

УКРАИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

Герасименко Олег Степанович

УДК 691.075: 541.18

**УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОНИКАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
И ПРОЧНОСТИ ЖИДКОГО СТЕКЛА**

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 – 2008

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
РАЗДЕЛ 1. ОБОБЩЕНИЕ И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ПРОНИКАНИЯ ЖИДКОГО СТЕКЛА В ГРУНТЫ, ЕГО СТРУКТУРЫ, СВОЙСТВ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ С СООТВЕТСТВУЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ.....	20
1.1 Жидкое стекло, области его применения.....	20
1.2 Недостатки жидкого стекла.....	22
1.3 Анализ взаимодействий жидкого стекла с различными материалами и веществами.....	23
1.3.1 Взаимодействие с неорганическими веществами и материалами.....	23
1.3.2 Взаимодействие жидкого стекла с органическими материалами.....	25
Выводы по разделу 1.....	28
РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	31
2.1 Исходные материалы и их характеристики	31
2.2 Методы и методики исследований.....	32
РАЗДЕЛ 3. АНАЛИЗ И РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРОЦЕССАХ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ПРИ ТВЕРДЕНИИ И НАГНЕТАНИИ ЖИДКОГО СТЕКЛА.....	40
.....	
3.1 Структурообразование жидкого стекла при его твердении.....	40
3.1.1 Вяжущие свойства и природа взаимодействий при твердении силикатных композиций.....	40
3.1.2 Процессы возникновения структурных элементов жидкого стекла на молекулярном и субмикроскопическом уровнях.....	43

3.1.3	Геометрические характеристики структурных элементов жидкого стекла на субмикроскопическом и микроскопическом уровнях.....	48
3.2.	Свойства и структура слабых грунтов.....	49
3.2.1	Особенности слабых грунтов.....	49
3.2.2	Форма минеральных зерен и обломков глинистой составляющей слабых грунтов.....	51
3.2.3	Электроповерхностные свойства глинистой составляющей слабых грунтов.....	52
3.2.4	Вода как элемент структуры слабых грунтов и жидкого стекла.....	54
3.3	Реологические свойства жидкого стекла.....	60
3.4	Современные представления о ДЭС и устойчивости дисперсных систем.....	65
3.5	Анализ существующих экспериментальных данных и выявление механизма взаимодействия жидкого стекла с кислотами и солями.....	71
3.5.1	Взаимодействие с кислотами.....	72
3.5.2	Взаимодействие с натриевыми солями.....	79
3.6	Обоснование научной гипотезы упрочнения жидкого стекла и придания ему гидравлических свойств.....	83
3.7	Разработка физико-математических моделей реологических и прочностных свойств слабых грунтов и жидкого стекла.....	85
3.8	Электрокинетические явления и механизм проникающей способности жидкого стекла в мелкие и пылеватые пески.....	94
	Выводы по разделу 3.....	107

РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ..... 109

4.1	Исследование влияния добавки С-3 на начало схватывания, реологические характеристики и проникающую способность жидкого стекла и выбор оптимального состава жидкостекольной композиции.....	109
4.1.1	Определение содержания отвердителя H_2SiF_6 жидкого стекла.....	109

4.1.2	Влияния модификатора С-3 на реологические свойства жидкого стекла.....	111
4.1.3	Предварительная проверка влияния С-3 на закрепляющую способность и глубину проникания жидкого стекла в мелкий песок и выбор оптимального количества С-3.....	119
4.1.4	Экспериментальные исследования влияния добавки С-3 на прочность и водостойкость затвердевшего жидкого стекла.....	122
4.2	Оценка влияния электролитов на проницаемость мелкого песка.....	129
4.3	Количественная оценка влияния С-3 на проникающую и закрепляющую способность жидкостекольной композиции.....	132
4.4	Исследование потенциала течения при силикатизации.....	136
4.5	Экспериментальное исследование предельных влажностных состояний мелкопесчаного грунта по его электрическим характеристикам.....	138
4.5.1	Зависимость электрического сопротивления грунта от его влажности...	138
4.5.2	Экспериментальное исследования изменения электрической емкости грунта в зависимости от его влажности.....	147
	Выводы по разделу 4.....	152
РАЗДЕЛ 5. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ С-3 НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРУ ЖИДКО-СТЕКОЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ.....		154
5.1	Рентгенографические исследования.....	155
5.2	Дифференциально-термический анализ.....	162
5.3	Исследования с помощью ИК – спектроскопии.....	166
5.4	Оптико-микроскопические исследования микроструктуры бездобавочного и с добавками затвердевшего жидкого стекла.....	172
	Выводы по разделу 5.....	182
РАЗДЕЛ 6. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ		184
6.1	Производственно-эксплуатационные испытания укрепления основания	184
6.2	Эксплуатационные испытания разработанной методики диагностики влажностного состояния грунтов.....	193

6.3	Другие области внедрения.....	197
	Выводы по разделу 6.....	198
	ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....	199
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	201
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	214

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее широко распространенных строительных материалов, используемых в промышленно-гражданском и транспортном строительстве и эксплуатации, является жидкое стекло. Оно используется: как самостоятельный вяжущий и клеящий материал, как кислотоупорная и упрочняющая добавка в цементные растворы и бетоны, для изготовления силикатных красок, огнеупорных и огнезащитных материалов, для гидроизоляции, упрочнения и защиты конструкций, для укрепления слабых грунтов, путем силикатизации или цементации с добавкой жидкого стекла, приготовления грунто-силикатных смесей под фундаменты и в дорожном строительстве и даже как добавка в стержни в металлургической промышленности и многое другое [18, 19, 22, 39, 100, 107, 111, 116, 126, 127, 128, 132, 136].

Особое значение, на наш взгляд, имеет жидкое стекло для уплотнения и укрепления грунтов оснований из мелкого песчаного, лессового и глинистого грунтов, а также для герметизации обводненных подвалов и подземных сооружений (тоннелей, переходов, коллекторов, водопропускных труб, резервуаров и др. Необходимо отметить, что основной задачи укрепления грунтов (природных или искусственных) всегда является получение нового строительного материала с заданными структурно-механическими свойствами [132]. Однако свойства укрепленных жидким стеклом слабых грунтов явно несовершенны из-за невысокой прочности, проникающей способности, отсутствия водостойкости и неспособности твердеть в воде самого жидкого стекла [39]. Улучшение этих свойств жидкого стекла является актуальной проблемой в области строительных материалов. Решению этой проблемы в области строительных материалов и посвящена настоящая диссертация.

Если для скальных и крупнозернистых грунтов наиболее распространенным способом является цементация (цементно-водными

смесями) [78, 81, 138], то для указанных мелких песчаных, пылеватых, лессовых и глинистых грунтов пригодными являются лишь силикатизация, электросиликатизация и смолизация [2, 78, 81, 107, 118, 124, 144]. При этом в связи с высокой стоимостью и ограниченностью объемов производства смолизация может рассматриваться как специфический способ, в то время как силикатизация и электросиликатизация - как универсальные способы в связи с огромной сырьевой базой, развитой промышленной базой и отлаженной технологией его изготовления, хорошей технологичностью применения.

Однако наряду с указанными положительными свойствами жидкое стекло имеет недостатки, основным из которых является его общая недостаточно высокая проникающая способность и низкая прочность при силикатизации мелких и пылеватых песков и инъектировании в строительные конструкции с мелкими порами и капиллярами, а также низкая водостойкость и отсутствие гидравлических свойств [107].

Вместе с тем применение более прочных составов при двухрастворной силикатизации с применением хлористого кальция CaCl_2 ограничено лишь средними и крупными песками и запрещено при контакте с железобетонными или стальными конструкциями и фундаментами из-за опасности коррозии арматуры или стальных конструкций.

Указанные недостатки резко ограничивают применение жидкого стекла для нагнетания в грунты и инъектирования в конструкции.

На наш взгляд, это обусловлено тем, что разработанные теоретические исследования этих свойств и процессов выполнялись главным образом на основе химических и эмпирических представлений. Критический анализ этих представлений с позиции коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем и материалов [17, 88, 102, 103, 108, 134, 139] свидетельствует о возможности значительного улучшения указанных свойств

жидкого стекла, что позволит значительно расширить его применение для указанных производственных задач.

Особое значение при этом приобретает возможность намного более успешного решения сложных проблем, связанных с сильными повреждениями земляного полотна железнодорожного и автомобильного транспорта, неустойчивостью слабых оснований под зданиями и сооружениями, их повреждениями в сложных условиях эксплуатации (обводненность, блуждающие токи и токи утечки, вибрация, слабые и неустойчивые грунты).

Их долговечность и эксплуатационная надежность намного ниже по сравнению с такими же конструкциями и сооружениями, однако эксплуатируемыми в нормальных условиях, из-за намного более интенсивных, часто непредсказуемых повреждений и разрушений.

К рассматриваемым слабым, или структурно-неустойчивым грунтам, относятся, как известно, грунты, которые при дополнительных внешних влияниях коренным образом изменяют свою структуру и обуславливают развитие значительных осадок, которые протекают с большой скоростью. Слабыми являются глинистые, пылеватые и лессовые грунты. Нарушение структуры в этих грунтах возникает при физических или механических влияниях (факторах) [46, 122]. Физические факторы: увлажнение, промерзание и оттаивание, выветривание.

Водонасыщение слабых грунтов (при продолжительных осадках, быстром таянии снега, поднятии горизонтов грунтовых вод, авариях инженерных сетей, прорывах из резервуаров и т.п.) приводит к существенному уменьшению их несущей способности, вспучиванию, оползням, что способствует или даже вызывает повреждения и разрушения земляного полотна, верхнего строения пути, мостовых опор, обделки тоннелей и водопропускных труб, их разгерметизацию, а также интенсивное электрокоррозионное разрушение металлических и железобетонных конструкций на электрифицированном транспорте [2, 4, 5, 21, 54, 87, 138].

Известные способы закрепления грунтов и герметизации инженерных сооружений традиционными способами цементации, силикатизации и электросиликатизации не нашли достаточно широкого распространения для обеспечения надежности и устойчивости земляного полотна, а также в ремонте и восстановлении указанных инженерных сооружений из-за низких проникающей способности и прочности цементно-водных смесей и жидкого стекла [2, 4, 5, 21, 54, 87, 138]. Однако эти свойства могут быть и уже значительно улучшены в рамках данной диссертации путем проведения теоретических и экспериментальных исследований, использующих фундаментальные положения и закономерности коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем и материалов.

В частности, во много раз повышены проникающая способность и прочность цементно-водной смеси за счет использования в ней оптимального количества добавки-суперпластификатора $(СП)_{опт}$ и оптимального водоцементного отношения $(В/Ц)_{опт}$, что завершилось разработкой в высокоэффективной суперпластифицированной цементно-водной суспензией (СПЦВС) [83]. Она разработана в УкрГАЗТ, внедряется при ремонте и усилении инженерных сооружений железнодорожного транспорта – тоннелях, мостах и водопропускных трубах и может быть эффективно применена для уплотнения и укрепления неустойчивых (кроме мелкозернистых песчаных и глинистых) грунтов. Наши исследования показали также новые возможности повышения эффективности силикатизации за счет модифицирования жидкого стекла, управления процессом его проникания в мелкозернистые песчаные грунты и повышения его прочности и водостойкости. Одновременно это может обеспечить значительное повышение эффективности жидкого стекла и в других указанных выше сферах его применения.

Результаты выполненных нами теоретических и экспериментальных исследований на основе фундаментальных положений коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем и материалов о

взаимодействии между частицами водонасыщенного грунта и жидкого стекла с учетом электрокинетических явлений и электроповерхностных взаимодействий представлены в настоящей диссертации и т.п.

С учетом изложенного, тема диссертации является **актуальной**, так как посвящена решению проблемы обеспечения долговечности, надёжности и несущей способности земляного полотна, грунтовых оснований, промышленно-гражданских зданий и сооружений на железнодорожном транспорте.

Связь работы с научными программами, планами, темами.

Работа выполнялась в рамках госбюджетной научно-исследовательской работы УкрГАЗТ по теме "Розробка теоретичних та експериментальних основ колоїдно-хімічних та електрохімічних засобів закріплення і зміцнення нестійких ґрунтів" (№ДР 0104U003236), а так же в рамках планов НИОКР Укрзалізници, Южной железной дороги и других предприятий по темам:

- «Ремонт залізобетонних конструкцій шляхопроводу на 802 км ділянці Гребінка □ Черкаси» (договор № П/П – 06/454/НЮ от 03.04.2006);
- «Капітальний ремонт водопропускної труби на 111 км ділянці Харків - Куп'янськ» (договор № П/П-07587/НЮ от 23.03.2007);
- «Капітальний ремонт верхньої частини водопропускної труби на 365 км ділянці Основа – Букіне» (договор № П/П-07586/НЮ от 23.03.2007);
- «Капітальний ремонт водопропускної труби на 19 км ділянці Харків - Люботин» (договор № П/П-071913/НЮ от 16.06.2007);
- «Разработка конструктивных и технологических решений по обеспечению прочности и устойчивости скульптуры и постамента, возводимых по ул. Дарвина, 23 в г. Харькове» (договор №10 □ 6/6-07 от 15.02.2007, заказчик АО «Финвест»).

Целью диссертационной работы является повышение прочности, проникающей способности и водостойкости жидкого стекла на основе закономерностей коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем и материалов для укрепления неустойчивых грунтов в

основаниях и земляном полотне, а также улучшение гидроизоляции обводненных подземных конструкций и сооружений.

Силикатизация и электросиликатизация мелких песчаных, пылеватых, лессовых и глинистых грунтов, по существу, являются процессами, которые относятся к электрокинетическим явлениям в дисперсных системах – потенциалу течения и электроосмосу. Традиционное применение этих способов, на наш взгляд, не учитывает всех тормозящих сил, определяющих установление соответствующих стационарных потоков. В частности, при нагнетании жидкого стекла возникает потенциал течения (разность потенциалов за счет смещения положительно заряженных противоионов диффузной части ДЭС и отрицательно заряженных поверхностей частиц грунта и самого жидкого стекла). Это приводит к притяжению смещаемых потоком положительно заряженных противоионов в обратном направлении, что тормозит поток жидкого стекла. При равенстве движущей (от давления нагнетания) и тормозящей (от потенциала течения) сил поток останавливается, что ограничивает глубину проникания жидкого стекла в грунт. Традиционная технология увеличивает глубину проникания за счет увеличения давления нагнетания соответствующими насосами высокого давления, что может привести, а зачастую приводит, к разрушению грунтов и сооружений. Увеличение глубины проникания жидкого стекла в грунт частично достигается в случае электросиликатизации. Прикладываемое между инъекторами-трубами дополнительно к давлению постоянное напряжение ускоряет темпы работ и частично увеличивает глубину проникания жидкого стекла.

Однако и при этом способе не учитываются в полной мере силы, тормозящие поток жидкого стекла в грунт, что объясняется следующим. Согласно представлениям коллоидной химии все дисперсные системы при наложении постоянного тока подвержены поляризации. Это обусловлено противопотоками катионов и анионов дисперсионной среды-электролита и поляризацией двойных электрических слоев (ДЭС) частиц дисперсной фазы.

Процесс поляризации зависит от размеров и электроповерхностных свойств частиц дисперсной фазы и развивается в течении определённого времени – от долей до нескольких (и даже десятков) минут. В результате поляризации напряженность результирующего электрического поля значительно снижается, что уменьшает движущую силу электрополя и приводит к остановке процессов переноса. Однако после снятия электрического поля равновесное состояние электролита и ДЭС частиц дисперсной фазы восстанавливается за счет диффузионных процессов, и она вновь становится готовой для восприятия электрополя. Следовательно, эффект электросиликатизации можно значительно увеличить путем импульсного приложения постоянного электрического поля оптимальной длительности каждого импульса, при котором исключаются периоды, при которых электромиграционный поток частиц жидкого стекла практически останавливается. Однако приложение постоянного напряжения значительной величины (30–100 В) и плотности тока (0,5-7 А на 1 м²) вызывает большой расход электроэнергии (около 30 кВт на 1 м³ укрепленного грунта) и усложняет технологию нагнетания [54, 83]

Согласно нашей гипотезе, увеличить глубину нагнетания можно путем добавления в состав жидкой фазы водорастворимых анионных полиэлектролитов, размеры которых намного меньше, а подвижность намного больше, чем частиц жидкого стекла. Противоположно направленные электрофорез их органических анионов и электромиграция противоионов под действием тормозящего поток потенциала течения создаст направленное против него электрическое поле, что и обусловит увеличение глубины проникания жидкого стекла.

Прочность и водостойкость жидкого стекла, как и других дисперсных систем, в частности цементных, подчиняются действию притягивающей молекулярной, отталкивающей электростатической (электрогомогенной) и притягивающих (электрогетерогенной) и структурной составляющих [33, 34, 88, 134] между структурообразующими элементами, возникающими в

процессе твердения. Основными структурными элементами твердеющего жидкого стекла, как известно [2, 54, 107], являются частицы кремнефтористого натрия Na_2SiF_6 . Расчет по методике, изложенной в [88], эти частицы, возникающие в преобладающем количестве по мере твердения жидкого стекла, имеют положительный электроповерхностный потенциал. Это обуславливает преобладание слабых притягивающих молекулярных и отталкивающих электростатических составляющих расклинивающего давления, а следовательно невысокой прочности и водостойкости жидкого стекла.

Введение в состав жидкого стекла водорастворимых анионных добавок-полиэлектролитов, не только увеличит отмеченную проникающую способность жидкого стекла, но и приведет к задержке роста кристаллов Na_2SiF_6 и возникновению электрогетерогенных контактов между этими частицами и частицами полиэлектролитов, которые и обеспечат увеличение прочности и водостойкости жидкого стекла после его твердения.

Кроме того, предварительно выполненный анализ механизма протекания жидкостей в капиллярах (закон Пуазейля) свидетельствует о том, что при продавливании жидкости через капилляр (капиллярно-пористое тело, сопротивление потоку и кинетику проникания определяет трение о стенки капилляров. Эксперименты по безнапорной проницаемости через бетонные и любые другие образцы показывают, что скорость проникания воды в образец во много раз выше на стадии водопоглощения (за счет капиллярного впитывания) и минимальна в водонасыщенном состоянии. Следовательно, для увеличения скорости нагнетания в водонасыщенные и влажные грунты необходимо подсушивать грунт.

Кроме того, жидкое стекло – воздушное вяжущее, практически не твердеющее в воде, а значит в водонасыщенных грунтах. Следовательно, при нагнетании жидкого стекла необходимо создавать условия для доступа воздуха к жидкому стеклу, создания условий для образования менисков на

границе с потоком воды перед жидким стеклом, и следовательно, для контроля и регулирования влажностного состояния грунтов.

Таким образом, **научная гипотеза** увеличения проникающей способности, прочности и водостойкости жидкого стекла заключается в следующем: - нейтрализация возникающего при нагнетании тормозящего действия потенциала течения и увеличении количества электрогетерогенных контактов между структурными элементами твердеющего жидкого стекла путем введения в его состав в оптимальном количестве водорастворимого анионного полиэлектrolита, в частности известной добавки С-3 (или ее аналога СП-1):

- дополнительное увеличение проникающей способности модифицированного жидкого стекла в грунт может быть достигнуто путем водонасыщения закрепляемого песка через иньектор перед нагнетанием жидкого стекла. При этом в сухом или маловлажном грунте на его границе с водонасыщенным в капиллярах песка возникнут мениски и, соответственно, давление капиллярного впитывания воды в грунт, а вместе с ней и жидкого стекла.

Для достижения поставленной цели с учётом этой научной гипотезы решались следующие основные **задачи**:

1) обобщение и анализ существующих теоретических и экспериментальных исследований с целью выявления механизмов проникания жидкого стекла в соответствующие грунты, а также механизмов взаимодействий между частицами жидкого стекла, частицами грунта и частицами различных материалов, которые добавляются в жидкое стекло или к которым оно добавляется с целью улучшения их свойств;

2) проведение лабораторных исследований, подтверждающих или уточняющих научную гипотезу и раскрывающих механизм действия водорастворимой анионной добавки-полиэлектrolита на проникающую способность жидкого стекла, его прочность и водостойкость, а также

включения в проникание жидкого стекла, увеличения его прочности сил капиллярного впитывания путем регулирования влажности грунта;

3) разработка физико-математических моделей процессов течения жидкого стекла при его нагнетании в песчаный грунт и формирования прочности и водостойкости жидкого стекла при добавлении в него водорастворимой анионной добавки-полиэлектролита (модифицированного жидкого стекла);

4) разработка физико-математических моделей процессов течения жидкого стекла при его нагнетании в песчаный грунт при подсушивании окружающего грунта;

5) лабораторные исследования и разработка оптимального состава модифицированного жидкого стекла с увеличенными проникающей способностью, прочностью и водостойкостью, в том числе с подсушиванием окружающего грунта;

6) производственные и эксплуатационные испытания и внедрение разработанного состава модифицированного жидкого стекла при закреплении слабых грунтов, с учетом регулирования его влажности.

Объект исследований – жидкое стекло, в том числе модифицированное, и укрепляемые им слабые грунты.

Предмет исследований – явления, процессы и взаимодействия, происходящие при модифицировании жидкого стек, его нагнетании в слабые грунты и твердении.

Методы исследований. Исследования физико-механических свойств неустойчивых грунтов осуществлялись по стандартным методикам. Исследование реологических свойств обычного и модифицированного жидких стекол и их компонентов выполняли с помощью вискозиметра ВЗ-1и ротационного вискозиметра ВСН-3. Исследование фазового состава (исходного и затвердевшего) жидких стекол и их компонентов - с помощью физико-химических методов: ИК-спектроскопии, дифференциально-термического анализа (ДТА) и рентгенографии РГ. Микроструктура

обычного и модифицированного жидкого стекол изучали с помощью оптико-микроскопических исследований, а структурных элементов – путём дополнительного увеличения с помощью сканера и ПЭВМ. Электроповерхностные свойства грунтов и частиц жидких стекол и их компонентов определяли путем расчетов с помощью методики, изложенной в [88] и измерений их электрокинетического ζ -потенциала, потенциала течения, а также путем измерений в высоковольтном электрическом поле.

Научную новизну работы составляют:

1. Описание механизмов и разработанные физико-математические модели механизмов действия водорастворимой анионной добавки-электролита на проникающую способность жидкого стекла, его прочность и водостойкость, разработанные на основе уравнений стационарных потоков и действия расклинивающих сил;
2. Разработанный оптимальный состава модифицированного жидкого стекла с увеличенными проникающей способностью, прочностью и водостойкостью;
3. Результаты физико-химических исследований обычного и модифицированного жидких стекол;
4. Методика непрерывной диагностики влажностного состояния грунтов железнодорожного земляного полотна и земляных сооружений с помощью разработанных стационарных датчиков.

Достоверность результатов исследований обеспечена использованием

В теоретических исследованиях фундаментальных положений и закономерностей коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем и материалов, применением в экспериментах комплекса стандартных физико-механических, и оригинальных реологических, физико-химических, электрохимических методов исследований, методов статистической обработки результатов исследований, а также совпадением

результатов исследований с производственными и эксплуатационными испытаниями.

Практическое значение полученных результатов. Внедрение результатов исследований разрешит при выполнении обследований земляного полотна и основании фундаментов точнее прогнозировать их долговечность, обеспечивать эффективное закрепления слабых грунтов, повышать несущую способность и герметизацию подземных сооружений (в частности тоннелей и водопропускных труб). Кроме того применение модифицированного жидкого стекла может дать значительный эффект в разнообразных других сферах его применения (кислотостойких растворах и бетонах, огнеупорных и огнезащитных материалах, силикатных красках, грунто-силикатных смесях под фундаменты и в дорожном строительстве и др.).

При этом экономический эффект будет обеспечен снижением затрат на содержание земляного полотна, зданий и сооружений, продлением сроков их службы, обеспечением безопасного и безостановочного движения поездов и других видов транспорта.

Личный вклад соискателя. Все основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно.

Из опубликованных в соавторстве работ:

1. Герасименко О.С. Влияние модификатора С-3 на реологические свойства жидкого стекла и определение оптимального количества С-3 / О.С.Герасименко // Зб.наук.праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2008.- Вип. 93. - С.108-120.
2. Герасименко О.С. К вопросу диагностики влажностного состояния грунтов в железнодорожных насыпях / О.С. Герасименко // Зб. наук. праць. Серія «Технічні науки».- Луганськ: ЛНАУ, 2007.- №71(94). - С.256-262.
3. Електрокорозія бетону залізобетонних блоків обробки метрополітену / [А.М.Плугін, А.А.Плугін, О.О.Скорик, О.С.Герасименко, Л.В.Трикоз] //

- Зб.наук.праць.- Харків: ХарДАЗТ, 2003.- Вип. 56. - С.126-135. (Личный вклад соискателя – обследование железобетонных блоков метрополитена и выявление влияния подземных вод).
4. Електрокоррозія залізобетонних мостів і других штучних споруд / [А.Н.Плугін, А.А.Скорик, А.А.Плугін, С.В.Мирошніченко, О.А.Калінін, І.В.Подтележнікова, О.С.Герасименко, В.А.Лютый] // Залізничний транспорт України.- 2004.-№1.-С.11-13. (Личный вклад соискателя – проведение анализа предварительных исследований).
 5. Вплив поля пульсуючого однонаправленого струму на ступінь електроосмотичного осушення ґрунтів / [А.М.Плугін, О.С.Герасименко, С.В.Мирошніченко, А.А.Плугін] // Зб.наук.праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2004.- Вип. 63. - С.63-69. (Личный вклад соискателя – проведение экспериментов и обработка результатов).
 6. Плугін А.М. Використання подрібненого керамічного матеріалу для осушення водонасичених ґрунтів земляного полотна / А.М.Плугін., А.А.Плугін., О.С.Герасименко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип. 77. – С.162 – 175. (Личный вклад соискателя – разработка программы и проведение исследований)
 7. Пат.71122UA. МПК⁷ С04В28/12 Спосіб визначення складу важкого бетону з мінеральним наповнювачем / Плугін А.М., Калінін О.А., Мірошніченко С.В., Плугін А.А., Плугін Арт.М., Кудренко С.М., Подтележнікова І.В., Герасименко О.С., Лютый В.А., Никитинський А.В. - № 2003087901; Заявл 21.08.2003; Опубл.15.06.2006, Бюл.№6. (Личный вклад соискателя – участие в проведении лабораторных исследований).
 8. Долговечность конструкций и сооружений из бетона, эксплуатируемых в условиях обводнения / [А.Н.Плугін, А.А.Плугін, Д.А.Плугін, О.С.Борзяк, А.В.Никитинський, О.С.Герасименко] // Наук.-техн. зб. "Автомобільні дороги і дорожнє будівництво". – К. НТУ, 2006. - Вип.

73. – С. 248-252. (Личный вклад соискателя - выполнение вычислений срока службы конструкций в зависимости от безнапорной водопроницаемости).
9. Механизм разрушения кирпичной кладки водопропускной трубы переменным блуждающим током или током утечки / [А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.С.Герасименко, А.А.Дудин, Ал.А.Плугин] // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА; ХОТВ АБУ, 2007.- Вип.42. – С.112-119. (Личный вклад соискателя – проведение исследований электрических свойств грунтов).
10. Увеличение проникающей способности жидкого стекла в песчаный грунт / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, Л.В.Трикоз, О.С.Герасименко // Зб.наук.праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2007.- Вип. 87. - С.108-120. (Личный вклад соискателя – проведение экспериментов и обработка результатов).
11. Плугин А.Н. Механизм влияния модификатора С-3 на прочность и гидравлическую способность жидкого стекла / [А.Н. Плугин, О.С. Герасименко, Л.В. Трикоз, А.А. Плугин] // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА; ХОТВ АБУ, 2008.- Вип.48. – С.154-162. (Личный вклад соискателя – выполнение расчетов электроповерхностных и равновесных электроповерхностных потенциалов продуктов твердения жидкого стекла).

Апробация результатов диссертации. Основные материалы и результаты научных исследований диссертационной работы были апробированы на: украинском межотраслевом научно-практическом семинаре «Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення», – Киев, 27-28 июня 2006 г.; 2-ой международной научно-технической конференции «Математические модели процессов в строительстве». – Луганск, 29-30 марта 2007 г.; 43÷49 научно-

технических конференциях кафедр академии и специалистов железнодорожного транспорта в 2002÷2008 гг.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 10 работ в изданиях рекомендованных ВАК Украины и получен 1 декларационный патент.

Автор выражает благодарность: докт.техн. наук Плугину А.А., Сафронову В.С.; канд. техн. наук - Трикоз Л.В., Лютому В.А., Мирошниченко С.В., Плугину Д.А., Коршикову Л.А.; инженерам - Скрипнику В.Г., Подтележниковой И.В.; аспирантам Романенко А.В., Дудину А.А., Афанасьеву А.В. – за оказание помощи при выполнении исследований и внедрении полученных результатов; ассистенту Борзяк О.С. – за оказание помощи в проведении физико-химических исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алданов Е.А. Жидкостекольные композиции для склеивания изделий из особо легкого бетона : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Алданов Ерлан Айманович. – М., 1997. – 195 с.
2. Анализ существующих технологий усиления фундаментов / www.fundator.ru/stat/1/analiz_teh.html
3. Андрианов К.А. Методы элементоорганической химии. Кремний / Андрианов К.А. – М.: Химия, 1968 – 205 с.
4. Архипов А.И. Закрепление грунтов основной площадки земляного полотна железных дорог методом силикатизации / А.И. Архипов // Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве : Тезисы докладов на IX Всесоюзном научно-техническом совещании. – Москва: Стройиздат, 1978. – С.48-50.
5. Архипов А.И. Закрепление грунтов основной площадки земляного полотна железных дорог методом силикатизации / Архипов А.И. // Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве. Материалы VIII Всесоюзного совещания. – Киев: Будівельник, 1974. – С. 114-116.
6. Бабушкин В.И. О роли коллоидно-химических представлений в объемных изменениях цементного камня и бетона / Бабушкин В.И., Новикова С.П. // Труды ВНИИВОДГЕО. – Г.: 1973. – С.133–144.
7. Бабушкина М.В. Жидкое стекло в строительстве / Бабушкина М.В. – Кишинев: Картя Молдовеняске, 1971. – 223 с.
8. Бабушкина М.И. Получение нового облицовочного материала из минерального сырья на жидком стекле / Бабушкина М.И. // Материалы координационного совещания по производству и применению жидкого стекла в строительстве. – Киев:1963. – 45 с.
9. Батраков В.Г. Основы модифицирования цементных систем и получения бетонов заданных строительно-технических свойств : дисс. доктора техн. наук : 05.23.05 / Батраков В.Г. – М.: НИИЖБ, 1984. – 443с.

10. Бетехтина А.Г. Курс минералогии / Бетехтина А.Г. – М: Госгеолтехиздат, 1956. – 558с.
11. Блескина Н.А. Проникающая способность химических инъекционных растворов / Блескина Н.А. // Материалы VII Всесоюзного научно-технического совещания по закреплению грунтов. – Москва: Стройиздат, 1971. – С.215-217.
12. Богов С.Г. Исследование свойств инъекционных растворов на основе цемента для качественного закрепления грунтов / Богов С.Г., Запевалов И.А. // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2000. – №2. – С.25–32.
13. Богов С.Г. Опыт применения инъекционных геотехнологий в Санкт-Петербурге / Богов С.Г., Алексеев С.И. // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – Интернет-Журнал. - N1. – 1999
14. Бочко Э.А. Электронно-микроскопические и технологические исследования силикатного геля / Бочко Э. А., Абрамова Т. Т., Голоднов В. М. // Материалы VII Всесоюзного совещания Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве. – К.: Будівельник, 1974. – С.183-186.
15. Власов С.П. Химическое закрепление грунтов / Власов С.П., Торгалов В.В., Виноградов Б.Н. (Строительство метрополитенов). – М.: Транспорт, 1987. – 198 с.
16. Воронков М.Г. Кремний и жизнь / Воронков М.Г. – Рига: Наука, 1978. – 256с.
17. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии / Воюцкий С.С. – М. : Химия, 1976. – 512с.
18. Вяжущие вещества www.dom4us.ru/cottage/shtuk/Vjazhuwie-vewestva/
19. Вяжущие вещества. Производство бетона / www.beton-made.ru/beton1_2.htm/
20. Гальченко П.П. Химическое укрепление водоносных песков при строительстве харьковского метро / Гальченко П.П., Кобляков В.М.,

- Ельков А.В. // Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве. Материалы VIII Всесоюзного совещания. – Киев: Будівельник, 1974. – С.179-181.
21. Гидросиликаты кальция / [В.В. Илюхин, В.А. Кузнецов, А.Н. Лобачев, В.С.Бакшутков]. – М.: Наука, 1979. – 184 с.
 22. Глуховский В.Д. Грунтосиликаты / Глуховский В.Д. – К.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре УССР, 1959. – 279 с.
 23. Горшков В.С. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ / Горшков В.С., Тимашов В.В., Савельев В.Г. – М. Высшая школа, 1981. – 333с.
 24. Григоров О.Н. Электрокинетические явления / Григоров О.Н. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. – 196 с.
 25. Григорьев П.Н. Растворимое стекло / Григорьев П.Н.– Л.: Гизлегпром, 1938. – 310 с.
 26. Григорьев П.Н. Защита строительных конструкций от коррозии / Григорьев П.Н., Дороненко И.М. –М.: Госхимиздат, 1955. – 98 с.
 27. Григорьев П.Н. О высококислотноогнеупорном материале для химической и строительной промышленности / Григорьев П.Н., Сильвестрович И.И. // Химическая промышленность. – 1930. – № 31.
 28. Григорьев П.Н. Растворимое стекло / Григорьев П. Н., Матвеев М. А. – М.: Химия, 1956. – 145 с.
 29. Григорьев П.Н. Химически стойкие полы / Григорьев П.Н., Дороненков И.М. –М.: Госхимиздат,1951. – 215 с.
 30. Грунтоведение / [Е.М.Сергеев, Г.А.Голодковская, Р.С.Зиангиров и др.]. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. – 387 с.
 31. Данилевич Т.И. Повышение активности лесса при силикатизации / Т.И. Данилевич, В.К. Чувелев // Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве. Тезисы докладов на IX Всесоюзном научно-техническом совещании. – Москва: Стройиздат, 1978. – С. 93–96.

32. Дерягин Б.В. Поверхностные силы / Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М. – М.: Наука, 1987. – 399 с.
33. Дерягин Б.В. Теория гетерокоагуляции, взаимодействия и слипания разнородных частиц в растворах электролитов / Дерягин Б.В. // Коллоид. журн. – 1964. – № 6. – 425с.
34. Дерягин В.Б. Теории устойчивости сильно заряженных лиофобных золь и слипания сильно заряженных частиц в растворах электролитов / Дерягин В.Б., Ландау Л. // Экспер. и теорет. физики, 1945. – В. 11. – 663с..
35. Дистлер Г.И. Электрическая структура реальных поверхностей твердых тел и формирование граничных слоев с особыми свойствами, обеспечивающими передачу дальнего действия влияния твердых тел / Дистлер Г.И. // Поверхностные силы в тонких пленках и дисперсных системах. – М.: Наука, 1972. – 215с.
36. Долотова Р.Г. Неавтоклавные ячеистые бетоны с использованием природного и техногенного низкокремнеземистого сырья: дисс. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Долотова Р.Г. – Томск: Томский политехнический университет. – 2006. – 175 с.
37. Домбровская М.С. О взаимодействии жидкого стекла и кремнефтористого натрия в кислотоупорных цементах / Домбровская М.С., Мительман М.Р. // Журнал прикладной химии. – т. XXV. – вып. 9. – 1953.
38. Домбровская Н.С. Термографическое исследование кислотоупорных цементов / Домбровская Н.С., Мительман М.Р. // Журнал прикладной химии. – 1953. – т. XXVI. – вып.1.
39. Дороненков И.М. Защита промышленных зданий и сооружений от коррозии в химических производствах / Дороненков И.М. – М: Химия, 1969. – 260 с.
40. Дранников А.М. Инженерная геология / Дранников А.М. – К.: ГосСтройиздат УССР, 1959. – 220 с.

41. Духин С.С. Диэлектрические явления и двойной слой в дисперсных системах и полиэлектролитах / Духин С.С., Шилов В.Н. – К.: Наукова думка, 1972. – 204 с.
42. Духин С.С. Электропроводность и электрокинетические свойства дисперсных систем / Духин С.С. – К.: Наукова думка, 1975. – 145 с.
43. Духин С.С. Электрофорез / Духин С.С., Дерягин Б.В. – М.: Наука, 1976. – 327с.
44. Дятлова В.П. Разработка метода получения водоустойчивой связки для производства песчано-силикатных фильтрующих изделий : автореф. дисс. на соиск. учен степени канд. техн. наук : 05.23.05 / Дятлова В.П. – М.: 1955. - 21с.
45. Дяченко Л.І. Інструкція з утримання земляного полотна залізниць України (ЦП 0072) / Дяченко Л.І., Кислий Г.П., Курач О.В.– Д.: Вид-во АТЗТ ВКФ „Арт-Прес”, 2001. – 104 с.
46. Експериментальні дослідження проникної здатності тампонажних розчинів / [Плугін А.М., Шумик Д.В., Плугін А.А. и др.]. // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті: Зб.наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 1999. – Вип.37. – С 3–13.
47. Еремина Н.В. Огнезащитные композиции на основе жидкого стекла и механически активированных оксидов алюминия и магния : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. – 05.17.11 / Еремина Н.В. – Томск: Томск. Политех. ун-т. – 2007. – 25 с.
48. Жидкое стекло натриевое / www.mukhin.ru/stroysovet/funds/52.html
49. Жидкое стекло натриевое / [www.vakyla-master.ru / product/kley.shtml](http://www.vakyla-master.ru/product/kley.shtml)
50. Жидкое стекло натриевое морозостойкое / www.tm-fenix.ru/11.html.
51. Жилин А.И. Получение кислотоупорных цементов из пылевидного кварца / Жилин А.И. // Цемент. – 1938. – № 2. – 25с.
52. Жилин А.И. Растворимое стекло, его свойства, получение и применение / Жилин А.И. – Г.: ГОНТИ, 1939. – 113 с.

53. Жинкин Г. И. Опыт электрохимической борьбы с пучинами на железных дорогах / Г. И. Жинкин, В. Ф. Калганов // Материалы VI Всесоюзного научно-технического совещания по закреплению грунтов. – М.: Стройиздат, 1968. – С. 225–228.
54. Жинкин Г.Н. Электрохимическая обработка глинистых грунтов в основаниях сооружений / Жинкин Г.Н., Калганов В.Ф. – М.: Стройиздат, 1980. – 164с.
55. Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве // Тезисы докладов на IX Всесоюзном научно-техническом совещании. – М.: Стройиздат, 1978. – 367с.
56. Ибатуллин Р.Р. Отделочные покрытия ограждающих конструкций из цементно-стружечных плит: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.23.05 / Ибатуллин Р.Р. Уфа: Уфимск. Гос. Нефт. Технич. Ун-т., 2005. – 21 с.
57. Иванов М.Ю. Зернистый теплоизоляционный материал на основе модифицированной жидкостекольной композиции : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.23.05 / Иванов М.Ю. – Томск: ТГАСУ, 2007. – 200 с.
58. Измайлов Н.А. Электрохимия растворов (изд. 3-е, испр) / Измайлов Н.А. – М.: Химия, 1976. – 488 с.
59. Искусственное закрепление грунтов / www.besthome.ru.
60. Кнатько В.М. Основы теории и технологии укрепления грунтов путем синтеза неорганических вяжущих веществ и вопросы классификации химических методов / В. М. Кнатько // Материалы VII Всесоюзного научно-технического совещания по закреплению грунтов. – Москва: Стройиздат, 1971. – С. 192–194.
61. Конструкційні матеріали нової генерації та технології їх впровадження в будівництво / [Рунова Р.Ф., Братчун В.І., Пługін А.М. та ін.]. – К.: УВПК «ЕксОб», 2008. – 355 с.

62. Корнеев В.И. Растворимое и жидкое стекло / Корнеев В.И., Данилов В.В. – Санкт-Петербург: Стройиздат, 1996. – 216 с.
63. Краткий справочник физико-химических величин. – Л.: Химия, 1983. – 231с.
64. Кремний / school-collection.edu.ru/catalog/res.
65. Кремний / www.xumuk.ru/nekrasov/x-03.html
66. Круглицкий Н.Н. Укрепление глинистых грунтов силикатом калия / Круглицкий Н.Н., Жукова Р.С., Беглецов В. В. // Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве. Материалы VIII Всесоюзного совещания. – Киев: Будівельник, 1974. – С. 194-195.
67. Кузнецова Т.В. Микроскопия материалов цементного производства / Кузнецова Т.В., Семенченко С.В. – М.: МИКХиС, 2007. – 304 с.
68. Лагутин И.И. Взаимодействие между компонентами кислотоупорной замазки (цемента) /Лагутин И.И. –М.: Химстрой, 1934. – № 3.
69. Лагутин И.И. Исследование силикатных кислотоупорных замазок, цементов с различными наполнителями / Лагутин И.И. // Бюллетень института огнеупоров. – 1937. – № 2. – 45с.
70. Лакокраска ЛТД: клеи / www.lakokraska.com.ua/klei.html.
71. Ларионова З.М. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного состава и бетона / Ларионова З.М., Никитина Л.В., Гарашин В.Р. – М.: Стройиздат, 1977. – 264 с.
72. Лукьянова О.И. Исследование конденсационных дисперсных структур в применении к силикатизации грунтов / Лукьянова О.И., Завадская В.Ф., Ребиндер П.А. // Материалы VII Всесоюзного совещания Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве. – К.: Будівельник, 1974. – С.171-174.
73. Матвеев М.А. О строении жидких стекол / Матвеев М.А., Рабухин А.И. – ЖВХО им. Д.И.Менделеева. – 1963. – №2. – С. 205–211

74. Матвеев М.А. Силикатные пасты для плоских и совмещенных крыш // Матвеев М.А., Бабушкина М.И. // Стройматериалы. – 1963. – № 11. – С.32–33.
75. Материалы, используемые для гидроизоляции дренируемых грунтов / Электронная библиотека Нефть-газ. www.ekol.oglib.ru
76. Михайлов В.И. Клеевые технологии, используемые при подготовке оснований для зданий и сооружений / Михайлов В. // Строительный Инжиниринг. – №7. – 2007. – С.19–27
77. Москвин В.М. Кислотоупорный бетон / Москвин В.М. – М.: Наука, 1935. – 195 с.
78. Нагель М. А. Химия и химическая технология / Нагель М. А., Куренков В. Ф., Мягченков В. А. – М.: Наука, 1988. – т. 31. – №7. – С. 3-13.
79. Нгуен Тхе Зунг Геолого-технологическое обоснование применения комплексных технологий освоения трудноизвлекаемых запасов нефти : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 25.00.17, 25.00.12 / Нгуен Тхе Зунг - Уфа: ГУП «ИПТЭР, 2007. – 20 с.
80. Некрасов К.Д. Жароупорный химически стойкий бетон на жидком стекле / Некрасов К.Д., Тарасова А.П. – М.: Химия, 1959. – 125 с.
81. Николаев А. Ф. Водорастворимые полимеры / Николаев А. Ф., Охрименко Г. И. – Л.: Химия, 1979 – 145 с.
82. Патент 71208 UA «Суперпластифікована цементно-водяна суспензія СПЦВС для цементациі гірських порід і будівельних конструкцій»; Опубл. 25.02.2008, Бюл. № 4,
83. Пенкаля Т.Н. Очерки кристаллохимии / Пенкаля Т. – Л.: Химия, 1974. – 496 с.
84. Петрова А.П. Термостойкие клеи / А.П. Петрова. – Л.: Химия, 1977. – 161с.
85. Писарев А.Л. Кинетические закономерности формирования алюмосиликатной пенокерамики / Писарев А.Л., Цыганова Е.И., Александров Ю.А. – М: НИИ химии ННГУ, 1999. – 312 с.

86. Плугин А.А. Долговечность бетона и железобетона в обводненных сооружениях: Коллоидно-химические основы : дисс. ...доктора техн. наук : 05.23.05 / Плугин А.А. – Харьков: ХГТУСА, 2005. – 442 с.
87. Плугин А.Н. Методические указания к лабораторно-практическим работам по курсу «Физико-химическая механика строительных материалов и конструкций» / А.Н.Плугин, Л.В.Павлова, В.В.Пинчук. – Харьков: Харгажт, 1997. – Ч.1. – 37 с.
88. Плугин А.Н. Электрогетерогенные взаимодействия при твердении цементных вяжущих: Дисс. ... доктора хим. наук: 02.00.11 / Плугин А.Н.- Харьков: ХИИТ, 1989.- 282 с.
89. Плуґін А.А. Відновлення експлуатаційних властивостей основ, фундаментів, заглиблених і підземних споруд / Плуґін А.А., Трикоз Л.В. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – 117 с.
90. Плуґін А.М. Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів і конструкцій / Плуґін А.М., Трикоз Л.В., Плуґін А.А.(Навчальний посібник).- Харків: ХарДАЗТ, 1999. – Ч.1. – 111 с.; Ч.2. – 134 с.
91. Поверхностно-активные вещества: Справочник / [Абрамзон А.А., Бочаров В.В., Гаевой Г.М. и др.]. – Л.: Химия, 1979. – 376 с.
92. Поверхностные пленки воды в дисперсных структурах / Под ред. Е.Д.Щукина. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 279 с.
93. Полинг Л.Г. Общая химия / Полинг Л.Г. – М: Мир, 1964. – 583 с.
94. Проницаемость гидроизоляционных составов при нагнетании в трещины скальных пород / [Плугин А.Н., Плугин А.А., Калинин О.А и др.]. // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1999. – Вип.5. – С.31–37.
95. Пшеницын П.А. Бетон-идамит / Пшеницын П.А. // Строительные материалы. – 1932. – № 4.
96. Пшеницын П.А. Получение и применение растворов щелочных силикатов с высоким модулем в технике / Пшеницын П.А., Лаврович В.И. // Коллоидный журнал. – т. VI. – вып. 5. – 1945.

97. Рабинович В.А. Краткий химический справочник / Рабинович В.А., ХавинЗ.Я. – Л.: Химия, 1978. – 392 с.
98. Рамачандран В. Наука о бетоне / Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуэн Дж. – М.: Стройиздат, 1986. – 277 с.
99. Растворимое (жидкое) стекло / Химия вокруг нас. www.chem.tut.ru/
100. Растворимое стекло / shalasha.net/content/view/56/42/
101. Расчеты и задачи по коллоидной химии. / [Баранова В.И., Бибик Е.Е., Кожевникова Н.М. и др.] Под ред. Барановой В.И. (Учебное пособие). – М.: Высшая школа, 1989. – 288с.
102. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур // Физико-химическая механика дисперсных структур / Ребиндер П.А. – М.: 1966. – с.3-18.
103. Ребиндер П.А. Физико-химические основы современных методов закрепления грунтов // Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Избранные труды / Ребиндер П.А.– М.: Наука, 1979. – с.356-370.
104. Ребиндер П.А. Физико-химические представления о механизме схватывания и твердения минеральных вяжущих веществ / Ребиндер П.А. // Труды Совещания по химии цемента. - М.: Промстройиздат. – 1956. – С.125–135.
105. Реферативная статья по теме: Применение силикатных растворов / http://oil-production.net/ref/silikatn6h_rastvorov.html
106. Реферативная статья по теме: Силикатные клеи / pipeline-articles.info/ref/okaz6vaut_naibol53ee.html
107. Ржаницын Б.А. Химическое закрепление грунтов в строительстве / Ржаницын Б.А. – М.: Стройиздат, 1986. – 264 с.
108. Руководство к практическим работам по коллоидной химии / [О.Н.Григоров, И.Ф.Карпова, З.П.Козьмина и др.].- Л.: ЛГУ, 1964. – 331с.

109. Руководство по технологии физико-химического укрепления промерзающих и оттаивающих грунтов / НИИОСП. – М.: Стройиздат, 1977. – 64 с.
110. Самсонов Г.В. Силициды / Самсонов Г.В. – М.: Химия, 1979. – 154 с.
111. Сафрончик В.И. Защита от коррозии строительных конструкций и технологического оборудования / Сафрончик В.И. – Ленинград: Стройиздат, 1988. – 255 с.
112. Сегалова Е.Е. Современные физико-химические представления о процессах твердения минеральных вяжущих веществ / Сегалова Е.Е., Ребиндер П.А. - Строительные материалы. – 1960. – № 1. – С. 21–32.
113. Семенова Т.Н. Лишь бы не было воды / Семенова Т.Н. // Капстроительство. – 2002. - №2. – С.21-26
114. Сергеев В.И. Влияние сорбции на искусственное закрепление грунтов силикатными растворами / В. И. Сергеев, Т. Г. Мимко // Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве: Тезисы докладов на IX Всесоюзном научно-техническом совещании. – Москва: Стройиздат, 1978. – С.78–81.
115. Симоненко Н.В. Структурообразование и свойства органоминеральных композиций на основе бутадиенстирольного латекса : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Симоненко Наталья Викторовна. – Саратов, 1999. – 23с.
116. Скрыль А.С. Справочник по антикоррозионным работам / Скрыль А.С., Арапов С.П. – Киев: «Будівельник», 1986. – 192 с.
117. Смирнов К.С. Разработка композиционных материалов на основе соединений силиката натрия и каолина : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.17.01 / Смирнов К.С. – Иваново: Иванов. гос. хим.-технол. ун-т, 2007. – 20 с.
118. Современные решения в области применения модифицированных сухих строительных смесей (Гидроизолирующие смеси и растворы) / Городская стройплощадка. – № 19. – 2006 г.

119. Соколович В. Е. Химическое закрепление грунтов / Соколович В. Е. – М.: Стройиздат, 1980. – 119 с.
120. Соколович В.Е. Повышение силикатного модуля в растворах жидкого стекла / В.Е. Соколович // Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве: Тезисы докладов на IX Всесоюзном научно-техническом совещании. – Москва: Стройиздат, 1978. – С. 202-205.
121. Способ укрепления защитного слоя песка при ремонте гидроизоляции железнодорожных мостов / [В.Ф.Демин, Ю.Д.Попов, В.С Сулиное и др.]. // Закрепление и уплотнение грунтов в строительстве : Тезисы докладов на IX Всесоюзном научно-техническом совещании. – Москва: Стройиздат, 1978. – С. 96–100.
122. Справочник по земляному полотну эксплуатируемых железных дорог / [Аверочкина М.В., Бабицкая С.С. и др]. – М.: Транспорт, 1978. - 766с.
123. Справочник по клеям и клеящим мастикам в строительстве / [О.Л.Фиговски, В.В.Козлов, А.Б.Шолохов и др]. М.: Стройиздат, 1984. – С. 104–105, 143–154.
124. Структура пенопластов на основе органо-минеральных связующих / [Абдрахманова Л.А., Соловьева И.В., Солдатов Д.А., Хозин В.Г.]. // Сборник статей Всероссийской конференции «Структура и динамика молекулярных систем». – Йошкар-Ола, 2001, ч.1. – С. 177-180.
125. Субботкин М.И. Кислотоупорные бетоны и растворы на основе жидкого стекла / Субботкин М.И. Курицына Ю.С. – М: Стройиздат, 1967. – 135 с.
126. Субботкин М.И. Кислотоупорные растворы на основе калиевого жидкого стекла / Субботкин М. И., Курицына Ю. С. // Техника защиты от коррозии. – 1963. – № 1. – 30с.
127. Субботкин М.И. Повышение водостойкости кислотоупорных силикатных композиций. Передовая технология антикоррозийных работ / Субботкин М. И., Курицына Ю. С. – М.: Наука, 1965. – 195 с.

128. Сухие строительные смеси специального назначения на основе щелечесиликатных вяжущих / www.mirrabot.com/work/work_55349.html
129. Сычев Д.И. К вопросу изучения процессов твердения кислотоупорных цементов : дисс. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Сычев Д.И. – М.:1940. – 95с.
130. Сычев М.М. Неорганические клеи / Сычев М.М. – Л.: Химия, 1986. – 118с.
131. Тарасова А.П. Жаростойкие вяжущие на жидком стекле и бетоны на их основе / Тарасова А.П. – М.: Стройиздат,1982. – 133 с.
132. Укрепленные грунты / [В.М. Безрук, И.Л.Гурячков, Т.М.Луканина, Р.А.Агапова.]. – М.: Транспорт, 1982. – 231 с.
133. Универсальная клеящая мастика / К.К.Абдуллаев. Патент RU2181133. www.ntpo.com.
134. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии / Фридрихсберг Д.А.– Л.: Химия, 1984. – 368 с.
135. Цитович Н.А. Механика грунтов / Цитович Н.А. – М: Высшая школа, 1973. – 280 с.
136. Чехов А.П. Противокоррозионные покрытия в строительстве / Чехов А.П. – Киев: «Будівельник», 1974. – 206 с.
137. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты / Швецов Г.И. – М.: Высшая школа, 1987. – 296 с.
138. Шумик Д. В. Суперпластифицированная цементно-водная композиция с новыми технологическими и эксплуатационными характеристиками для ремонта горных тунелей : дисс. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Шумик Д. В. – Харьков: УкрГАЖТ. – 2001. – 155 с.
139. Щукин В.Д. Коллоидная химия / Щукин В.Д., Перцов А.В., Амелина Б.А. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 352 с.
140. Эйтель В. Физическая химия силикатов / Эйтель В. – М.: 1962. – 234 с.
141. D. L. Charman. Phil. Mag., (6), 25, p. 457 (1913).
142. G. Guye. J. Phys. Radium, 9, p.457 (1910).

143. Helmholtz H. Wied. Ann., 7, p. 337 (1879).
144. Kurenkov V. F., Myagchenkov V. A., Europ. Polym. J. – 1980, v. 16, № 12, p. 29-39; Kirk-Othmer encyclopedia, 3 ed., v. 10, N. Y., 1980, p. 489-523.