

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

На правах рукописи

Афанасьев Александр Валерьевич

УДК 691.3:699.8(043.3)

ЦЕОЛИТОПОЛНЕННЫЕ ЭПОКСИДНО-КАМЕННОУГОЛЬНЫЕ
ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ

05.23.05 – строительные материалы и изделия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук, профессор
ПЛУГИН Андрей Аркадьевич

Харьков 2011

СОДЕРЖАНИЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
РАЗДЕЛ 1 АНАЛИЗ ДАННЫХ О ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭПОКСИДНО-КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	14
1.1. Анализ материалов для защитных покрытий металлических конструкций искусственных сооружений железных дорог	14
1.1.1. Общие сведения о защитных материалах	14
1.1.2. Анализ состояния защитных покрытий эксплуатируемых металлических мостов	15
1.2. Анализ опыта применения и защитных свойств эпоксидно-каменноугольных покрытий	20
1.3. Анализ недостатков защитных покрытий, в том числе эпоксидно-каменноугольных, и способов их устранения	24
1.4. Эксплуатационные исследования состояния эпоксидно-каменноугольных защитных покрытий стальных поверхностей искусственных сооружений после длительной эксплуатации	28
1.5. Состояние двухслойных защитных покрытий с первым слоем ЗС-3М и вторым ЗС-1М (цветным) на неэлектрифицированном участке пути и конструкциях зданий	41
1.6. Эксплуатационные исследования состояния и качества нанесения эпоксидно-каменноугольных защитных составов на стальные поверхности	43
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 1	53
РАЗДЕЛ 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	55
2.1. Материалы	55
2.2. Методы исследований	58
2.2.1. Определение содержания в КУС воды и летучих фракций	59

2.2.2. Определение связывания летучих фракций КУС наполнителем	60
2.2.3. Определение знака и величины электроповерхностного потенциала в высоковольтном электрическом поле	61
2.2.4. Исследование смачивания поверхностей защитными составами	62
2.2.5. Исследование влияния постоянного электрического потенциала на смачивание стали защитным составом	64
2.2.6. Исследование адгезии защитного состава к поверхности стали	64
2.2.7. Исследование безнапорной водопроницаемости защитных покрытий	66
2.2.8. Оценка защитных свойств покрытий испытанием на электрокоррозионную стойкость (пробой)	68
2.2.9. Физико-химические методы исследования	68
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 2	69
РАЗДЕЛ 3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОВЫШЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ, АДГЕЗИИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭПОКСИДНО-КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ	71
3.1. Влияние концентрации твердой фазы на вязкость структурированных дисперсных систем	71
3.2. Состав и реологические свойства компонентов КУС как структурированной дисперсной системы	72
3.3. Влияние температуры воздуха на вязкость компонентов эпоксиднокаменноугольного защитного покрытия типа ЗС-ЗМ	75
3.4. Существующие способы понижения вязкости эпоксидной смолы	77
3.5. Возможности удаления из КУС воды и летучих фракций. Свойства и обоснование выбора типа цеолита	80
3.5.1. Сорбирующие свойства цеолитов и выбор типа цеолита	81
3.5.2. Теоретическое обоснование оптимального количества цеолита в защитных покрытиях	84
3.6. Анализ данных о структуре КУС и полярных свойствах ее твердой фазы	85

	4
3.7. Расчет электроповерхностных потенциалов цеолитов	89
3.8. Совершенствование представлений о структуре эпоксидно-каменноугольных покрытий и ее оптимизации	91
3.9. Анализ существующих представлений о смачивании и их развитие применительно к качеству нанесения эпоксидно-каменноугольных покрытий на поверхность стали	92
3.10. Электрокапиллярный эффект и гипотеза о возможности его использования для улучшения качества нанесения эпоксидно-каменноугольного покрытия на стальную поверхность	99
3.11. Жидкая фаза каменноугольной смолы как эмульсия	100
3.12. Механизм возникновения кратеров в эпоксидно-каменноугольном покрытии	103
3.13. Механизм растекания капли и перекрывания неровностей	108
3.13.1. Неровности на поверхности стали	108
3.13.2. Определение предельной вязкости защитного состава	118
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 3	121
РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭПОКСИДНО-КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ	123
4.1. Экспериментальные исследования причин ухудшения качества покрытия ЗС-ЗМ на стальных поверхностях	123
4.1.1. Экспериментально-теоретические исследования механизма влияния низкой температуры на качество эпоксидно-каменноугольного покрытия ЗС-ЗМ	124
4.2. Экспериментальные исследование факторов, определяющих качество защитного покрытия на поверхности стали	131
4.2.1. Исследование влияния растворителя на качество эпоксидно-каменноугольного покрытия ЗС-ЗМ на поверхности стали	131
4.2.2. Исследование влияния растворителя на краевой угол смачивания эпоксидно-каменноугольного состава ЗС-ЗМ	136

4.2.3. Исследование влияния постоянного электрического потенциала на поверхности стали на качество покрытия	140
4.2.4. Исследование влияния наполнителя цеолита на качество эпоксидно-каменноугольного защитного покрытия на поверхности стали	142
4.2.4.1. Экспериментальные исследования электроповерхностных свойств цеолита в высоковольтном электрическом поле	142
4.2.4.2. Исследование микроструктуры компонентов эпоксидно-каменноугольных защитных составов	146
4.2.4.3. Определение оптимального расхода цеолита в защитном составе	154
4.3. Исследование эксплуатационных свойств разработанного цеолитонаполненного эпоксидно-каменноугольного защитного покрытия	156
4.3.1. Зависимость вязкости состава от температуры	156
4.3.2. Исследование качества покрытия на поверхности стали	157
4.3.3. Исследование электрокоррозионной стойкости защитного покрытия	159
4.3.4. Физико-химические исследования защитного покрытия после испытаний на электрокоррозионную стойкость	161
4.3.5. Исследование безнапорной водонепроницаемости	161
4.3.6. Исследование адгезии покрытия после длительных испытаний на электрокоррозионную стойкость	167
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 4	169
5 ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭПОКСИДНО-КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЛЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	171
5.1. Разработка технологии приготовления и нанесения электрокоррозионностойкого защитного состава ЗС-3МЦ на стальные поверхности	171

	6
5.1.1. Состав ЗС-ЗМЦ	171
5.1.2. Приготовление состава	172
5.1.3. Подготовка поверхности перед нанесением состава	173
5.1.4. Нанесение состава при подаче на металлическую конструкцию постоянного напряжения	175
5.1.5. Контроль качества покрытия	177
5.2. Внедрение результатов исследований при ремонте искусственных сооружений железных дорог	179
5.2.1. Капитальный ремонт водопропускной трубы на 365 км участка Основа – Букино Южной железной дороги	179
5.2.2. Капитальный ремонт водопропускной трубы на 111 км участка Харьков – Купянск Южной железной дороги	180
5.2.3. Капитальный ремонт стоек железнодорожного путепровода №26 на перегоне Сартана – Северная ОАО «МК «Азовсталь»	181
5.2.4. Защитное покрытие ЗС-ЗМ и ЗС-ЗМЦ металлоинъекционных рубашек водопропускной трубы на 19 км участка Харьков – Люботин Южной железной дороги	182
5.3. Экономическая эффективность внедрения результатов исследований	187
5.4. Использование результатов исследований при разработке нормативной и инструктивной документации	189
5.5. Использование результатов исследований в учебном процессе	190
5.6. Патентование разработанных решений	190
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 5	191
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	192
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	194
ПРИЛОЖЕНИЯ	206

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Защитный состав – смесь связующего вещества с модифицирующими компонентами, наполнителями, пигментами, предназначенный для нанесения на поверхности для их защиты от коррозии и других неблагоприятных воздействий

Защитное покрытие – нанесенный на защищаемую поверхность отвержденный защитный состав

ЗС-1, ЗС-1М – защитные составы эпоксидно-инден-кумароновые

ЗС-3 – защитный состав эпоксидно-каменноугольный

ЗС-3М – защитный состав эпоксидно-каменноугольный модифицированный, без наполнителя

ЗС-3МЦ – защитный состав эпоксидно-каменноугольный, модифицированный цеолитом

КУС – каменноугольная смола

ЛКМ – лакокрасочные материалы

ЛФ – легкая (летучая) фракция каменноугольной смолы

ПК – персональный компьютер

ПЭПА – полиэтиленполиамин, отвердитель эпоксидных смол

УП-583Д – высокоактивный отвердитель эпоксидных смол

ЭД-20 – марка эпоксидно-диановой смолы

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. На железных дорогах Украины эксплуатируется значительное количество искусственных сооружений. По данным Главного управления путевого хозяйства «Укрзалізниця» [1], по состоянию на 01.01.2008 только металлических железнодорожных мостов насчитывалось 874. На них установлено 2613 металлических пролетных строений общей массой 243,33 тыс. тонн, из которых 990 (38 %) числилось дефектными, а 102 (4 %) имело низкий класс и требовало систематических наблюдений и замены в плановом порядке.

Согласно [2], основной проблемой долговечности для металлических пролетных строений является, кроме усталостных трещин, их коррозия и коррозионно-усталостные трещины. Проблема долговечности значительно усилилась в связи с электрификацией железных дорог, особенно постоянным током, и обусловленной ей электрокоррозией конструкций.

Наиболее распространенным способом защиты от коррозии и электрокоррозии металлических конструкций является их покрытие лакокрасочными материалами ЛКМ. До настоящего времени, большинство металлических пролетных строений железнодорожных мостов России покрыто масляными и алкидными (пентафталевыми и глифталевыми) ЛКМ [2], такие же ЛКМ применяются в Украине. При их ожидаемом межремонтном сроке 3-6 лет отдельные следы повреждений в виде трещин, отслоений и ржавчины наблюдаются уже через один-два года эксплуатации, а при отсутствии пескоструйной очистки уже в первые месяцы.

В России принято решение, а во многих европейских странах применяется как стандартная, защита металлических мостов полиуретановыми материалами. Композиции из них отверждаются влагой воздуха, пригодны для окрашивания мокрых металлических поверхностей, при температурах около 0°C и относительной влажности воздуха до 98%.

Однако в Украине такой массовый переход на применение полиуретановых покрытий для защиты от коррозии металлических мостов, несмотря на имеющиеся их

отечественное производство, пока является нереальным из-за их высокой стоимости (примерно в 5 раз дороже ПФ-115).

По этой же причине нереальным является переход на антикоррозионные ЛКМ на основе эпоксидных смол, равноценные и даже выше по защитным и антикоррозионным свойствам и стоимости.

Однако полиуретановые покрытия не прошли проверку в условиях постоянного тока утечки и обводнения, при которых под покрытием протекает электрокоррозия, что значительно сокращает срок службы покрытия.

Вместе с тем высокими антикоррозионными защитными свойствами обладают эпоксидно-каменноугольные покрытия на основе эпоксидной и каменноугольной смол, широко применяемые в США и других развитых странах для подземных и других металлических конструкций.

Эпоксидно-каменноугольные защитные покрытия ЗС-3 и ЗС-3М, разработанные учеными УкрГАЗТ, прошли широкую многолетнюю проверку в самых сложных условиях совместного воздействия постоянного тока утечки и обводнения.

Исходя из этого, а также имеющейся в Украине сырьевой базы КУС совершенно реальным является широкое использование электрокоррозионностойких эпоксидно-каменноугольных покрытий, стоимость которых не превышает стоимости распространенной эмали ПФ-115, являющейся, как отмечалось, очень нестойкой в указанных условиях.

Эпоксидно-каменноугольные защитные составы ЗС-3 и ЗС-3М приготавливаются из эпоксидно-диановой смолы ЭД-20, недорогой каменноугольной смолы КУС и наполнителя – портландцемента, и отверждаются отвердителями аминного типа – высокоактивным УП-583Д (для влажных поверхностей) или средней активности полиэтиленполиамином ПЭПА (для сухих поверхностей).

Однако такие составы обладают недостатками, среди которых не всегда стабильные показатели адгезии к металлическим поверхностям, недостаточная долговечность, особенно на электрифицированных постоянным током участках железных дорог, наличие в КУС вредных летучих фракций.

Исходя из изложенного, тема совершенствования эпоксидно-каменноугольных защитных составов с целью повышения их адгезии, долговечности и защитных свойств, является актуальной.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Работа выполнялась в составе госбюджетных научно-исследовательских тем УкрГАЗТ по планам НИОКР Министерства транспорта и связи Украины:

- №6/2-2008 (№ГР 0108U000076) «Розробка теоретичних та експериментальних основ захисту від електрокорозії споруд залізничного транспорту» [3];

- №6/2-2010 (№ГР 0110U002128) «Розробка теоретичних основ та експериментальні дослідження впливу струмів витoku та блукаючих струмів на бетон та розчин бетонних, залізобетонних та кам'яних конструкцій» [4], а также хозрасчетных тем по планам НИОКР Укрзалізниці:

- №4/07-ЦТех-778/07-ЦЮ (60/3-2007) «Дослідження та розробка рекомендацій по захисту конструктивних елементів будівель та споруд, що експлуатуються, від агресивних дій» [5];

- №24/08-ЦТех-319/08-ЦЮ (60/2-2008) «Дослідження та розробка рекомендацій із захисту та підсилення будівель та споруд станційних комплексів, що руйнуються від спільної дії електричного струму, вібрації, ґрунтових вод» [6];

- №48/09-ЦТех-151/09-ЦЮ (60/1-2009) «Проведення досліджень з розширенням статистичних даних для розробки відомчих будівельних норм із захисту будівельних конструкцій та споруд залізничного транспорту від агресивних дій» [7].

- №31/10-ЦТех/165/10-ЦЮ (60/3-2010) «Проведення досліджень корозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях, визначення їх термінів експлуатації та розробка заходів щодо їх захисту від корозії».

Цель исследований – повышение электрокоррозионной стойкости, адгезии и долговечности эпоксидно-каменноугольных защитных покрытий стальных конструкций за счет повышения их качества и непроницаемости.

Объект исследования – полимеркомпозиционные защитные составы и покрытия на основе эпоксидной и каменноугольной смол и наполнителей, металлические конструкции с защитными покрытиями.

Предмет исследования – взаимодействия между фазами смол и компонентами защитных составов, взаимодействие защитных составов с поверхностью стали, процесс образования кратеров в покрытии, свойства защитных покрытий.

Научная гипотеза: Повышение электрокоррозионной стойкости и долговечности эпоксидно-каменноугольных защитных покрытий может быть достигнуто за счет введения в оптимальном количестве наполнителя цеолита, который сорбирует свободную воду и летучую фракцию каменноугольной смолы (КУС), обеспечивая повышение адгезии покрытия к защищаемой поверхности стали и его непроницаемости для коррозионных токов и агрессивных сред.

Задачи исследований:

- аналитический обзор литературных данных, обобщение результатов исследований защитных свойств и выявление недостатков эпоксидно-каменноугольных покрытий в сооружениях железнодорожного транспорта, эксплуатируемых в условиях обводнения и токов утечки; критический анализ теоретических представлений об их защитных свойствах;

- определение критериев низкого качества защитных покрытий, факторов его ухудшения и улучшения; анализ влияния различных факторов на качество и электрокоррозионную стойкость эпоксидно-каменноугольных покрытий; анализ существующих способов снижения вязкости эпоксидной смолы и удаления воды и летучей фракции из каменноугольной смолы;

- совершенствование теоретических представлений о возникновении дефектов и ухудшении качества эпоксидно-каменноугольных покрытий на поверхности стали;

- исследование влияния наполнителя цеолита на технологические свойства и электрокоррозионную стойкость эпоксидно-каменноугольных защитных составов и покрытий; разработка рецептуры наполненного цеолитом эпоксидно-каменноугольного защитного состава;

- исследования эксплуатационных свойств разработанного защитного покрытия; физико-химические исследования защитного покрытия после его длительных испытаний на электрокоррозионную стойкость;

- эксплуатационная проверка и внедрение разработанного эпоксидно-каменноугольного защитного покрытия.

Методы исследований. В диссертационной работе кроме стандартных методов исследований свойств защитных составов и покрытий использованы специальные и оригинальные методы и методики:

- для оценки электроповерхностных свойств стали и компонентов защитного покрытия – расчетно-экспериментальный способ определения электроповерхностных потенциалов [8, 9];

- для исследования реологических свойств защитного покрытия и его компонентов – вискозиметр ВЗ-1 для определения условной вязкости;

- для исследования смачивания и растекаемости защитного состава и его компонентов – традиционную методику измерения краевого угла смачивания, усовершенствованную с учетом электроповерхностных свойств поверхности стали и компонентов защитных составов [10];

- для определения адгезии защитного состава к поверхности стали – отрыв адгезиометром штампов, наклеенных на поверхность защитного покрытия [11];

- для исследования фильтрационных свойств защитных покрытий – методику определения безнапорной водопроницаемости [12];

- для исследования защитных свойств эпоксидно-каменноугольных покрытий – запатентованную оригинальную методику их испытаний на электрокоррозионную стойкость [13];

- для определения качества и фазового состава эпоксидно-каменноугольного покрытия после длительных испытаний на электрокоррозионную стойкость – физико-химические методы исследований – оптическую микроскопию, рентгеновский анализ, инфракрасную спектроскопию.

Научная новизна полученных результатов:

- установлено, что защитные свойства, адгезия и долговечность эпоксидно-каменноугольных покрытий поверхности стали снижаются за счет наличия в каменноугольной смоле воды и легкой фракции, образующих между собой прямую эмульсию; капли эмульсии подвергаются коалесценции, поляризуются и образуют

нормальные к поверхности капилляры, заполненные легкой фракцией и растягивающиеся за счет поверхностного натяжения до величины кратеров; легкая фракция и вода, испаряясь, оставляют сквозные кратеры, обуславливающие снижение защитных свойств и долговечности; размер кратеров обусловлен равновесием между силами поверхностного натяжения и латерального электроповерхностного отталкивания и составляет около 0,14 мм;

- установлено, что подача на поверхность стали электрического потенциала при нанесении эпоксидно-каменноугольного состава обуславливает снижение краевого угла смачивания за счет электрокапиллярного эффекта и приводит к уменьшению растягивания кратеров и их размеров, не устраняя их полностью;

- установлено, что введение в каменноугольную смолу синтетического цеолита NaX в количестве 7÷10 % по массе полностью устраняет кратерообразование в эпоксидно-каменноугольном покрытии, обеспечивая повышение адгезии к стали на 67% и защитных свойств в виде приобретения способности к длительному (более 200 ч) сопротивлению электрическому воздействию; синтетический цеолит NaX своими каналами размером 0,9 нм адсорбирует молекулы веществ легкой фракции – бензола, толуола, ксилола размером 0,6, 0,67, 0,71 нм, соответственно, и воды, предотвращая образование эмульсии и кратеров.

Практическая значимость полученных результатов:

- разработан и внедрен модифицированный цеолитом эпоксидно-каменноугольный состав ЗС-ЗМЦ для защитных покрытий металлических поверхностей;

- разработаны разделы в нормативных документах: «Рекомендації по захисту конструктивних елементів будівель та споруд, що експлуатуються, від агресивних дій» [14]; «Рекомендації із захисту та підсилення будівель та споруд станційних комплексів, що руйнуються від спільної дії електричного струму, вібрації, ґрунтових вод» [15]; «Споруди транспорту. Захист конструкцій будівель і службово-технічних споруд залізничного транспорту від агресивних дій: Галузеві будівельні норми України» (проект, утверджений Главным управлением строительно-монтажных работ и гражданских сооружений Укрзалізниці и проходящий установленную

процедуру согласований и утверждения в органах исполнительной власти Украины) [16];

Результаты исследований используются в учебном процессе, в том числе включены в подготовленное в соавторстве учебное пособие [17].

Личный вклад соискателя. Критический анализ существующих представлений по изучаемым вопросам, обобщение данных о состоянии защитных покрытий после длительной эксплуатации, расчеты электроповерхностных потенциалов и экспериментальные исследования выполнены автором лично. Постановка задач исследований, формулирование научной гипотезы и новых научных положений выполнены совместно с научным руководителем, эксплуатационные исследования и внедрение результатов исследований – совместно с соавторами публикаций, которым автор выражает искреннюю благодарность. Личный вклад в публикациях отражен в перечне опубликованных трудов.

Апробация результатов диссертации проведена на 46-м Международном семинаре по моделированию и оптимизации композитов МОК'46 Одесса, (26÷27 апреля 2007 г.), 3-й научно-технической конференции «Математичні моделі процесів в будівництві» (Залізобетонні конструкції та матеріали), Луганск, (24-25 марта 2010 г.), 3-й Международной конференции по строительным материалам, конструкциям и сооружениям «Проблемы надежности и долговечности инженерных сооружений и зданий на железнодорожном транспорте», Харьков, (12÷13 апреля 2011 г.), 68÷73 Международных научно-технических конференциях кафедр УкрГАЗТ и специалистов предприятий железнодорожного транспорта (2006÷2011), 66-й научно-технической конференции ХГТУСА, (22-24 февраля 2011 г.).

Публикации. Основные результаты диссертационной работы опубликовано в 8 статьях, из которых 6 в изданиях рекомендованных ВАК Украины [18÷23], 1 патенте на изобретение [13], а также в 1 опубликованном докладе [24].

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, основных выводов, списка литературы из 131 наименований на 12 страницах; содержит 128 страниц основного текста, 125 рисунков, 11 таблиц, 6 приложений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Яковлев В. О. Технічна характеристика інженерних споруд залізниць України / Яковлев В.О. // Галузева школа передового досвіду «Комплексне виконання робіт із заміни металевих прогонових будов великих прогонів». - Придніпровська залізниця, ст. Запоріжжя-2, 15–17 жовтня 2008 р. – с. 4–14
2. Как продлить жизнь железнодорожных мостов? необходимое средство [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
www.eav.ru/pub11.php%3Fpublid%3D2004
3. Розробка теоретичних та експериментальних основ захисту від електрокорозії споруд залізничного транспорту: звіт з НДР / УкрДАЗТ. – Харків, 2009. – д/т №6/2-2008. – №ДР 0108U000076. – 268 с.
4. Розробка теоретичних основ та експериментальні дослідження впливу струмів витоку та блукаючих струмів на бетон та розчин бетонних, залізобетонних та кам'яних конструкцій: звіт з НДР (проміжний) / УкрДАЗТ. – Харків, 2010. – д/т №6/2-2010. – №ДР 0110U002128.
5. Дослідження та розробка рекомендацій по захисту конструктивних елементів будівель та споруд, що експлуатуються, від агресивних дій: звіт з НДР / УкрДАЗТ. – Харків, 2007. – г/д №4/07-ЦТех-778/07-ЦЮ (60/3-2007). – Етап 1. – 71 с.; Етап 2. – 99 с.; Етап 3. – 114 с.
6. Дослідження та розробка рекомендацій із захисту та підсилення будівель та споруд станційних комплексів, що руйнуються від спільної дії електричного струму, вібрації, ґрунтових вод: звіт з НДР / УкрДАЗТ. – Харків, 2008. – г/д №24/08-ЦТех-319/08-ЦЮ (60/2-2008). – Етап 1. – 61 с.; Етап 2. – 92 с.; Етап 3. – 110 с.
7. Проведення досліджень з розширенням статистичних даних для розробки відомчих будівельних норм із захисту будівельних конструкцій та споруд залізничного транспорту від агресивних дій: звіт з НДР / УкрДАЗТ. – Харків, 2009. – г/д №48/09-ЦТех-151/09-ЦЮ (60/1-2009). – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Етап 1. – 60 с; Етап 2. – 86 с; Етап 3. – 80 с.
8. О механизме возникновения электроповерхностного потенциала различных веществ в водных растворах / [Плугин А. Н., Вдовенко Н. В., Бирюков А. И., Овчаренко Ф. Д.]. - ДАН СССР, 1988. - Т. 298. -№3. - С.656-661.

9. Плугин А. А. Об определении электроповерхностного потенциала в твердеющих минеральных вяжущих / А. А. Плугин // Вестник НТУ «ХПИ»: сб. науч. тр. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. – Вып. 33 (Тематический выпуск «Химия, технология и экология»). – С. 66–74.

10. Плугин А. Н. Электрогетерогенные взаимодействия при твердении цементных вяжущих: дисс... д.х.н / Плугин Аркадий Николаевич. – Киев: ИКХХВ АН Украины, 1989. – 282 с.

11. Защита от коррозии в строительстве конструкции бетонные и железобетонные. Методы испытаний адгезии защитных покрытий: ГОСТ 28574-90 (СТ СЭВ 6319-88). - (Госстандарт СССР).

12. А. с. 94042090 СССР. Способ определения водонепроницаемости бетона и изделий / А. Н. Плугин, И. Г. Прокопова, Д. Н. Косинов; заявл. 15.04.94; опубл. 25.12.98, Бюл. №6.

13. Пат. 88998 UA, МПК E04B1/66 E04B 1/62. Спосіб визначення електрокорозійної стійкості захисних покриттів / А. А. Плуґін, А. М. Плуґін, І. В. Потележнікова, О. В. Афанасьєв, Ю. М. Горбачова, С. В. Мірошніченко, Д. А. Плуґін, О. А. Плуґін, О. А. Дудін, О. С. Борзяк; заявл. 07.10.2008. – заявка № a200811897; опубл. 10.12.2009, Бюл. № 23.

14. Рекомендації по захисту конструктивних елементів будівель та споруд, що експлуатуються, від агресивних дій / УкрДАЗТ, ЦБМЕС УЗ. – Затв. 03.12.2007. – Харків, 2007. – 88 с.

15. Рекомендації із захисту та підсилення будівель та споруд станційних комплексів, що руйнуються від спільної дії електричного струму, вібрації, ґрунтових вод / УкрДАЗТ, ЦБМЕС УЗ. - Затв. 01.12.2008. - Харків, 2008. - 83 с.

16. Споруди транспорту. Захист конструкцій будівель і службово-технічних споруд залізничного транспорту від агресивних дій: галузеві будівельні норми України (проект) / Головне управління будівельно-монтажних робіт і цивільних споруд Укрзалізниці; УкрДАЗТ. – Харків, 2010. – 199 с.

17. Дамаскин Б. Б. Основы теоретической электрохимии: учеб. пособ. для вузов / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий. - М.: Высш.шк., 1978. - 239 с.

18. Афанасьев А. В. Повышение технологичности и защитных свойств покрытий на основе каменноугольной и эпоксидной смол и высокоактивного отвердителя аминного типа / Афанасьев А. В. // Збірник наукових праць

Української державної академії залізничного транспорту. – Харків, 2010. – Вип. 115. – С. 82–90.

19. Афанасьев А. В. Использование синтетического цеолита для модифицирования эпоксидно-каменноугольных защитных составов / Афанасьев А. В., Горбачева Ю. Н., Плугин А. А. // Проблемы надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 109. – С. 81–89.

20. Порівняльний аналіз методів контролю летких компонентів кам'яно-вугільної смоли у повітрі робочої зони / [Плугін А. М., Плугін А. А., Горбачова Ю. М., Афанасьєв О. В.] // Проблемы надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип. 77. – С. 176–189.

21. Плугин А. Н. Исследование диэлектрических свойств каменноугольных смол / Плугин А. Н., Афанасьев А. В., Горбачева Ю. Н. // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2007, вип. 44. – С. 210.

22. Экспериментальные исследования электроповерхностных свойств вяжущих и пигментов в высоковольтном электрическом поле / [Плугин А. А., Плугин А. Н., Афанасьев А. В., Горбачева Ю. Н., Подтележникова И. В.]. // Проблемы надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: зб.наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 87. – С. 125–134.

23. Электроповерхностный потенциал простых веществ – основа моделирования прочностных и коррозионных свойств стальных и железобетонных конструкций / [Плугин А. Н., Плугин А. А., Горбачева Ю. Н., Афанасьев А. В.]. // Науковий вісник ЛНАУ (3-я наук. техн. конфер. «Математичні моделі процесів в будівництві» (Залізобетонні конструкції та матеріали), Луганськ, 24–25 березня 2010). – Луганськ: ЛНАУ, 2010. – Вип. 14. – С. 19–41.

24. К механизму коррозии низкоуглеродистой стали под защитными покрытиями / [Плугин А. Н., Плугин А. А., Подтележникова И. В., Мирошниченко С. В., Горбачева Ю. Н., Афанасьев А. В.]. // Моделирование в компьютерном материаловедении: матер. к 46-му Междунар. семин. по моделированию и оптимизации композитов МОК'46, Одесса, 26–27 апреля 2007. – Одесса: Астропринт, 2007. – С. 197–202.

25. Кукушкин Ю. Химия вокруг нас. Коррозия металлов [Электронный ресурс] / Ю. Кукушкин. – 2010. – 27 декабря. – Режим доступа до журн.: <http://www.n-t.ru/ri/kk/hm13.htm>.

26. Защита строительных конструкций от коррозии: СНиП 2.03.11-85. – М.: ГУП ЦПП, 1996. – 56 с. – (Минстрой РФ).

27. Правила фарбування залізничних мостів, що експлуатуються: ЦП 0142. - [Плугін А. М., Калінін О. А., Мірошніченко С. В., Плугін А. А., Мкртчян М. М., Подтележнікова І. В.]. – Київ, 2006. – 176 с. – (Головне управління колійного господарства Укрзалізниця).

28. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения: ГОСТ 9.032-74

29. Захист будівельних конструкцій та споруд від агресивних дій з рішенням практичних задач / [Бабушкін В. І., Плугін А. А., Казімагомедов І. Е., Скорик О. О.]. – Харків.: УкрДАЗТ, 2006 – 214 с.

30. Бабушкин В. И. Защита строительных конструкций от коррозии, старения и износа / Бабушкин В. И. – Харьков: Вища школа, 1989. - 168 с.

31. Коррозия и защита сооружений на электрифицированных железных дорогах / [Котельников А. В., Иванова В. И., Селедцов Э. П., Наумов А. В.]; под ред. А. В. Котельникова. – М.: Транспорт, 1974. – 152 с.

32. Томашов Н. Д. Теория коррозии и защиты металлов / Томашов Н. Д. – М.: АН СССР, 1959. – 591 с.

33. Захист будівельних конструкцій та споруд від агресивних дій з рішенням практичних задач / [Бабушкін В. І., Плугін А. А., Казімагомедов І. Е., Скорик О. О.]. – Харків.: УкрДАЗТ, 2006 – 214 с.

34. Бабушкин В. И. Защита строительных конструкций от коррозии, старения и износа / Бабушкин В. И. – Харьков: Вища школа, 1989.-168 с.

35. Коррозия и защита сооружений на электрифицированных железных дорогах / [Котельников А. В., Иванова В. И., Селедцов Э. П., Наумов А. В.]; под ред. А. В. Котельникова. – М.: Транспорт, 1974. – 152 с.

36. Томашов Н. Д. Теория коррозии и защиты металлов / Томашов Н. Д. – М.: АН СССР, 1959. – 591 с.

37. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Системи газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії: ДСТУ Б В.2.5-29:2006

38. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Трубопроводи сталеві підземні систем холодного і гарячого водопостачання. Загальні вимоги до захисту від корозії: ДСТУ Б В.2.5-30:2006.

39. Защита подземных металлических сооружений от коррозии / [Стрижевский И. В., Белоголовский А. Д., Дмитриев В. И. и др]. – М.: Стройиздат, 1990. – 303 с.

40. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием: ГОСТ 9.402-80

41. Типовая инструкция по окраске металлических опор линий электропередачи с применением преобразователя ржавчины: РД 34.21.662 (ТИ 34-70-023-84)

42. Окрасочная гидроизоляция из мастик и красок. Битумные эмульсии [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.bibliotekar.ru/spravochnik-95.../3.htm -.

43. Попченко С. Н. Гидроизоляция сооружений и зданий / Попченко С. Н. – Л.: Стройиздат Ленинградское отделение, 1981.

44. GasForum » Архив » Покрытия трубопроводов [электронный ресурс]. – Режим доступа: gasforum.ru/obzory-i-issledovaniya/574/ -.

45. Склад захисний ЗС-3 для вологих та мокрих поверхонь залізобетонних конструкцій. Технічні умови: ТУ У 01116472.042-2000 / ХарДАЗТ. – Увед. 01.05.2000. – Харків, 2000. – 14 с.

46. Защитный состав ЗС-3 для мокрых бетонных и каменных поверхностей: I изд.: Р 773/8 / Организация сотрудничества железных дорог (ОСЖД). – [Вступ.в силу 27.10.2000].

47. Рекомендации по защите от коррозии металлических железнодорожных мостов: III изд.: О+Р 772 / Организация сотрудничества железных дорог (ОСЖД). – [Вступ. в силу 04.2007]. – 22 с.

48. Рекомендации по ремонту тоннелей: III изд. / Организация сотрудничества железных дорог (ОСЖД): О+Р 773. – [Вступ.в силу 04.2007]. – 37 с.

49. Возненко С. И. Герметизирующие композиции на основе цемента и КУС для обводненных тоннелей: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Возненко С. И. – Харьков: ХарГАЖТ, 1999. – 176 с.

50. Подтележнікова І. В. Захисні покриття для залізобетонних та сталевих конструкцій мостів і других споруд, що експлуатуються в умовах обводнення

та струмів витоку: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Подтележнікова І. В. – Харків: УкрДАЗТ, 2009.

51. Импортные ЛКМ не имеющие наших аналогов Эпоксикаменноугольное покрытие [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.infrahim.ru/analogi_lkm/import_lk... -

52. Яковлева Р. А. Регулювання технологічних і експлуатаційних властивостей композиційних полімерних матеріалів на основі епоксиполімерів: автореф. дис. ...доктора техн. наук: 05.17.06 / Яковлева Р. А. - Київ: ДАЛПУ, 1999. - 34 с.

53. Эпоксидные композиты с применением местных заполнителей, модифицированные карбамидными смолами и амидополиаминами / [Ерофеева А. А., Морозов Е. А., Шишкин В. Н., Ерофеев В. Т.] // Строительные материалы, оборудование, технологи XXI века. – 2006. – №8. – С. 32–36.

54. Малинин А. В. Повышение защитных свойств эпоксидных покрытий стальных резервуаров: дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.01 / Малинин А. В. - Уфа: УГНТУ, 2009. – 136 с.

55. Бобрыщев А. Н. Наполненные полимерные композиты строительного назначения: дисс. ... доктора. техн. наук: 05.23.05 / Бобрыщев А. Н. - Москва: МИИТ, 1990. – 420 с.

56. Довгань О. Д. Епоксидні полімерні розчини, модифіковані фурфуролом і цеолітом: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Довгань О. Д. - Одеса: ОДАБА, 2005. – 155 с.

57.Склади захисні кольорові ЗС-1М і ЗС-3М для бетонних, залізобетонних і металевих конструкцій. Технічні умови: ТУ У 45.2-01116472-105:2006 р – 2006 р. – 33 с.

58. Брон Я. А. Переработка каменноугольной смолы / Брон Я. А. – М.: Metallurgiya, 1963. – 272 с.

59. Кельцев Н. В. Основы адсорбционной техники / Кельцев Н. В. - М.: Химия. 1984. - 592 с.

60. Переработка цеолитоперлитового сырья камчатки и приморья / [Холошин Е. П., Шевчук В. Д., Шевчук Н. Д., Владимиров В. П.]. // Научная конференция. Вологдинские чтения. Строительство и Архитектура. Часть II, Материалы конференции. - Владивосток, 2004. - С. 9-10.

61. Руководство к практическим работам по коллоидной химии / [Григоров О. Н., Карпова И. Ф., Козьмина З. П., Фридрихсберг Д. А.]. – Л.: ЛГУ, 1955. – 212 с.

62. Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии: учеб. для вузов. – Л.: Химия, 1984. – 368 с.

63. Xumuk.ru - каменноугольные масла - Химическая энциклопедия [электронный ресурс]. – Режим доступа:

www.xumuk.ru/encyklopedia/1838.html -]

64. Дорожные дегти. Строительство дорог и транспорт. Охрана труда [электронный ресурс]. – Режим доступа: woodroads.ru/dorozhnye-neftebitumu/74...

65. Химический каталог >> Технология огнеупоров [электронный ресурс]. – стр 62. - Режим доступа:

www.ximicat.com/ebook.php%3Ffile%3Dst... -.

66. Битумы и дегти [электронный ресурс]. – Режим доступа: remstroyru.com/remont-ofisov/articles... -.

67. В результате получается так называемый отогнанный [электронный ресурс]. – Режим доступа:

www.merlin-igor.ru/d/wartbw224wind/in... -

68. Библиотека НЕФТЬ-ГАЗ: Предложения в тексте с термином "Масла" [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.himi.oglib.ru/bgl/949/216.html -.

69. Разбавление эпоксидных смол [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.t22.nm.ru/Thinning.htm: по данным Журнала Epoxyworks N14, 1999 (www.westsystem.com).

70. Жидкие эпоксидные смолы компании Dow Chemical [электронный ресурс]. – Режим доступа:

www.neochemical.ru/File/LERDOW-rus.doc -.

71. Сухарева Л. А. Долговечность полимерных покрытий / Сухарева Л. А. – М.: Химия, 1984. – 240 с.]

72. Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів / [Братчун В. І., Золотарьов В. О., Пактер М. К., Беспалов В. Л.]. – Макіївка-Харків: Норд-Комп'ютер, 2006. – 302 с.

73. Рабинович В. А. Краткий химический справочник / Рабинович В. А., Хавин З. Я. - Л.: Химия, 1978, 392 с.

74. Майофис И. М. Химия диэлектриков / Майофис И. М. – М.: Высшая школа, 1970. – 330 с.
75. Бетехтин А. Г. Курс минералогии / Бетехтин А. Г. - М.: Госгеотехиздат, 1956. - 558 с.
76. Цеолиты [электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://ru.wikipedia.org/wiki/Цеолиты>
77. Процессы и аппараты химических технологий [электронный ресурс]. – Режим доступа: chemanalytica.com/book/novuу_spravoch... -.
78. Адсорбация и регенерация сорбентов. Википедия [электронный ресурс].
79. Адсорбционная способность - цеолит - Технический словарь Том II. [электронный ресурс]. – Режим доступа:
www.ai08.org/index.php/term/%25D0%25A... -.
80. Большая Энциклопедия Нефти и Газа, статья: Синтетический цеолит [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ngpedia.ru/id584301p3.html -.
81. Эффективный диаметр - пора - Технический словарь Том I [электронный ресурс]. – Режим доступа :
www.ai08.org/index.php/term/,9da4ac97... -.
82. Цеолит природный Сокирницкого месторождения / Цеолит природный [электронный ресурс]. – Режим доступа:
www.dpzzz.com/ru/info/1/1.html -.
83. Сафиуллина Т. Р. Твердые отходы нефтехимических производств, содержащие оксиды Si, Fe и Al, как альтернативные наполнители литьевых полиуретанов: дисс. ... канд. хим. наук: 03.00.16 / Сафиуллина Т. Р. - Казань, 2001. – 123 с.
84. Синтетические цеолит - Технический словарь Том VII [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ai08.org/index.php/term/,9da4ab97... -.
85. Цеолиты, их некоторые свойства и применение в [электронный ресурс]. – Режим доступа:
aquacontrol.narod.ru/zeolit/zeolite_1... -
86. Деготь. Составные части дегтя [электронный ресурс]. – Режим доступа:
Bibliotekar.ru/spravochnik-76/147.htm -
87. Каменноугольная смола - Словарь научных терминов - Medpulse.Ru [электронный ресурс]. – Режим доступа:
www.medpulse.ru/encyclopedia/5106.html -

88. Братчун В. И. Модифицированные дегти и дегтебетоны повышенной долговечности / В. И. Братчун, В. А. Золотарев. – Макеевка: ОМС ДГАСА, 1998. – 225 с.

89. «Истэк» ООО, Горловский коксохимзавод. Кокс доменный, коксовый [электронный ресурс]. – Режим доступа:

www.ukrgold.net/catalog/2820/page2830... -.

90. Дипольные моменты некоторых веществ - - Chem Analytica – химия [электронный ресурс]. – Режим доступа:

chemanalytica.com/book/novyyu_spravoch... -.

91. Дипольные моменты в органической химии: Химия, 1968. – 243 с.

92. Динамические коэффициенты вязкости жидких веществ и водных [электронный ресурс]. – Режим доступа: ...www.oglib.ru/tab1/table4.html. -
Сохраненная копия

93. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии / Воюцкий С. С. - М.: Химия, 1976. - 512 с.

94. Пługін А. М. Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів і конструкцій: Навчальний посібник / Пługін А. М., Трикоз Л. В., Пługін А. А. – Харків: ХарДАЗТ, 1999. – Ч.1. – 111 с.; Ч.2. – 134 с.

95. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво / [Рунова Р. Ф., Гоц В. І., Назаренко І. І., та ін.]. – К: УВПК «ЕксОб», 2008. – 355 с.

96. Григоров О. Н. Электрокинетические явления / Григоров О. Н.- Л.: ЛГУ, 1973.- 196 с.

97. Пенкаля Т. Очерки кристаллохимии. - Л.: Химия, 1974. – 496 с.

98. Патент 71122 UA Спосіб визначення складу важкого бетону з мінеральним наповнювачем / [Пługін А. М., Калінін О. А., Мірошніченко С. В., Никитинський А. В.]; опубл. 15.06.2006, Бюл. № 6.

99. Обзор рынка антраценового масла в СНГ [электронный ресурс]. – Режим доступа:

marketing.rbc.ru/download/research/de... –

100. Характеристик автомобильных [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.neftelib.ru/neft-slovar-list/h/55... -

101. Сумм Б. Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б. Д. Сумм, Ю. В. Горюнов. – 1976. – 231 с.

102. Зимон А. Д. Адгезия жидкости и смачивание / Зимон А. Д. – М.: Химия, 1974. – 413 с.
103. Физика пласта СОДЕРЖАНИЕ [электронный ресурс]. – Режим доступа: books.za-um.info/load/0-0-0-75-20 -.
104. Плугин А. А. Долговечность бетона и железобетона в обводненных сооружениях: Коллоидно-химические основы: дисс. ... доктора техн. наук: 05.23.05 / Плугин А. А. - Харьков: УкрГАЖТ, 2005.- 442 с.
105. Краткий справочник физико-химических величин. - Л.: Химия, 1983, 231 с.
106. Щукин В. Д. Коллоидная химия / Щукин В. Д., Перцов А. В., Амелина Б. А. – М.: Высшая школа, 2006. - 444 с.
107. Толстой Н. А. Жесткий электрический дипольный момент коллоидных частиц / Толстой Н. А., Спартаков А. А., Трусов А. А. // Исследования в области поверхностных сил. Сборник докладов III конференции по поверхностным силам. – М.: Наука, 1967, С. 56.
108. УДК 621 [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.metolit.by/imc_ysb/templates/Sbor... -.
109. Технологические правила окраски эксплуатируемых железнодорожных мостов. – М.: Транспорт, 1976. – 103 с.
110. Абразивные порошки Уралгрит [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.uralgrit.com/doc/catalog_post.pdf -.
111. Шероховатость - часть3 - Производство оборудования [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.impulse.kz/.../346-sherohovatost-3.html -.
112. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / Киттель Ч. – М: Наука, 1978. – 792 с.
113. Анализ ферритного зерна в малоуглеродистой стали ASTM E 112 plate I, ASTM E 1382 / ПРЕСС-РЕЛИЗ №12 [электронный ресурс]. – Режим доступа: [pdf](http://www.siams.com)] // <http://www.siams.com>.
114. Экспертное исследование дефектов лакокрасочных покрытий автомобилей [электронный ресурс]. – Режим доступа: autorie.ru/expertise/expertise_1km/ -.
115. Применение дефектоскопов фирмы Rochmann в разных отраслях [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.panatest.ru/?al=Article_Rohmann -.

116. Коррозия. Методы защиты от коррозии [электронный ресурс] / ООО "Спецтехника-Украина. - Режим доступа: www.spt-ukr.com/library/5/page36 -.

117. Пескоструйное, дробеструйное и термоабразивное оборудование [электронный ресурс]. – Режим доступа:
www.promsouz-hitech.com.ua/psdb/index...

118. Исследование характера износа рельсов в кривой: ЖДМ 12-2001 [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.css-rzd.ru/ZDM/12-2001/01148-5.htm -.

119. Губкин А. Н. Физика диэлектриков / Губкин А. Н. – М.: Высшая школа, 1971. - 272 с.

120. Погода и Климат - Климатический монитор: погода в Харьков [электронный ресурс]. – Режим доступа:
pogoda.ru.net/monitor.php%3Fid%3D3430...

121. Дефекты лакокрасочного покрытия и методы их устранения [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.pajero.us/repair/88.shtml -.

122. Дефекты ЛКМ при покраске автомобиля [электронный ресурс]. – Режим доступа: www.start-

123. Багоцкий В. С. Основы электрохимии [электронный ресурс] / В. С. Багоцкий. - М: Химия, 1988. – 400 с. - Режим доступа:
drive.com.ua/article/a-54.html -.

124. Исследование селективных методов разложения высококремнеземистых [электронный ресурс]. – Режим доступа: ...
allydota.ru/item/items390350.html.

125. [электронный ресурс]. – Режим доступа:
[pdf] http://rusnanotech09.rusnanoforum.ru/.../Popova_A.N.pdf–. ...железа в гидроксидах находится в трёхвалентном состоянии.

126. Радишевская Н. И. Составы и технология получения неорганических пигментов и термохромных материалов на основе молибдофосфатов элементов триады железа: дисс. ... канд. техн. наук / Радишевская Н. И. - Томск: Томском политехн. Унив, 2002. – 134 с.

127. The Mechanism of Water and Ionic Permeability of Concrete / [A. N. Plugin, I. G. Prokopova, S. Wild, A. A. Plugin // Proc. of the 10th Intern. Congr. of the Chemistry of Cement.- Goteborg: Inform Trycket, 1997.- V. 4. - 4iv075.- 8pp.

128. Плугин Ал.А. Влияние постоянного тока на бетон обводненных конструкций и сооружений, расположенных вблизи электрифицированных

железнодорожных путей: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Плугин Ал.А. – Защ.23.09.10. – Харьков: УкрГАЗТ, 2010. – 256 с.

129. Пат. 71208 UA, МПК 7C04B28/12. Суперпластифікована цементноводяна суспензія СПЦВС для цементації гірських порід і будівельних конструкцій / А. М. Плугін, Арт. Н. Плугін, О. А. Калінін та ін; заявл. 02.12.2003. - №20031210920; опубл. 25.02.2008. – Бюл. № 4.

130. Рекомендації із захисту та підсилення будівель та споруд станційних комплексів, що руйнуються від спільної дії електричного струму, вібрації, ґрунтових вод / УкрДАЗТ; ЦБМЕС УЗ.- Затв. 01.12.2008. – Харків, 2008. – 83 с.

131. Рекомендації із захисту від корозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях / УкрДАЗТ; УЗ.-Затв. 20.12.2010. – Харків, 2020. - с.