

УКРАИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

Горбачева Юлия Николаевна

УДК 691.3: 699.8(043.3)

МЕХАНИЗМ КОРРОЗИИ СТАЛИ ПОД ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ  
И РАЗРАБОТКА ЭПОКСИКАМЕННОУГОЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ  
НА ОСНОВЕ ОБЕЗВОЖЕННОЙ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ

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 – 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
РАЗДЕЛ 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	15
1.1. Долговечность и подготовка поверхности стальных конструкций	15
1.2. Анализ наиболее эффективных покрытий по надежности и долговечности	16
1.3. Механизмы образования защитных покрытий и свойства, определяющие их защитную способность	24
1.4. Критический анализ существующих представлений о механизме коррозии металлов	25
1.5. Виды коррозионных разрушений	32
1.6. Причины возникновения скачка потенциала между фазами и на поверхности металлов	34
1.7. Коррозия металлов и сплавов под действием токов утечки и блуждающих токов	38
1.8. Существующие представления о влиянии на коррозию металлов пленок воды и окисных пленок на них	40
1.9. Основные явления и процессы, обуславливающие проницаемость защитных покрытий	41
1.10. Коррозия стали под защитным покрытием	49
1.11. Существующие представления о структуре стали	54
1.12. Структура покрытия	58
1.13. Влияние среды на коррозию стали.	63
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 1	65
РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И МАТЕРИАЛЫ	67
2.1. Материалы, используемые при проведении исследований	67
2.2. Методы исследований	74
РАЗДЕЛ 3. РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СТРУКТУРЕ И ЭЛЕКТРОПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВАХ СТАЛИ И ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ	79
3.1. Электроповерхностный потенциал железа в стали и особенности ДЭС и	79

поверхностного заряда на его поверхности	
3.2. Развитие представлений о межзерновых контактах в стали	81
3.3. Заполнение единичными цементитовыми ячейками $Fe_3C$ ПОЭ и влияние содержания углерода на прочность стали	83
3.4. Механизм формирования равновесных размеров зерен в стали и их разрушения (распада) под действием сил латерального электроповерхностного отталкивания	90
3.5. Механизм формирования равновесных размеров блоков в стали и их растворения под действием сил латерального электроповерхностного отталкивания	94
3.6. Механизм проникания молекул воды и протонов из капилляров защитного покрытия в прослойку между ним и поверхностными зернами феррита	99
3.7. Структура оксидного слоя на поверхности стали	101
3.8. Количественная оценка вероятности коррозии стали (отрыва ПОИ $Fe^{2+}$ ) за счет их диффузии, энергии гидратации и электромиграции под действием разности электродных потенциалов между катодной и анодной зонами	106
3.9. Механизм возникновения анодного и катодного участков и механизмов электрохимической коррозии и электрокоррозии стали, в том числе под защитным покрытием	110
<b>ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 3</b>	<b>118</b>
<b>РАЗДЕЛ 4. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ, ПРОЧНОСТНЫХ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ И ИХ КОМПОНЕНТОВ</b>	<b>122</b>
4.1. Экспериментально-теоретические исследования структурных характеристик гидроксидов железа и развитие теоретических представлений об электрохимической коррозии и электрокоррозии стали	122

- 4.1.1. Разработка методики оценки электрокоррозионной стойкости 122  
защитных покрытий
- 4.1.2. Исследование защитного покрытия на стальной поверхности в 124  
условиях раствора  $HCl$  и постоянного электрического  
потенциала
- 4.1.3. Экспериментально-теоретические исследования структурных 135  
характеристик гидроксидов железа в питтингах и на поверхности  
защитных покрытий
- 4.1.4. Разработка новых представлений о механизме электрокоррозии и 142  
электрохимической коррозии стали под эпоксикаменноугольным  
защитным покрытием
- 4.2. Экспериментальные исследования влияния воды и легких фракций 145  
КУС на защитные свойства покрытия ЗС-ЗМ. Разработка состава  
ЗС-ЗМО на основе стахановской КУС
  - 4.2.1. Исследование емкостных свойств каменноугольных смол 145
  - 4.2.2. Исследование кинетики потери массы из смол при их прогреве 156
  - 4.2.3. Исследование реологических свойств КУС. Установление 169  
предельного количества растворителя в разрабатываемом  
защитном составе
  - 4.2.4. Исследование адгезии к стали исследуемых защитных составов 170
- 4.3. Экспериментальные исследования защитных свойств разработанного 175  
защитного покрытия ЗС-ЗМО на основе стахановской КУС
  - 4.3.1. Исследование водонепроницаемости 175
  - 4.3.2. Исследования электрокоррозионной стойкости 176
    - 4.3.2.1. Усовершенствование методики исследования 176  
электрокоррозионной стойкости защитных покрытий
    - 4.3.2.2. Исследование электрокоррозионной стойкости защитных 181  
покрытий
    - 4.3.2.3. Экспериментальные исследования контакта между стальной 187  
пластиной и разработанным защитным составом после

длительного испытания его электрокоррозионной стойкости	
4.3.3. Физико-химические исследования разработанного защитного состава и поверхности стали после испытаний его на электрокоррозионную стойкость	193
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 4	197
РАЗДЕЛ 5. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРОВЕРКА И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	199
5.1. Технология приготовления и нанесения электрокоррозионностойкого защитного покрытия ЗС-ЗМО для защиты от электрокоррозии металлических конструкций поверхностей в полевых условиях	199
5.2. Разработка и усовершенствование способа определения (контроля) электрокоррозионной стойкости нанесенного защитного покрытия в лабораторных и эксплуатационных условиях и прогнозирования его долговечности	202
5.2.1. Усовершенствование способа определения (контроля) электрокоррозионной стойкости нанесенного защитного покрытия в лабораторных и эксплуатационных условиях	202
5.2.2. Прогнозирование долговечности защитного покрытия	205
5.3. Эксплуатационная проверка и внедрение разработанного защитного покрытия ЗС-ЗМО	207
5.4. Внедрение усовершенствованного способа определения электрокоррозионной стойкости защитных покрытий при исследовании потенциалов на рельсах (конструкциях мостов) участков пути, электрифицированных постоянным током	210
5.5. Корректировка рабочих составов покрытий для защиты от электрокоррозии стальных водопропускных труб и путепровода	213
5.6. Другие области внедрения	213
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 5	214
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	216
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	219



## ВВЕДЕНИЕ

Коррозия металлов и защита их от коррозии является одной из важнейших научно-технических и экономических проблем в современном мире [1], [2].

Огромны экономические потери от коррозии металлов. Она «съедает» до 10 процентов производимого металла [3]. По оценкам специалистов разных стран, потери в промышленном производстве от коррозии составляют от 2 до 4 % валового национального продукта каждой страны. Например, в США по последним данным NACE (доклад на 16-м Всемирном конгрессе по коррозии в Пекине в сентябре 2005 года) ущерб от коррозии и затраты на борьбу с ней составили 3,1 % от ВВП (276 млрд. долларов). В Германии этот ущерб составил 2,8 % от ВВП. Потери металла, в том числе включая массу вышедших из строя металлических конструкций, изделий, оборудования, составляют от 10 до 20 % годового производства стали. Общий ущерб еще выше, т.к. он связан с выходом из строя самих конструкций, авариями в производстве, огромными затратами на различные антикоррозионные мероприятия [3, 2, 4]. Согласно [5], одной из сфер, где коррозия наносит огромный ущерб, является сфера трубных коммуникаций. Трубы относятся к категории металлопродукции, подвергающейся наиболее интенсивной коррозии. Они должны противостоять почвенной, атмосферной коррозии, воздействию высоких и низких температур, коррозии от действия блуждающего тока. Низкая коррозионная стойкость труб ведет не только к прямым потерям металла, но и к большим потерям энергоресурсов, а иногда к авариям, которые приводят к экологическим катастрофам и человеческим жертвам. Примерами таких аварий, нанесших огромный ущерб в сфере трубных коммуникаций, где одной из причин явились низкая коррозионная стойкость труб, являются аварии в Алчевске, Днепропетровске и др.

Эксперты отмечают значительное увеличение уровня аварийности труб за последнее десятилетия практически во всех сферах их применения.

Уровень аварийности достиг 10 аварий на 1 км сообщения. Из-за различных факторов, среди которых основным является фактор коррозии, срок службы труб в 3-5 раз меньше срока, установленного нормами.

Среди основных причин такого положения называются повышение агрессивности внешней среды и транспортируемых по трубам веществ, увеличение нагрузок на существующие трубопроводные системы, увеличение количества блуждающих токов [5].

Огромный ущерб наносит коррозия металлоконструкций на предприятиях угольной промышленности, где коррозии подвергаются копры; бункера; конвейерные галереи; перегрузочные станции; здания надшахтных подъемных машин и обогатительных фабрик. Особенностью развития коррозионных повреждений стальных конструкций на этих предприятиях является затруднённый доступ для технического обслуживания элементов, подверженных неравномерному коррозионному и абразивному износу. В связи с этим ремонтные работы по восстановлению традиционных защитных покрытий в условиях действующих шахтных технологических комплексов чаще всего малоэффективны, часто возникает скрытое аварийное состояние и внезапное разрушение конструкций. Реальный срок службы сооружений в условиях повышенных агрессивных воздействий составляет 2-4 года, т.е. значительно меньше нормативного (40-50 лет).

Задача повышения качества, надежности и долговечности изделий из чёрных металлов для предприятий угольной промышленности остаётся крайне актуальной.

Не меньшими по степени коррозионных повреждений металлоконструкций является сфера транспортных искусственных сооружений – автомобильных и железнодорожных труб, тоннелей и мостов, тоннелей метрополитенов и др.

На железных дорогах Украины находятся в эксплуатации 874 металлических моста, на них установлено 2613 металлических пролетных строений общей массой 243,33 тыс. тонн, из которых 990 числилось

дефектными, а 102 имело низкий класс и требовало систематических наблюдений и замены в плановом порядке. На железных дорогах России металлических мостов намного больше, и их состояние аналогично. И для Украины, и для России, как и практически всех железнодорожных стран, стоит остро проблема долговечности металлических мостов, связанная с их коррозией, коррозионно-усталостными трещинами и защитой от коррозии [6].

Проблема долговечности металлических мостов и металлоконструкций других искусственных сооружений значительно усилилась в связи с электрификацией железных дорог постоянным током и обусловленной ею электрокоррозией конструкций, особенно в сочетании постоянных токов утечки с обводненностью конструкций и сооружений.

Для предотвращения разрушительного действия коррозии на металлоконструкции используют различные способы защиты от нее. Наиболее распространенным способом является нанесение защитных лакокрасочных покрытий (ЛКП). По [7], в структуре мировых затрат на противокоррозионную защиту на лакокрасочные покрытия приходится около 39 % средств, что в два раза превышает затраты на разработку и производство коррозионно-стойких материалов. Защитные свойства ЛКП зависят от сплошности и плотности пленки, изолирующей поверхность металла от окружающей среды, а также характера взаимодействия покрытия с поверхностью металла. «Несмотря на определенный прогресс, достигнутый в области производства и применения лакокрасочных материалов и покрытий, случаи их выхода из строя после непродолжительной эксплуатации в условиях открытой атмосферы встречаются достаточно часто» [7]. «Очень часто стальные конструкции окрашивают повторно только через 10 лет, хотя они требуют ремонта уже через три-четыре года [8].

Наиболее эффективными и долговечными защитными ЛКП являются эпоксисодержащие, из которых распространены, имеющими широкую сырьевую базу (попутный продукт развитой коксохимической

промышленности – каменноугольная смола) и менее дорогими являются эпоксикаменноугольные покрытия. Однако, в сложных условиях эксплуатации стальных конструкций мостов, тоннелей, водопропускных труб и др., в частности обводнения и постоянного тока утечки, они также являются недостаточно электрокоррозионно стойкими и долговечными. Одной из причин этого является несовершенство представлений о механизме электрокоррозии стали, в т.ч. под защитным покрытием. Это, в свою очередь, обусловлено, на наш взгляд, недостаточным использованием в ранее проводимых теоретических и экспериментальных исследованиях положений фундаментальных дисциплин – коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем и материалов, в том числе развитых в УкрГАЖТ применительно к долговечности конструкций и сооружений [9, 10, 11].

Из изложенного вытекает, что одной из первостепенных задач решения проблемы защиты металлоконструкций от коррозии является обеспечение долговечности и эксплуатационной надежности самих покрытий [12, 7]

**Актуальность.** В связи с этим тема диссертации, посвященная развитию представлений о механизме коррозии стали под защитным покрытием и разработке высокоэффективных антикоррозионных недорогих долговечных покрытий для стальных конструкций мостов, тоннелей и водопропускных труб и других конструкций в сложных условиях эксплуатации на основе развития положений и закономерностей электрохимии, коллоидной-химии и ее раздела физико-химической механики, является актуальной.

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

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

– №6/2-2010 (№ГР 0110U002128) «Розробка теоретичних основ та експериментальні дослідження впливу струмів витоку та блукаючих струмів на бетон та розчин бетонних, залізобетонних та кам'яних конструкцій», а також 4 хозрасчетных тем по планам НИОКР «Укрзалізниці» за 2007-2010 г.:

– №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»;

– №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»;

– №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»;

– №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».

**Целью диссертации**, направленной на решение данной проблемы, является развитие представлений о механизме коррозии стали под защитным покрытием и разработка недорогого защитного покрытия с высокой электрокоррозионной стойкостью, обеспечивающего повышение долговечности стальных конструкций, эксплуатируемых в условиях обводнения и постоянного тока утечки.

**Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:**

– критический анализ существующих данных о применяемых защитных покрытиях в сложных условиях эксплуатации, представлений о структуре и свойствах поверхности стали, о ее электрохимической коррозии, в том числе под защитным покрытием;

– развитие представлений об электроповерхностных свойствах и структуре стали, о процессах переноса продуктов коррозии через защитное покрытие;

– развитие представлений о механизме электрокоррозии и электрохимической коррозии стали под защитным покрытием;

– экспериментальные исследования свойств каменноугольных смол, в том числе харьковской и стахановской, влияния воды и легких фракций на защитные свойства эпоксикаменноугольных покрытий, разработка эпоксикаменноугольного покрытия с улучшенными защитными свойствами;

– экспериментальные исследования эксплуатационных свойств разработанного защитного покрытия;

– физико-химические исследования разработанного защитного покрытия;

– эксплуатационная проверка и внедрение результатов исследований.

**Научная гипотеза** исследований заключается в следующем:

Представления о механизме коррозии стали под защитным покрытием могут быть развиты путем углубления представлений о структуре поверхности стали, элементарных процессах электрохимической коррозии стали под защитным покрытием, а также процессах переноса через покрытие на основе электроповерхностных свойств, явлений и взаимодействий.

Повышение долговечности стальных конструкций, эксплуатируемых в условиях обводнения и постоянного тока утечки, возможно за счет усовершенствования состава эпоксикаменноугольных покрытий на основе новых представлений о механизме коррозии стали под покрытием и применения усовершенствованных покрытий для защиты таких конструкций.

**Объект исследований** – защитные покрытия, в частности эпоксикаменноугольные, и конструкции с нанесенными защитными покрытиями.

**Предмет исследований** – свойства, явления, взаимодействия, процессы.

**Методы исследований.** В работе применены стандартные, а также специальные существующие и разработанные новые физико-механические, физические и физико-химические методы и методики исследований: определения условной вязкости, емкости, потерь массы при тепловой обработке, адгезии, безнапорной водопроницаемости, электрокоррозионной стойкости, оптической микроскопии, инфракрасной спектроскопии ИКС, рентгенографии.

**Научную новизну работы составляют:**

1. Развитые представления о связях между блоками и зёрнами стали, обусловленные единичными ион-электронными контактами типа ПОЭ- $Fe^{2+}$ -ПОЭ, определяющими ее прочность и коррозионную стойкость.

2. Сформулированный механизм электрохимической коррозии и электрокоррозии стали под защитным покрытием, особенностью которого является учет эстафетного механизма переноса протонов через покрытие, участия сил латерального электроповерхностного отталкивания при отрыве катионов  $Fe^{2+}$  от ребер зёрен феррита, возникновения давления под защитным покрытием за счет отталкивания между образующейся гидроксидной пленкой с положительным электроповерхностным потенциалом и дипольными группами  $NH_2$  покрытия, зависимости этого давления от количества кислорода, а следовательно свободной воды, в которой он растворен, в каменноугольной смоле (КУС).

3. Усовершенствованная по режиму подачи напряжения и обработке экспериментальной кривой методика определения электрокоррозионной стойкости защитных покрытий.

4. Экспериментальные данные и дифференциальные кривые изменения массы КУС во время прогрева, экспериментальные данные о свойствах эпоксикаменноугольных защитных покрытий.

**Достоверность результатов исследований** обеспечена использованием в теоретических исследованиях фундаментальных положений электрохимии, коллоидной химии и физико-химической

механики дисперсных систем, применением комплекса современных физико-механических, реологических и физико-химических методов исследований, подтверждением результатов исследований производственно-эксплуатационными испытаниями.

#### **Практическое значение полученных результатов:**

- разработано электрокоррозионностойкое обезвоженное эпоксикаменноугольное защитное покрытие на основе стахановской КУС, которое внедрено для защиты от электрокоррозии металлоинъекционной обоймы на водопропускной трубе под высокую насыпь на электрифицированном постоянным током участке железнодорожного пути;
- результаты исследований использованы при разработке 4 отраслевых (для «Укрзалізниці») нормативных документов;
- результаты исследований внедрены путем корректировки рабочих составов покрытий для защиты от электрокоррозии стальных частей конструкций усиления и герметизации двух водопропускных труб;
- использование результатов исследований в учебном процессе, в том числе включение их в подготовленное в соавторстве учебное пособие.

#### **Личный вклад соискателя.**

Все положения и результаты, которые выносятся на защиту, получены автором самостоятельно, а также в совместных теоретических и практических работах. Автором лично выполнено следующее: сделан критический обзор литературных источников, сделан вывод о необходимости обеспечения непосредственного контакта потенциал определяющих ионов (ПОИ) поверхности стали с активными группами покрытия, изучены и рассчитаны электроповерхностные свойства составляющих эпоксикаменноугольного покрытия, теоретически обоснована рабочая гипотеза исследований; усовершенствована методика исследования электрокоррозионной стойкости покрытий, развиты применительно к коррозии под защитным покрытием представления о механизме эстафетного переноса протонов через покрытие, об отдельных элементарных процессах

общего процесса коррозии под покрытием, разработаны основные схемы, выполнены все расчеты и построены графики зависимостей по разработанным моделям, проведены все лабораторно-экспериментальные исследования, разработан и испытан состав обезвоженного эпоксикаменноугольного защитного покрытия ЗС-ЗМО, написаны разделы в нормативных документах, выполнена корректировка рабочих составов защитных покрытий при их нанесении на конструкции искусственных сооружений.

В соавторстве разработаны основные физико-химические модели электрокоррозии стали под защитным покрытием, проведен анализ результатов исследований, выполнены физико-химические исследования и внедрение разработанного покрытия.

Участие автора в совместных публикациях отражено в перечне опубликованных работ.

#### **Апробация результатов диссертации.**

Основные материалы и результаты научных исследований диссертационной работы докладывались на: 3-й научно-технической конференции «Математические модели процессов в строительстве (Железобетонные конструкции и материалы)», 24-25 марта 2010 р., г. Луганск; научно-технических конференциях кафедр УкрГАЗТ и специалистов железнодорожного транспорта в 2006÷2010 гг.; 3-й научно-технической конференции ХГТУСА в 2011г.

#### **Публикации.**

По материалами диссертации опубликовано 9 работ, из них 7 в изданиях, рекомендованных ВАК Украины, 1 патент, а также тезисы на научно-техническом семинаре.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тенденции антикоррозионной защиты на предприятиях [электронный ресурс] // – Copyright © 2008 [Pentalak LTD]. – Режим доступа: [www.pentalak.com.ua/standart/obzor.html](http://www.pentalak.com.ua/standart/obzor.html).
2. Проблемы коррозии [электронный ресурс] / Актуальность и экономические аспекты проблемы коррозии и защиты металлических сооружений//. – Режим доступа: [www.ogragdenie.spb.ru/index.php%3Ftyp...](http://www.ogragdenie.spb.ru/index.php%3Ftyp...) -.
3. Коррозия. Методы защиты от коррозии [электронный ресурс] // – ООО «Спецтехника-Украина. – Режим доступа: [www.spt-ukr.com/library/5/page36](http://www.spt-ukr.com/library/5/page36) -].
4. Защита трубопроводов [электронный ресурс] / эффективное решение вытекающих проблем...– Режим доступа: [www.metalika.ua/.../zashchita-tru...h-problem.html](http://www.metalika.ua/.../zashchita-tru...h-problem.html)
5. Определение и классификация коррозионных процессов, защита металлов. Химическая и электрохимическая коррозия, скорость и термодинамика процессов. / Коррозия и защита металлов. [Электронный ресурс].– Режим доступа: [http://knowledge.allbest.ru/chemistry/3c0a65635b3ad68a5d43a89421216d27\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/chemistry/3c0a65635b3ad68a5d43a89421216d27_0.html)-.
6. Международное информационноаналитическое обозрение «Евразия Вести»: Как продлить жизнь железнодорожных мостов? необходимое средств... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.eav.ru/publ1.php%3Fpublid%3D2004-...](http://www.eav.ru/publ1.php%3Fpublid%3D2004-...) -
7. Гулидов А.П. Защита металлоконструкций от атмосферной коррозии/ А.П. Гулидов, Н.Ю. Тимофеева // Новости теплоснабжения. – 2003 г. – № 9.
8. Электронная библиотека нехудожественной литературы: Актуальные проблемы. Коррозия материалов и защита от неё [Электронный ресурс]. – Издательство «Химия» 1985г. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/materialy/74.htm> -.
9. Конструкційні матеріали нової генерації та технології їх впровадження в будівництво / Р.Ф. Рунова, В.І. Гоц, І.І. Назаренко и др. – К: УВПК «ЕксОб», 2008. – 355 с.

10. Плуґін А.М. Колоїдно-хімічні проблеми будівельного матеріалознавства / А.М. Плуґін, В.І. Бабушкін // Хімічна промисловість України. – 1996. – №1. – С.38-46.

11. Плуґін А.Н. Коллоидно-химические основы прочности и долговечности бетона и конструкций / А.Н. Плуґін, А.А. Плуґін // Строительные материалы. – 2007. – №7 (631). – С. 68-71.

12. Мережко Н.В. Формування якості нових лакофарбових покриттів на основі кремнійорганічних зв'язувальних речовин: Дис. д-ра техн. наук: 05.19.08 / Н.В. Мережко. Київський національний торговельно-економічний ун-т. – К., – 2002. – 368 с.

13. Лакокраска-Я: Долговечность лакокрасочных покрытий. Лакокрасочные... [Электронный ресурс] / Информация и статьи. – Режим доступа: [www.lakokraska-ya.ru/info/detail.php%... -](http://www.lakokraska-ya.ru/info/detail.php%...).

14. Сайт Bigbord.net: Обеспечение долговечности конструкций – понятие, включающее в себя как технологические, так и конструктивные требования. /Защита от коррозии металла, металлы, статьи металлы ... [Электронный ресурс]. – 1999– Режим доступа: [bigbord.net/stati/metalli/8144.html](http://bigbord.net/stati/metalli/8144.html)

15. Сайт alhimikov.net: Способы защиты от коррозии. [Электронный ресурс].– Режим доступа: [http://www.alhimikov.net/himerunda/korrosion\\_01.html](http://www.alhimikov.net/himerunda/korrosion_01.html)

16. Красник В.Г. О применении композиционных материалов для защиты стальных конструкций сооружений угольной промышленности. / В.Г. Красник, В.Н. Куценко, С.В. Петров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.plazer.com.ua/docs/pdf/zach\\_stal\\_... -](http://www.plazer.com.ua/docs/pdf/zach_stal_...).

17. Коррозия [Электронный ресурс]. Википедия.– Режим доступа: [«http://ru.wikipedia.org/wiki/Коррозия»](http://ru.wikipedia.org/wiki/Коррозия)

18. Сайт национальной библиотеки Украины им В.И. Вернадского: Влияние предварительного окисления поверхности на процесс азотирования... [Электронный ресурс].– Режим доступа: [www.nbu.gov.ua/portal/Natural/VKhNAD... -](http://www.nbu.gov.ua/portal/Natural/VKhNAD...).

19. Архаров В.И. Окисление металлов. – М.: Металлургиздат, 1975. – 171с.

20. Кубашевский О. Окисление металлов и сплавов./ О. Кубашевский, Б. Гопкин. – М.: Металлургия. 1965. – 365 с.

21. Сайт Технической библиотеки сварщика: Индукционная наплавка твердых сплавов... [Электронный ресурс].– Режим доступа: [www.svarka-lib.com/map/81/22.html](http://www.svarka-lib.com/map/81/22.html) -.

22. Библиотека НЕФТЬ-ГАЗ: Предложения в тексте с термином «Граница» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.mash.oglib.ru/bgl/4907/56.html](http://www.mash.oglib.ru/bgl/4907/56.html) -.

23. Килимник, А.Б. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии : учебное пособие / А.Б. Килимник. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1995. – 68 с.

24. Мальцева Г.Н. Коррозия и защита оборудования от коррозии: учебное пособие / Под редакцией д.т.н., профессора С.Н. Виноградова. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2000. – 211 с.

25. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии / И.В.Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов; Под ред. И.В. Семеновой. – М.: Физматлит, 2002. – 336 с.

26. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник: В 2 т. Т. 1./Под ред. А. А. Герасименко. – М.: Машиностроение, 1987. — 688 с., ил.

27. Copyright © 2000-2006 кафедра "САПР в строительстве" МГСУ: Влияние различных факторов на свойства стали...[Электронный ресурс].– Режим доступа: [sapr.mgsu.ru/biblio/kps/metall/metall-2-2.htm](http://sapr.mgsu.ru/biblio/kps/metall/metall-2-2.htm)

28. Малахов А. И. Основы металловедения и теории коррозии / А.И. Малахов, А. П. Жуков /: Учебник для машиностроительных техникумов. – М.: Высшая школа, 1978. – 192 с., ил.

29. Коррозионно-механическое разрушение металлов и сплавов / Л.Н. Петров, Н.Г. Сопрунюк; Отв. ред. Р.К. Мелехов АН Украины. Физ-мех. ин-т им. Г. В. Карпенко.- Киев: Наукова думка, 1991. – 216 с

30. Кеше. Г. Коррозия металлов. М., 1984 – 400с.32. Коррозия и защита металлов: справочное пособие / А.П. Авдеенко [и др.]; Донбасская гос. машиностроительная академия. – Краматорск: ДГМА, 2004. - 111 с.

31. Андреев И.Н. Введение в коррозиологию: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2004. – 140 с.

32. Розенфельд, И. Л. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями/ И.Л. Розенфельд, Ф.И. Рубинштейн, К.А. Жигалова. – М.: Химия, 1987. – 222 с.
33. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. – М.: Metallurgy, 1976. – 473с.
34. Ковенский И.М. Металловедение покрытий. / И.М. Ковенский, В.В. Поветкин.– Москва: сп. интернет инжиниринг, 1999. – 217 с.
35. Ермаков Б.С. Коррозия. Виды коррозии, методы испытаний и способы предотвращения коррозионных повреждений. [Электронный ресурс].– Режим доступа: [chemanalytica.com/book/novyy\\_spravoch...](http://chemanalytica.com/book/novyy_spravoch...) -.
36. Скорчеллетти В.В. Теоретические основы коррозии металлов, Л., «Химия», 1973. – 263 с.
37. Технология металлов и материаловедение / Б.В. Кнорозов и др. – М.: Metallurgy, 1987, – 800 с.
38. Шлугер М.А. Коррозия и защита металлов. М.А. Шлугер, Ф.Ф. Ажогин, М.А. Ефимов. – М.: Metallurgy, 1981. – 216 с.
39. Колотыркин Я.М. // Защита металлов, – 1967, Т. 3, № 6, с. 667—678.
40. Сайт «Антикоррозионная защита деталей»: Антикоррозионная защита мостов. [Электронный ресурс].– Режим доступа: [antikor.kiev.ua/?p=1](http://antikor.kiev.ua/?p=1)
41. Рейбман А.И. Защитные лакокрасочные покрытия. – Л.: Химия, 1982. – 292 с.
42. Рейтлингер С.А. Проницаемость полимерных материалов. – М.: Химия, 1974. – 272 с.
43. Степанова В.Ф. Выбор критериев оценки и основных показателей качества антикоррозионных покрытий на бетоне / В.Ф. Степанова, С.Е. Соколова, А.Л. Полушкин // Строительные материалы, – 2000, – № 1.
44. Степанова В.Ф. Эффективные способы вторичной защиты железобетонных конструкций на основе полимерных композиций КОНСОЛИД и ВУК / В.Ф.Степанова, С.Е. Соколова, Б.И. Шаповал // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века – 2008, – №11.

45. Обзор антикоррозионных лакокрасочных материалов по ISO-12944. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [antikor.kiev.ua/?p=1pentalak.com.ua/standart/obzor.html](http://antikor.kiev.ua/?p=1pentalak.com.ua/standart/obzor.html).
46. Дамаскин Б.Б. Электрохимия. / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий. – М: Высшая школа, – 1987, 295 с.
47. Багоцкий В.С. Основы электрохимии. – М: Химия, 1988. – 400 с.
48. Вапиров В.В. Основы электрохимии. / В.В. Вапиров, Е.Я. Ханин, Т.Я.Волков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.petsu.ru/Chairs/Inorg\\_chem/elekt...](http://www.petsu.ru/Chairs/Inorg_chem/elekt...) ].
49. Химические основы Часть 2 (3) [Электронный ресурс] ТОПТ. – Режим доступа: [slidefinder.net/t/topt\\_lecture/238244...](http://slidefinder.net/t/topt_lecture/238244...) –]
50. Томашов Н.Д. Коррозия и коррозионностойкие сплавы / Н.Д. Томашов, Г.П. Чернова – М.: Металлургия, – 1973. 232 с.
51. Відновлення та захист промислових будівель та споруд на залізничному транспорті: Навчальний посібник / А.М. Плугін, А.А. Плугін, О.А. Калінін, С.І.Возненко та ін. – Харків: ХарДАЗТ, – 2001, Ч. 1 – 117 с.
52. Коррозия металлов. [Электронный ресурс] // Электронная версия журнала Химия. – Режим доступа: [him.1september.ru](http://him.1september.ru).
53. Сайт факультета пищевых и химических производств (АлтГТУ): Электрохимическая коррозия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [chem.astu.org.ru](http://chem.astu.org.ru)].
54. Салем Р. Р. Теория двойного слоя. – М.: Физматлит, 2003. – 104с.
55. Духин С.С. Электрофорез. / С.С. Духин, Б.В. Дерягин – М: Наука, 1976. – 327 с.
56. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – Л.: Химия, Ленинградское отделение, 1984, – 368с.
57. Плугин А.Н. Электрогетерогенные взаимодействия при твердении цементных вяжущих: Дисс... докт. хим. наук: 02.00.11. / Аркадий Николаевич Плугин. – Харьков: ХИИТ, 1989. – 282 с.
58. Плугин А.А. Долговечность бетона и железобетона в обводненных сооружениях: Коллоидно-химические основы: Дисс... докт. техн. наук. – 05.23.05. / Андрей Аркадиевич Плугин. – Харьков: УкрГАЖТ, 2005. – 442 с.

59. Петрунин И. Е. Физико-химические процессы при пайке. – М.: Высш. школа, 1972. – 280 с.

60. Барбин Н.М. Поверхностное натяжение и процессы, протекающие на платине в расплаве. / Н.М. Барбин, А.Т. Филяев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [chem.kstu.ru/butlerov\\_comm/vol3/cd-a6...](http://chem.kstu.ru/butlerov_comm/vol3/cd-a6...) -.

61. Гуреев А. А. Средства защиты автомобилей от коррозии/А. А. Гуреев, Ю.Н. Шехтер, И. А. Тимохин. – М.: Транспорт, 1983. – 208 с.

62. Плугин А.Н. О механизме возникновения электроповерхностного потенциала различных веществ в водных растворах / А.Н. Плугин [и др.] // ДАН СССР. – 1988. – Т.298. – №3. – С. 656-661.

63. Плугин Ал.А. Влияние постоянного тока на бетон обводненных конструкций и сооружений, расположенных вблизи электрифицированных железнодорожных путей: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Ал.А. Плугин – Харьков: ХГТУБА. – 2010. – 256 с.

64. Подтележникова И.В. Защитные составы для железобетонных и стальных конструкций мостов и других сооружений, эксплуатируемых в условиях обводнения и токов утечки: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / И.В. Подтележникова– Харьков: УкрГАЖТ. – 2008. – 237 с.

65. Большая энциклопедия нефти и газа: Диффузия-Влага... [Электронный ресурс]. // – Режим доступа: [www.ngpedia.ru/sitemap/18/180\\_1.html](http://www.ngpedia.ru/sitemap/18/180_1.html) -

66. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник: В 2 т. Т. 1, / Под ред. А. А. Герасименко. – М.: Машиностроение, 1987. — 688 с.

67. Улиг Г.Г. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику / Г.Г. Улиг, Р.У. Ревин. – Ленинград: Химия, Ленинградское отделение, 1989. – 456 с.

68. Розенфельд И. Л. Антикоррозионные грунтовки и ингибированные лакокрасочные покрытия / И.Л. Розенфельд, Ф.И. Рубинштейн. – М.: Химия, 1980. – 200 с.

69. МТОМД.инфо – инженерный портал: Поликристаллы. Деформация поликристаллов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mtomd.info/archives/1246>.

70. Горчаков, Г.И. Строительные материалы / Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов. – М.: Стройиздат, 1986. – 689 с.

71. Microscale Investigations of the Metal-Dusting Corrosion Mechanism on Mild Steel / Bernd Schmid, John Charles Walmsley, Qystein Grong // Metallurgical and Materials Transactions. Volume 34 A, Number 2. – 2003. – P. 345-354.

72. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель. – М: Наука, 1978. – 792с.

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

74. Коляндр Л.Я. Улавливание и переработка химических продуктов коксования. М., Metallurgizdat, 1962. – 468 с.

75. Литвиненко М.С. Химические продукты коксования. – Киев: Техніка, 1974. – 220 с.

76. Ли Г., Невилл К. Справочное руководство по эпоксидным смолам [Электронный ресурс] / Г. Ли, К. Невилл. // Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета. – Режим доступа: [elib.mexmat.ru/books/83376/](http://elib.mexmat.ru/books/83376/)

77. Сухарева Л.А. Электронно-микроскопическое исследование эпоксидных полимеров / Л.А. Сухарева, С.С. Иванова, П.И. Зубов – 1973. – Т. XXXV. – № 1. – С. 21-28.

78. Інструкція по утриманню штучних споруд. – К.: Транспорт України, 1999. – 96 с.

79. Возненко С.И. Герметизирующие композиции на основе цемента и КУС для обводненных тоннелей: Дисс... к.т.н. – 05.23.05. / С.И. Возненко – Харьков: ХарГАЖТ, 1999. – 176 с.

80. Пат.88998 UA МПК E04B1/66, E04B1/62. Спосіб визначення електрокорозійної стійкості захисних покриттів / А.М. Плуґін, А.А. Плуґін, І.В. Подтележнікова, О.В. Афанасьєв, Ю.М. Горбачова, С.В. Мірошніченко, Д.А. Плуґін, О.А. Плуґін, О.А. Дудін, О.С. Борзяк; заявник та патентовласник

Українська держ. академія залізнич. тр-ту – №а200811897 заявл. 07.10.2008; опубл. 10.12.2009, Бюл. №23.

81. Плугин А.Н. Диэлектрические свойства твердеющего цементного теста и вопросы автоматической стабилизации водосодержания бетонной смеси: Дисс. канд. техн. наук: 05.23.05 / А.Н. Плугин – Харьков: ХИИТ. – 1970. – 195 с.

82. Берлинер М. А. Электрические методы и приборы для измерения и регулирования влажности. М.: Гозэнергоиздат, 1960. – 312 с.

83. Электронные влагомеры и регуляторы влажности. – ЦБТИ, М., 1961.

84. [Большая советская энциклопедия](#): Влагомер... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/74940/Влагомер>.

85. Большая Энциклопедия Нефти и Газа, статья: Емкостный влагомер... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/id481825p1.html>

86. Косовова З.П. Определение адгезии путем отрыва покрытия штампом / Защита от коррозии строительных конструкций. М: Стройиздат, 1971. – С.56-58.

77. А.с. № 1561661, СССР. Способ определения водопроницаемости бетона. Способ определения водопроницаемости бетона / А.Н. Плугин, Т.Г. Сацук, А.И.Бирюков и др. – Заявл. 23.12.1987.

88. 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.

89. Электроповерхностный потенциал простых веществ – основа моделирования прочностных и коррозионных свойств стальных и железобетонных конструкций / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, Ю.Н. Горбачева, А.В. Афанасьев // 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.

90. Дистлер, Г.И. Декорирование поверхности твердых тел / Г.И. Дистлер, В.П. Власов, Ю.Л. Герасимов и др. – М.: Наука, 1976. – 111 с.

91. Сайт ИЦ Модификатор: Цементит – [справочник на](#) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.modificator.ru/terms/fe3c.html](http://www.modificator.ru/terms/fe3c.html). 82.

92. Сайт МТОМД. инфо: Влияние углерода на сталь. Влияние углерода на свойства стали. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.mtomd.info/archives/1289](http://www.mtomd.info/archives/1289)

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

94. Microscale Investigations of the Metal-Dusting Corrosion Mechanism on Mild Steel / Bernd Schmid, John Charles Walmsley, Qystein Grong, Rolfodegard // Metallurgical and Materials Transactions. – V.34 A, № 2. – 2003. – P. 345– 354.

95. Глинка Н.Л. Общая химия / Н.Л. Глинка – Л.: Химия, 1972. – 712 с.

96. Кондуктометрия и высокочастотное титрование: учебно-методическое пособие / А.А. Комиссаренков, Г.Ф. Пругло. ГОУ ВПО СПбГТУРП.СПб., 2009. – 42.

97. Науменко В.Ю. Определение магнитных свойств наночастиц оксида железа... / В.Ю. Науменко, Н.Л.Шимановский и др. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [library.mephi.ru/data/scientific-sess...](http://library.mephi.ru/data/scientific-sess...)

98. Измайлов Н.А. Электрохимия растворов. – М.: Химия, 1976, 488

99. Ландау Л.Д. Электродинамика сплошных сред. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М: Гостехтеориздат, 1957.

100. Каминский М. Атомные и ионные столкновения на поверхности металла / М. Каминский. – М: Мир, 1967. – 216 с.

101. Веттегрень В.И. Распределение пятен питтинговой коррозии на поверхности металлов [Электронный ресурс]. / В.И. Веттегрень, А.Я Башкарев, Г.И. Морозов // Письма в ЖТФ, 2002, том 28. Вып. 13. – Режим доступа: [Victor.vettegren@pop.ioffe.rssi.ru](mailto:Victor.vettegren@pop.ioffe.rssi.ru).

102. Краткий справочник физико-химических величин / Под. ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. – Л.: Химия, 1983. – 232 с.

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

104. Сайт ООО "РиЭ" © Copyright. 2009: Экспертное исследование дефектов лакокрасочных покрытий автомобилей. [autorie.ru/expertise/expertise\\_lkm/](http://autorie.ru/expertise/expertise_lkm/)

-.

105. Сайт Copyright © 2009: Получение бензола из природного газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [chemanalytica.com/book/novyuy\\_spravoch...](http://chemanalytica.com/book/novyuy_spravoch...)

-.

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

107. Ястремский Н.С. Стабилизация структуры водных растворов молекулами неэлектролита и диэлектрическая проницаемость / Н.С. Ястремский, О.Я. Самойлов // Журнал структурной химии, – Т. 4, – № 6, – 1963, с. 844-849.

108. Дерягин Б.В. Поверхностные силы. Т.3 / Б.В. Дерягин, Н.В. Чураев, В.М. Муллер. – М.: Наука, 1987. – 399 с.

109. Сайт Кафедра ФЭМАЭК, 2007: Электронная поляризация. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [ftemk.mpei.ac.ru/.../etm\\_re/polarf/02.04.02.htm](http://ftemk.mpei.ac.ru/.../etm_re/polarf/02.04.02.htm).

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

111. Порівняльний аналіз методів контролю летких компонентів кам'яновугільної смоли у повітрі робочої зони / А.М. Плугін, А.А. Плугін, Ю.М. Горбачова, О.В. Афанасьєв // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: Зб.наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип.77. – С.176–189.

112. Методические рекомендации по контролю за использованием отходов коксохимических производств в строительстве и эксплуатации автомобильных дорог. г. Киев – 1986 г

113. Киреев В.А. Курс физической химии. М: Химия, 1975. – 775 с.

114. Сайт Promti.ru - тяжелая и обрабатывающая промышленность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.promti.ru/trub/ter-n/156/index.html](http://www.promti.ru/trub/ter-n/156/index.html) -].

115. Online calculator: Зависимость температуры кипения воды от высоты... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [planetcalc.com/275/](http://planetcalc.com/275/) -]

116. Online calculator: Зависимость температуры кипения воды от высоты... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [planetcalc.com/275/](http://planetcalc.com/275/) -]
117. Удельная теплота испарения воды при атмосферном давлении. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [kvant.mirror1.mccme.ru/pdf/2002/03/12...](http://kvant.mirror1.mccme.ru/pdf/2002/03/12...) -].
118. Сайт © 2008-2009 [www.fptl.ru](http://www.fptl.ru).: Вязкость жидкостей при различной температуре // Химическая библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [fptl.ru/spravo4nik/vyazkost.html](http://fptl.ru/spravo4nik/vyazkost.html) -.
119. Сайт 2007 – 2011 Betony.ru: Коррозия стали. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [betony.ru/dobavki/korroziya-stali.php](http://betony.ru/dobavki/korroziya-stali.php).
120. Духин С.С. Диэлектрические явления и двойной слой в дисперсных системах и полиэлектролитах / С.С. Духин, В.Н. Шилов – Киев: Наукова думка, 1972. – 20 с.
121. Сайт © 2008-2009 [www.fptl.ru](http://www.fptl.ru).: Теплота испарения органических веществ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.fptl.ru/spravo4nik/teplota\\_isplaye...](http://www.fptl.ru/spravo4nik/teplota_isplaye...) -.
122. Сайт Copyright 2007-2011 |[baurum.ru](http://baurum.ru)|: Добавки, повышающие защитные свойства бетона по отношению к.. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [...www.baurum.ru/\\_library/%3Fcat%3Daddit...](http://...www.baurum.ru/_library/%3Fcat%3Daddit...) -.
123. 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.
124. Рекомендації по захисту конструктивних елементів будівель та споруд, що експлуатуються, від агресивних дій / УкрДАЗТ, ЦБМЕС УЗ. – Затв. 03.12.2007. – Харків, 2007. – 88 с.
125. 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.
126. Рекомендації із захисту від корозії елементів верхньої будови колії в залізничних тунелях / УкрДАЗТ; УЗ. – Затв. 20.12.2010. – Харків, 2020. – с.

