки и бутобетона и разработанные на этой основе новые способы определения оптимальных составов бутовой кладки, бутобетона,

мелкозернистого бетона и чеканочного раствора с низкими деформативностью и водопроницаемостью;

- результаты физико-механических и физико-химических исследований, в т.ч. раствора из швов каменной облицовки после длительной эксплуатации опор.

**Практическое значение полученных результатов** заключается в использовании разработанных материалов, изделий и технологий для ремонта разрушающихся трех мостовых опор железнодорожного моста через р. Северский Донец на Южной железной дороге с минимальными трудовыми и материальными затратами, исключение этих опор из числа аварийных и установлении нормальных скоростей движения поездов.

**Личный вклад аспиранта.** Все положения и результаты, которые выносятся на защиту, получены автором самостоятельно, а также в совместных теоретических и практических работах.

Автором лично разработаны: представления о повторяющейся быстронатекающей ползучести бутобетона или бутовой кладки в мостовых опорах от действия проходящих по мосту поездов и ее влиянии на трещинообразование каменной облицовки мостовых опор; представления о создании токами утечки электроосмотического переноса ЭОП в мостовых опорах и его разрушающем действии на бутовую кладку и бутобетон опоры; гипотезы о предотвращении возникновения трещин в мостовых опорах с помощью армокаменных полимеркомпозиционных швов и преднапряженных железобетонных мини-поясов; новые способы расчета оптимальных по деформативности составов бутобетона и бутовой кладки, раствора для чеканки швов, мелкозернистого бетона и эпоксидцементной композиции; выполнен анализ и обработка результатов экспериментальных исследований.

В соавторстве выполнены следующие теоретические и экспериментальные исследования: разработаны соответствующие схемы и математические выражения по возникновению блуждающих токов в опорах, а также долговременной и быстронатекающей ползучести цементного камня; проведены физико-механические и физико-химические исследования; разработана и изготовлена установка УИМ для измерения деформаций долговременной и быстронатекающей ползучести; выполнены исследова-

ния состояния опор; разработка и изготовление устройств, технологий и внедрение результатов исследований на опорах.

Участие автора в совместных публикациях отражено в перечне опубликованных работ.

### **Апробация результатов диссертации.**

Основные результаты научных исследований по диссертации докладывались на:

- Украинском межотраслевом научно-практическом семинаре "Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення", Київ, 27-28 июня 2006г.;

- научно-технической конференции "Математические модели процессов в строительстве", Научно-технической конференции (железобетонные конструкции и материалы). – Луганск, 9-11 июня 2004 г.;

- VIII научно-технической конференции «Actualne problemy naukovobadawcze bodownictva», Ольштин, Польша, 2006г.;

- ежегодных научно-технических конференциях кафедр академии и специалистов железнодорожного транспорта, УкрГАЗТ, 2002-2006 гг.

### **Достоверность результатов исследований обеспечена:**

1. Использованием в теоретических исследованиях фундаментальных положений коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем.

2. Применением комплекса современных физико-механических, реологических и физико-химических методов исследований, подтвердивших новые теоретические представления о свойствах и процессах.

3. Подтверждением результатов исследований производственно-эксплуатационными испытаниями.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 12 работ в изданиях рекомендованных ВАК Украины, а также тезисы на научно-техническом семинаре.

### **Список опубликованных работ по теме диссертации.**

1. Лютий В.А. Вплив пульсуючого навантаження на проміжні опори залізничних мостів / Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на

залізничному транспорті: Зб. наук. праць. - Харків: УкрДАЗТ, 2006.- Вип. 77.- С. 138-145.

2. Повышение долговечности массивных бутобетонных опор с каменной облицовкой / С.В. Мирошниченко, В.А. Лютый // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Київ: Київоргбуд, 2006. - Вип. 73. – С. 225-228.

3. Підсилення попередньо напружених прогонових споруд за допомогою клеє-анкерних струнопакетів / А.М.Плугін, С.В.Мірошніченко, В.А.Лютый // Зб.наук. праць. - Харків: УкрДАЗТ, 2004. - Вип. 63. - С. 156-163. (Личный вклад соискателя - изготовление устройства для натяжения струнопакета).

4. Физико-математические модели долговременной ползучести и безнапорной водопроницаемости цементного камня и бетона / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, С.Н.Кудренко, А.В.Никитинский, В.А.Лютый // Зб. наук. праць. Серія «Технічні науки».- Луганськ: ЛНАУ, 2004.- №40(52). - С.145-154.

5. Нова технологія ремонту кам'яних опор з силовими тріщинами / А.М. Плугін, С.В.Мірошниченко, О.А.Калінін, А.А.Плугін, В.К.Бабенко, А.В.Никитинський, В.А.Лютый // Питання підвищення надійності залізничної колії та інженерних споруд: Зб. наук. праць. - Харків: ХарДАЗТ, 2001.- Вип.48.- С.4-10.

6. Электрокоррозия железобетонных мостов и других искусственных сооружений / А.Н. Плугин, А.А.Скорик, А.А.Плугин, С.В.Мирошниченко, О.А.Калинин, И.В.Подтележникова, О.С.Герасименко, В.А.Лютый // Залізничний транспорт України. - 2004.- №1.- С. 11-13.

7. Долговременная ползучесть бетона и напряженно-деформированное состояние железобетонных изделий и конструкций / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, С.Н.Кудренко, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, Л.В.Трикоз, А.В.Никитинский, В.А.Лютый // Зб.наук. праць.- Харків: ХарДАЗТ, 2004. - Вип. 63. - С. 5-47.

8. Экспериментальное определение потенциалов в конструкциях железнодорожных мостов на электрифицированных участках пути / А.Н. Плугин, Д.А. Плугин, В.А. Лютый, И.В. Подтележникова, О.С. Борзяк, А.А. Плугин. // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Київ: Київоргбуд, 2006. Вип. 73. – С. 253-257.

9. Проектирование долговечности конструкций и сооружений из бетона на основе физико-химических моделей / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.С.Борзяк О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, Д.А. Плугин, В.А.Лютий, А.В.Никитинський // Aktualne problemy naukowo-badawcze budownictwa. - Ольштин, Польша, 2006. С. 143-152.

10.Спосіб визначення складу важкого бетону з мінеральним наповнювачем. / А.М.Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко, А.А.Плугін, Арт.М.Плугін, С.М.Кудренко, І.В.Подтележнікова, О.С.Герасименко, В.А.Лютий, А.В.Никитинський.- Патент UA 71122.- Опубл.15.06.2006.- Бюл.№6.

11.Суперпластифікована цементно-водяна суспензія СПЦВС для цементациі гірських порід і будівельних конструкцій: Заявка №20031210920. Україна. МПК 7 C04B28/12 / А.М.Плугін, Арт.М.Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко, А.А. Плугін, Д.В.Шумик, Д.А.Плугін, А.В.Никитинський, В.А.Лютий, М.Д.Костюк.- Опубл.15.11.2004. - Бюл.№11.

12.Спосіб визначення складу високоміцного, тріщиностійкого і водонепроникного бетону / А.М. Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко, А.А.Плугін, С.М.Кудренко, В.А. Лютий, А.В.Никитинський, І.В.Подтележнікова, Г.О.Линник, М.Д.Костюк, В.О.Яковлев. - Патент UA 62613.- Опубл.15.12.2003. - Бюл.№12.

Автор выражает благодарность инженерам Скрипнику В.Г, Никитинскому А.В., Герасименко О.С. и канд. техн. наук Калинину О.А., Мирошниченко С.В., Плугину Д.А., Коршикову Л.А., докт. техн. наук Плугину А.А. - за оказание помощи при выполнении экспериментальных исследований и внедрении разработок, канд. техн. наук Холодному А.Г. и ассистенту Борзяк О.С. – за оказание помощи в проведении физико-химических исследований.

## Список литературы

1. А.с. 94042090 СССР. Способ определения водонепроницаемости бетона и изделий /Плугин А.Н., Прокопова И.Г., Косинов Д.Н. – Заявл. 15.04.94. – Оpubл. 25.12.98.- Бюл. № 6.
2. А.с. № 1561661. Способ определения водопроницаемости бетона / А.Н.Плугин, Т.Г.Сацук, А.И.Бирюков, Н.В.Вдовенко и др. – Заявл. 10.02.88. – Оpubл. 20.11.90.- Бюл. № 12.
3. А.с. SU 1787972 А1. Способ определения состава бетонной смеси / Плугин А.Н., Калинин О.А. и др.- Заявл. 26.06.1990.- Оpubл. 15.01.93.- Бюл.№2.
4. А.с. СССР 1158552. МКИ С04 В 40/00. Способ обработки цементной бетонной смеси / А.И.Бирюков, С.С.Духин, Ф.Д.Овчаренко и др. — Оpubл. 1985; Бюл. № 20.
5. Александровский С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на температурные и влажностные воздействия (с учетом ползучести).- М.: Стройиздат, 1966.
6. Александровский С. В., Багрий В. Я.. Ползучесть бетона при ступенчатых знакопеременных периодических нагрузках / Бетон и железобетон. – 1967. - № 12.
7. Альбом технічних рішень ремонту пошкоджень елементів залізобетонних мостів на пальових стояках. - К.: Укрдортехнологія, 1996.- 115 с.
8. Антонов Е.Л. Применение метода торкретирования при ремонте автодорожных мостов. / В кн. Содержание и ремонт искусственных сооружений на автодорогах: Сб. статей // ГипродорНИИ. — М.: ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1984, Вып. 45.
9. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. - М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.
10. Баженов Ю.М. Электроосмос бетона / Строительная промышленность. - № 3. – 1955.

11. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
12. Барашиков А.Я. Образование трещин в сжатых железобетонных элементах под воздействием длительных циклических нагрузок / В кн.: Ползучесть и усадка бетона. - Киев: НИИСК, 1969. - С. 12 - 19.
13. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. - М: Госстройиздат, 1961. – 208 с.
14. Берг О.Я., Щербаков, Писанко Г.Н. Высокопрочный бетон. М: Госстройиздат, 1971. – 208 с.
15. Бетехтин А.Г. Курс минералогии.- М.: Госгеотехиздат, 1956.- 558 с.
16. Бирюков А. И., Плугин Арк. Н., Старосельский А. А. Исследование влияния частоты электрического поля на твердение вяжущих / Коллоидный журнал. - № 2. – 1980. – С. 326-329.
17. Бирюков А.И., Плугин А.Н., Чулков И.А. О механизме электровоздействия на ранней стадии твердения цемента // Повышение долговечности бетона транспортных сооружений: Межвуз. сб. - М.: МИИТ, 1980. - Вып. 662. - С. 59 - 66.
18. Бирюков А.И., Плугин А.Н., Чулков И.А. Повышение долговечности бетона с помощью электрического поля критической частоты / Повышение долговечности бетонов транспортных сооружений. Межвуз. сб. науч. тр. -М.: МИИТ 1982. - Вып. 714. - С. 57.
19. Блинков В. В.. Исследование ползучести бетона при повторных длительно действующих нагрузках / Известия ВНИИГ, 1958. - Т. 60.
20. Болдырев А.И. ИК- спектры минералов.- М.: Недра, 1976.- 199 с.
21. Брик А.П., Давыдов В.Г., Савельев В.Н. Эксплуатация искусственных сооружений на железных дорогах. – М.: Транспорт, 1990. – 232 с.
22. Брунауэр С., Кантро Д.Л. Гидратация трехкальциевого и  $\beta$ -двухкальциевого силиката в температурном интервале 5-50<sup>0</sup>С // Химия цементов. Под ред. Х.Ф.У.Тейлора. М: Стройиздат, 1969. С.214-232.

23. Брык М.Т. Полимеризация на твердой поверхности неорганических веществ. – К.: Наукова думка, 1981. – 288 с.
24. Васильев П. И. Экспериментальные исследования деформации бетона при ступенчатом нагружении / Известия ВНИИГ, 1963. - Т. 72,
25. Возненко С.И. Герметизирующие композиции на основе цемента и КУС для обводнённых тоннелей // Дисс.... канд. техн. наук – Х.: ХарГАЖТ. – 1999. – 172 с.
26. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. - М. : Химия, 1976. – 512 с.
27. Гансен Г. Ползучесть и релаксация напряжений в бетоне. - М., 1963. – 127 с.
28. Гвоздев А. А., Александровский С. В., Багрий Э. Я. Ползучесть бетона при напряжениях, меняющихся во времени / Бетон и железобетон. - 1965, - № 7.
29. Гвоздев А. А., Яшин А. В., Галустов К. З.. Об уточнении теории линейной ползучести бетона / Механика твердого тела. – 1967. - №6.
30. Гельфер А.А. Разрушение мостов и меры их защиты / Под ред. проф. А.М. Фролова Л. -М.: Изд-во Наркоммхоза РСФСР, 1938. – 152 с.
31. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. - М.: Стройиздат, 1986.- 689 с.
32. Горшков В.С. В.В.Тимашев. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. - М.: Высшая школа , 1963. - 289 с.
33. Горшков В.С. Термография строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1968. – 238 с.
34. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. – М.: Высш. школа, 1981. – 335 с.
35. ГОСТ 24542-80. Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона.
36. ГОСТ 24544-81. Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести.
37. Дворкін Л.Й. Теоретичні основи будівельного матеріалознавства. - Київ: НМК, 1992. – 154 с.

38. Дистлер Г.И. Электрическая структура реальных поверхностей твердых тел и формирование граничных слоев с особыми свойствами, обеспечивающими передачу дальнего действия влияния твердых тел / В сб.: Поверхн. силы в тонких пленках. - М: Наука, 1972. С. 245 – 261.
39. Дистлер Г.И., Кобзарева С.А. Дальнее действие поверхностных сил твердых тел / В сб.: 111 конференция по поверхностным силам. М: Наука, 1967. – 97с.
40. Долговременная ползучесть бетона и напряженно-деформированное состояние железобетонных изделий и конструкций / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, С.Н.Кудренко, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, Л.В.Трикоз, А.В.Никитинский, В.А.Лютый // Зб.наук. праць.- Харків: ХарДАЗТ, 2004.- Вип.63. - С. 5-42.
41. ДСТУ 2093-92. Смоли епоксидно-діанові неутверджені. Технічні умови.
42. ДСТУ Б В.2.7-46-96. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови.
43. ДСТУ Б В.2.7-49-96 (ГОСТ 1006.2-95). Будівельні матеріали. Бетони. Прискорені методи визначення морозостійкості при багаторазовому заморожуванні і відтаванні.
44. Духин С.С, Шилов В.Н. Диэлектрические явления и двойной слой в дисперсных системах и полиэлектролитах. — К.: Наук, думка, 1972. — 204 с.
45. Евграфов Г.К. Мосты на железных дорогах. / Учеб. для студ. вузов по спец. “Строительство ж. д.” и “Мосты и тоннели”. Изд. 3-е, перераб. - М., Трансжелдориздат, 1955. – 636 с.
46. Ершов И.М., Панфиль Л.С. Защита сооружений от воздействия блуждающих токов железных дорог.- М: Транспорт, 1963. – 148 с.
47. Измайлов Н.А. Электрохимия растворов. - М.: Химия, 1976. - 488 с.
48. Инструкция по защите железнодорожных подземных сооружений от коррозии блуждающими токами  $\frac{ЦЭ}{3551}$ . - М.: Транспорт, 1979. – 89 с.
49. Інструкція щодо виконання робіт з нагнітання розчинів за обробку тунелів (ЦП 0136). – К.: Мінтранс України, 2006. – 108 с.

50. Інструкція щодо використання хімічних добавок до бетонів загальнобудівельного та транспортного призначення. (ЦБМЕС 0004) / Плугін А.М., Калінін О.А., Плугін А.А., Мірошніченко С.В., Мкртчян М.М., Никитинський А.В., Лютий В.А. – К.: Мінтранс України, 2006. – 144 с.
51. Камчатная С.Н. Долговременная ползучесть и бетоны с низкой деформативностью. Дисс. ... к.т.н.- Харьков: УкрГАЗТ. – 2005. - 220 с.
52. Киреева С.В., Русинов И.А. Влияние некоторых факторов на зависимость ползучести бетона от его возраста в момент загрузки / В кн.: Ползучесть и усадка бетона. Киев: НИИСК, 1969. - С. 52 – 60.
53. Коваленко С.Н. Опоры мостов / Учеб. пособ. для автомоб.-дор. вузов и фак. - М., Транспорт, 1966. – 251 с.
54. Колоколов Н.М., Никонов И.Н. Искусственные сооружения на железнодорожном транспорте. Утв. УУЗ НКПС в качестве учебника для строит. техникумов ж.д. транспорта. - М., Трансжелдориздат, 1943. – 620 с.
55. Коррозия и защита сооружений на электрифицированных железных дорогах /А. В. Котельников, В. И. Иванова, Э. П. Селедцов и А. В. Наумов. - М.: Транспорт, 1986. - 152 с.
56. Краткий справочник физико-химических величин / Под.ред.А.А.Равделя и А.М.Пономаревой. – Л.: Химия, 1983. – 232 с.
57. Крюков А.М. О механизме разрушения бетона мостовых конструкций в условиях сурового климата. / В кн.: Исследование долговечности и экономичности искусственных сооружений на дорогах: Межвуз. темат. сб. тр. — Л.: ЛИСИ, 1979.
58. Кузнецов Н.И. Опоры и фундаменты. - М., Автотрансиздат, 1963. – 41 с.
59. Курушин А.Д., Афанасьев С.Г., Костяев П.С. Вынужденная поляризация бетонов с противоморозными добавками в постоянном электрическом поле // Повышение долговечности бетона транспортных сооружений: Межвуз. сб. — М.: МИИТ, 1980. — Вып. 662. — с.52—58.
60. Ларионова З.М., Виноградов Б.Н. Петрография цементов и бетонов. – М.: Стройиздат, 1974. – 347 с.

61. Ларионова З.М., Никитина Л.В., Гарашин В.Р. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного состава и бетона. – М.: Стройиздат, 1977. – 264 с.
62. Леманн Г., Датц Г. Исследование гидратации клинкерных минералов и цементов при помощи ИКС //Тр. IV Междунар. конгр. по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1964. – С. 383-388.
63. Лермит Р. Проблемы технологии бетона. - М.: Госстройиздат, 1959. – 294 с.
64. Лифанов И.С., Шерстюков Н.Г. Метрология, средства и методы контроля качества в строительстве. - М.: Стройиздат, 1979. – 224 с.
65. Лобанова А.Е., Матвеева Т.Ю. Техническое состояние опор мостов/ Межвузовский сборник научн. тр. -М.: МИИ, 1988.-Вып. 809. - С. 100-103.
66. Луковников Е.В., Кияев В.М., Пышко Л.В., Ронин В.З.. Капитальный ремонт мостов на действующей железной дороге/ Транспортное строительство. - 2001. - №2. – С. 6-9.
67. Лютий В.А. Вплив пульсуючого навантаження на проміжні опори залізничних мостів / Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: Зб. наук. праць. - Харків: УкрДАЗТ, 2006.- Вип. 77. – С. 138 -145.
68. Лялин Н.Б., Богданов Т.М. Искусственные сооружения на железных дорогах. Устройство и содержание. [Учебник для технических школ.] - М., Трансжелдориздат, 1953. - 400 с.
69. Лялин Н.Б., Богданов Т.М. Усиление мостов. [Практическое руководство для строителей и проектировщиков – мостовиков.] - М., Трансжелдориздат, 1941. - 439 с.
70. Матвеев Б.В. Сушка стен методом электроосмоса. – К.: Госстройиздат, 1963. – 76 с.
71. Миджлей Х.Г. Минералогическое исследование схватившегося портландцемента //Тр. IV Междунар.конгр. по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1964. – С. 353-363.

72. Милованов А.Ф., Тупов Н.И. Ползучесть и релаксация напряжений в бетоне зрелого возраста при длительном действии повышенных температур. Материалы совещания по проблемам ползучести и усадки. М.: 1969.
73. Мостовые конструкции: Справочное пособие научно-технических достижений. — М.: МАДИ, 1990.
74. Мосты и тоннели / Попов С.А., Осипов В.О., Померанцев А.М., Бобриков Б.В., Храпов В.Г. / Под ред. С.А. Попова: Учебник для вузов ж.д. транспорта — М.: Транспорт, 1977. — 526 с.
75. Мукумое Т. Глубинная инъекция трещин эксплуатируемых железобетонных пролетных строений мостов // Бетон и железобетон. — 1996. - № 4.
76. Мчедлов-Петросян О.П., Ольгинский А.Г., Фольке К. ИК-спектры продуктов гидратации в системе «портландцемент-минерал заполнителя-вода» //Изв. Вузов строит. и архит. — 1973. — № 8. — С. 50-55.
77. Наконечный А.С., Мельниченко П.А., Старосельский А.А . Деструкция бетона подрельсовых оснований при одновременном воздействии динамической нагрузки и тока. / Технологическое обеспечение долговечности железобетонных шпал. Труды ХИИТа, 197. - Вып. 22. — С. 45-49.
78. Невилль А.М. Свойства бетона. - М.: Стройиздат, 1972.
79. Нова технологія ремонту кам'яних опор з силовими тріщинами / А.М. Плуґін, С.В.Мірошніченко, О.А.Калінін, А.А.Плуґін, В.К.Бабенко, А.В.Никитинський, В.А.Лютій // Питання підвищення надійності залізничної колії та інженерних споруд: Зб.наук. праць.- Харків: ХарДАЗТ, 2001.- Вип.48.- С.4-10.
80. Осипов В.О. Исследования искусственных сооружений на железнодорожном транспорте. / Под общей редакцией В.О. Осипова. - М.: МИИТ, 1990. — 139 с.
81. Пауэрс Т.К. Физическая структура портландцементного теста / Химия цемента. Под ред. Х.Ф.У.Тэйлора. — М.: 1969. — С. 300-319.
82. Пашенко А.А. и др. Новые цементы. — К.: Будівельник, 1978. — 220 с.
83. Пенкаля Т. Очерки кристаллохимии. - Л.: Химия, 1974. — 496 с.

84. Пиковский Ф.М., Чунаков К.Н. Ремонт железнодорожных мостов. – М.: Транспорт, 1995. - 55 с.
85. Пименова Г.И., Волкова В.И. Экономичность реконструктивных решений пролетных строений автодорожных мостов. Транспортное строительство. - №1 – 2001 - С. 6-10.
86. Писанко Г.Н. Исследование прочностных и деформативных свойств высокопрочных бетонов //Труды ЦНИИС. - М.: Трансжелдориздат, 1960. - Вып. 36.
87. Підсилення попередньо напружених прогонових споруд за допомогою клеє-анкерних струнопакетів / А.М.Плугин, С.В.Мирошніченко, В.А.Лютый // Зб.наук. праць. - Харків: УкрДАЗТ, 2004. - Вип. 63. - С. 156-163.
88. Плугин А.А. Совершенствование состава и структуры бетона с учетом электроповерхностных свойств его составляющих для повышения прочности и стойкости изделий кольцевого сечения. // Дисс....к.т.н. – Х.: ХИСИ,– 1994. – 220 с.
89. Плугин А.А. Долговечность бетона и железобетона в обводненных сооружениях: Коллоидно-химические основы. Дисс....д.т.н.- Харьков: ХГТУСА, 2005. - 442 с.
90. Плугин А.Н. Электрогетерогенные взаимодействия при твердении цементных вяжущих: Дисс....д.х.н.- К.: ИКХХВ АН Украины, 1989.- 282 с.
91. Плугин А.Н., Плугин А.А., Калинин О.А. Коллоидно-химические основы прочности, разрушения и долговечности бетона и железобетонных конструкций / Цемент.- 1997.- №2.- С.28-32.
92. Плугин Д.А. Создание трещиностойких клееных деревянных брусьев на основе развития представлений о механизме усушки, набухания и склеивания древесины. Дисс.... к.т.н.- Харьков: ХГТУСА, 2002. - 159 с.
93. Плугін А.М., Бабушкін В.І. Колоїдно-хімічні проблеми будівельного матеріалознавства //Хімічна промисловість України. - 1996.№ 1 (12).
94. Плугін А.М., Плугін Д.А., Мірошніченко С.В. та ін. Методика кількісної оцінки в'язкотекучих рідин за допомогою віскозиметрів типу ВЗ-4 // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на за-

- лізничному транспорті: Зб. наук. пр. - Харків: ХарДАЗТ, 1999. - Вип. 37.- С. 16-24.
95. Плугін А.М., Трикоз Л.В., Плугін А.А. Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів і конструкцій: Навчальний посібник.- Харків: ХарДАЗТ, 1999.- Ч.1.- 111 с.; Ч.2.- 134 с.
96. Мирошніченко С.В., Лютий В.А.. Повышение долговечности массивных бутобетонных опор с каменной облицовкой / Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: - 2006. - Вип. 73. – С. 225-228.
97. Проектирование долговечности конструкций и сооружений из бетона на основе физико-химических моделей / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.С.Борзяк О.А.Калинин, С.В.Мирошніченко, Д.А. Плугин, В.А.Лютий, А.В.Никитинський // Aktualne problemy naukowo-badawcze budownictwa. - Ольштин, Польша, 2006. - С. 143-152.
98. Прокопович И. Е., Шафрановский Ю. А. О построении кривых ползучести бетона, рассматриваемого как неоднородное тело. с.110-120.
99. Пшинько А.Н. Подводное бетонирование и ремонт искусственных сооружений.- Днепропетровск: Пороги, 2000.- 411 с.
100. Пыринов Б.В. О температурных трещинах в монолитных бетонных опорах мостов в Сибири / Транспортное строительство. - №7 – 2001 - С. 26-27.
101. Рабинович Е. А., Соловянюк В. В. О влиянии частоты на деформации бетона при длительной пульсирующей нагрузке / с.120-126.
102. Развитие теории деформативности бетона на основе преобразованной модели Кельвина / А.Н.Плугин, С.Н.Кудренко, А.А.Плугин, С.В.Мирошніченко, О.А.Калинин // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА; ХОТВ АБУ, 2000.- Вип.9.-С. 183-189.
103. Рекомендации по ремонту каменных мостовых опор с силовыми трещинами // Организация сотрудничества железных дорог (ОСЖД).- Пекин, 2001.- 12 с.

104. Рекомендації з ремонту кам'яних мостових опор з силовими тріщинами / А.М.Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко, А.А.Плугін, Д.В.Шумик, А.В.Никитинський, О.В.Рибко, В.А.Лютий / Харків: ХарДАЗТ, 2000.- 13 с.
105. Ремонт кладки опор мостов нагнетанием растворов с органическими добавками. (Проект технических указаний) - М.: Трансжелдориздат, 1954. – 40 с.
106. Рыльцева Т.Н. Повышение трещиностойкости защитного слоя струнобетона в зоне передачи напряжений // Дисс....к.т.н.– Харьков: ХИИТ, 1985. – 190с.
107. Саканский Ю.Н., Белов Б.П. Усиление элементов пролетных строений железобетонных мостов. /В кн. Новое в проектировании и строительстве автодорожных и городских мостов // Тр. СоюздорНИИ. — М.,1983.
108. Сивцов А.П., Старосельский А.А. Электроосмотическое течение жидкости в цементном камне. / Технологическое обеспечение долговечности железобетонных шпал. М.: МИИТ, 1975. - Вып. 22. – С. 57-61.
109. Скорик О.О. Підвищення довговічності залізничної колії метрополітену в умовах електрокорозійних впливів: Автореф.дис...к.т.н.- Дніпропетровськ: ДДУЗТ, 1996.- 23 с.
110. Скородумов И.Г. Определение срока службы мостов из железобетона. / В кн. Исследование долговечности и экономичности искусственных сооружений: Межвуз. темат. сб. тр.— Л.: ЛИСИ, 1983.
111. СН 65-76. Инструкция по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами. – М.: Стройиздат, 1977.
112. СНИП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии.- М.: Стройиздат, 1996.
113. СНиП 3.06.04-91. Мосты и трубы. – Введ. 01.09.91. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1991. – 28 с.
114. Совершенствование защиты железнодорожных конструкций от электрокоррозии. – М: Транспорт, 1990. – 31 с.

115. Содержание и реконструкция мостов / В.О. Осипов, Ю.Г. Кузьмин, В.С. Анциперовский, А.А. Кирста / Под ред. В.О. Осипова: Учебник для вузов ж.д. транспорта – М.: Транспорт, 1986. – 327 с.
116. Содержание и ремонт мостов и труб на автомобильных дорогах / Гайдук К.В. и др. — М.: Транспорт, 1976. — 296 с.
117. Содержание, реконструкция, усиление и ремонт мостов и труб: Учебник для студ. вуз. ж-д. трансп. / Осипов В.О., Кузьмин Ю.Г., Кирста А.А. и др. / Под ред. В.О. Осипова, Ю.Г. Кузьмина – М.: Транспорт, 1996. – 471 с.
118. Спосіб визначення складу важкого бетону з мінеральним наповнювачем. / А.М.Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко, А.А.Плугін, Арт.М.Плугін, С.М.Кудренко, І.В.Подтележнікова, О.С.Герасименко, В.А.Лютій, А.В.Никитинський.- Патент UA 71122. - Опубл.15.06.2006.- Бюл.№6.
119. Спосіб визначення складу високоміцного, тріщиностійкого і водонепроникного бетону / А.М. Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко, А.А.Плугін, С.М.Кудренко, В.А. Лютій, А.В.Никитинський, І.В.Подтележнікова, Г.О.Линник, М.Д.Костюк, В.О.Яковлев. - Патент UA 62613. - Опубл.15.06.2005. - Бюл.№6.
120. Справочник по ремонту мостов и труб на железной дороге / В.А. Аретинский, Л.В. Бутков, Б.О. Зак, М.П. Ильиченко. - М.: Транспорт, 1973. – 544 с.
121. Справочник по электроснабжению железных дорог / Под ред. К.Г.Марквардта. – М.: Транспорт, 1981 – Т.2.– 392 с.
122. Страхова Н.Є., Голубєв В.О., Ковальов П.М., Тодіріка В.В. Експлуатація і реконструкція мостів. — К.: УТУ, 2002. - 403 с.
123. Строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И.Соломатов, В.Н.Выровой, В.С.Дорофеев, А.В.Сиренко.- К.: Будівельник, 1991.- 144 с.
124. Суперпластифікована цементно-водяна суспензія СПЦВС для цементації гірських порід і будівельних конструкцій: Деклар. патент №71208А. Україна. МПК 7 С04В28/12/ А.М.Плугін, Арт.М.Плугін, О.А.Калінін,

- С.В.Мірошніченко, А.А. Плугін, Д.В.Шумик, Д.А.Плугін,  
А.В.Никитинський, В.А.Лютій, М.Д.Костюк.- Оpubл.15.11.2004.- Бюл.№11.
125. Сухарева Л.А. Долговечность полимерных покрытий. – М.: Химия, 1984. – 240 с.
126. Таширо Т., Кавагути К. Влияние  $Cr_2O_3$  на образование C-S-H (I), тоберморита и сходных фаз в гидротермальных условиях // Тр. VI Международн. конгр. по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976. – Т. II, кн. 1. - С. 227-232.
127. Тейлор Х.Ф. Химия цемента. – М.: Мир, 1996. – 560 с.
128. Тейлор Х.Ф. Кристаллохимия продуктов гидратации портландцемента //Шестой международный конгресс по химии цемента. М.; Стройиздат. 1976. Т. 2, кн. 1, С. 192.
129. Теория удобоукладываемости бетонных смесей. Пластичность / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, Д.А.Плугин, С.Н.Кудренко // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА; ХОТВАБУ, 2002. - Вип.17. - С.132-142.
130. Технологические карты по ремонту железобетонных мостов.— К.: Оргдорстрой Миндорстроя УССР, 1983.— 184 с.
131. Технологические правила расшивки швов кладки мостов и труб. Утв. 21/III 1952. – М.: Трансжелдориздат, 1953. – 8 с.
132. Технологические правила ремонта каменных, бетонных и железобетонных конструкций эксплуатируемых железнодорожных мостов: Утв. Департаментом пути и сооружений 02.12.96. – М.: Транспорт, 1997. – 87 с.
133. Тимашев В.В., Каушанский В.Е. Технический анализ и контроль производства вяжущих материалов и асбестоцемента. - М: Стройиздат, 1974. - 279 с.
134. Трапезников А.А. // ЖФХ. – 1946. - Т.20. – С. 61 – 90.
135. ТУ У 01116472.042-2000. Склад захисний ЗС-3 для вологих та мокрих поверхонь залізобетонних конструкцій / - Харків: ХарДАЗТ, 2000.- 19 с.

136. ТУ У 01116472.045-2000. Суперпластифікатор SL та його модифікації / А.М. Плугін, Арт.М.Плугін, Д.А.Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко, Д.В.Шумик, А.А.Плугін, М.Ф.Макеєв.- Харків: УкрДА-ЗТ, 2000.- 16 с.
137. ТУ У В.2.7 – 02494868-001-98. Суперпластифікатор Дофен и его модификации. – Донецк: Промстройниипроект, 1998. – 17 с.
138. Улицкий И.И. Определение величин деформаций ползучести и усадки бетонов. - Киев: Госстройиздат УССР, 1963. – 132 с.
139. Ушеров-Маршак А.В. Калориметрия цемента и бетона. - Харьков: Факт, 2002. – 180 с.
140. Физико-математические модели долговременной ползучести и безнапорной водопроницаемости цементного камня и бетона / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, С.Н.Кудренко, А.В.Никитинский, В.А.Лютый // Зб.наук.праць. Серія «Технічні науки».- Луганськ: ЛНАУ, 2004.- №40(52). - С.145-154.
141. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии.– Л: Химия, 1984. – 368 с.
142. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. - М: Химия, 1982. – 400 с.
143. Холодный А.Г. Исследование особенностей структурообразования при твердении портландцемента, рядового и быстротвердеющего шлакопортландцемента с применением электронно-микроскопического метода. Дисс.... к.т.н. – 1969. - 157 с.
144. Чернявский В.Л. Адаптация бетона.- Днепропетровск: Нова ідеологія, 2002.- 116 с.
145. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. - М.: Стройиздат, 1979.- 344 с.
146. Шехтерпе К. Опоры мостов. Перевод с нем. с доп. и под ред. С.Я. Боженкова. – М.: Трансжелдориздат, 1940. – 334 с.
147. Шпынова Л.Г., Чих В.И. и др. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня. – Львов: Вища школа, 1981. – 160 с.

148. Щербаков Е.Н. О прогнозе величин деформаций ползучести и усадки тяжелого бетона в стадии проектирования конструкций // Тр. ЦНИИС. - М.: Транспорт, 1969. - Вып.70. – С. 19-22.
149. Экспериментальное определение потенциалов в конструкциях железнодорожных мостов на электрифицированных участках пути / А.Н. Плагин, Д.А. Плагин, В.А. Лютый, И.В. Подтележникова, О.С. Борзяк, А.А. Плагин, // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2006. - Вип. 73. – С. 225-228.
150. Электокоррозия железобетонных мостов и других искусственных сооружений / А.Н. Плагин, А.А.Скорик, А.А.Плагин, С.В.Мирошниченко, О.А.Калинин, И.В.Подтележникова, О.С.Герасименко, В.А.Лютый // Залізничний транспорт України. - 2004.- №1.- С. 11-13.
151. Яшин А.В. Прочность бетона при длительном нагружении и закономерности его разрушения и деформаций / VI конференция по бетону и железобетону. М.: Стройиздат, 1966. - Вып. 1.
152. Hummel A. Von Einfluss der Zementart, des Wasserzementverhältnisses und des Belastungsalters auf Kriechen von Beton. "Zement-Kalk-Gips", 12, Jg., H. 5, 1959.
153. Neville A.M. Role of cement in the creep of mortar //ACI Journal.-Vol.55.- No9.- 1959.
154. Ruetz W. Das Kriechen des Zementsteins im Beton und seine Beeinflussung durch dleichezeitiges Schwidnden. Materialprüfungsamt fur Bauwesen der TH Munchen, Bericht, Nr. 62, 1965.
155. The long-time creep and durability of the concrete and reinforced concrete / Arkady N. Plugin, Xinghua Wang , Andrei A. Plugin, Oleg A. Kalinin, Sergei V. Miroshnichenko // 11<sup>th</sup> Internat. Congr.on the Chemistry of Cement, Durban, South Africa, 11-16 May 2003.- 9 p.
156. Wagner O. Das Kriechen unbewehrten Betons. Deutscher Ausschuss fur Stahlbeton / Verlag Ernst und Sobh. - Berlin. - H.131. – 1958.