

УКРАИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

Никитинский Андрей Владимирович



УДК 691.3: 699.8 (043.3)

НАПОЛНЕННЫЕ СУПЕРПЛАСТИФИЦИРОВАННЫЕ ЦЕМЕНТНО-ВОДНЫЕ
СУСПЕНЗИИ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ И УСИЛЕНИЯ ОБВОДНЕННЫХ
ТОННЕЛЕЙ

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 – 2006

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
РАЗДЕЛ 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	16
.....	
1.1. Техническое состояние железнодорожных тоннелей в обводненных условиях, причины снижения их надежности и долговечности.	16
1.2. Используемые материалы и способы для герметизации и усиления тоннелей	19
1.3. Влияние добавок-суперпластификаторов СП на свойства цементного камня и способы оптимизации содержания этих добавок в цементно- водных системах, в том числе наполненных.	30
1.4. Влияние микронаполнителей на свойства наполненного цементного камня и способы оптимизации их содержания	35
1.5. Представления о структуре и прочности наполненного цементного камня	40
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 1	44
РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	46
2.1. Исходные материалы и их характеристики	46
2.2. Методы исследований	47
2.2.1. Методы определения физико-механических свойств.	47
2.2.2. Методика определения размеров частиц цемента и наполнителя ...	48
2.2.3. Методика определения безнапорной водопроницаемости	49
2.2.4. Методы физико-химического анализа	50
3. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О СТРУКТУРЕ И СВОЙСТВАХ НАПОЛНЕННЫХ ЦЕМЕНТНО-ВОДНЫХ СМЕСЕЙ.	52
3.1. Теоретические предпосылки	52

3.1.1. Геометрические характеристики и электроповерхностные свойства компонентов СПЦВСН	52
3.1.2. Механизм влияния добавок-суперпластификаторов на свойства цементно-водных систем и роль добавок-микронаполнителей	57
3.2. Развитие представлений о микроструктуре и свойствах СПЦВСН . . .	60
3.2.1. Микроструктура СПЦВСН.	62
3.2.2. Прочность камня из СПЦВСН	66
3.2.3. Реологические свойства СПЦВСН.	73
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 3	83
РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	
ПРОЧНОСТНЫХ, РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЛЬТРАЦИОННЫХ	
ХАРАКТЕРИСТИК СПЦВСН	
4.1. Разработка новых методик исследований	85
4.1.1. Определение размеров частиц и структурных характеристик цемента и микронаполнителя.	85
4.1.2. Методика определение оптимального количества добавки-суперпластификатора в СПЦВС и СПЦВСН.	89
4.2. Исследование влияния добавок-суперпластификаторов на реологические свойства СПЦВС	94
4.3. Исследование влияния микронаполнителей на прочность и морозостойкость наполненного цементного камня ЦКН	96
4.3.1. Влияние микронаполнителей на прочность ЦКН	96
4.3.2. Влияние микронаполнителей на морозостойкость ЦКН	103
4.4. Физико-химические исследования наполненного цементного камня .	105
4.4.1. Исследование механизма влияния добавок-суперпластификаторов на СПЦВС с помощью оптической микроскопии	105
4.4.2. Электронномикроскопические исследования субмикроструктуры наполненного цементного камня	106
4.4.2.1. Идентификационные признаки составляющих наполненного цементного камня	109

	4
4.4.2.2. Электронно-микроскопические исследования субмикроструктуры цементного камня с кварцевым наполнителем (ЦКН)	112
4.4.3. Исследования фазового состава продуктов гидратации цементного камня с микронаполнителем	122
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 4	140
РАЗДЕЛ 5. РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВОВ СПЦВСН, УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ И УСИЛЕНИЯ ТОННЕЛЯ. .	142
5.1. Разработка способов определения составов СПЦВСН	142
5.1.1. Определение оптимального состава СПЦВСН	142
5.1.2. Определение состава СПЦВСН заданной прочности	144
5.1.3. Применение СПЦВСН в бетонах.	146
5.2. Усовершенствование технологии герметизации тоннеля с применением СПЦВСН	149
5.2.1. Усовершенствованная технология гидроизоляции, герметизации и усиления обводненных тоннелей в скальных грунтах	150
5.2.2. Оборудование и технологические схемы	152
5.2.3. Технология нагнетания СПЦВСН без остановки движения поездов	153
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 5	156
РАЗДЕЛ 6. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	158
6.1. Эксплуатационные испытания СПЦВС И СПЦВСН и усовершенствованной технологии герметизации и усиления тоннелей	158
6.2. Внедрение результатов исследований	164
ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 6	165
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	167
ЛИТЕРАТУРА	170
ПРИЛОЖЕНИЯ	186

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

СП – суперпластификатор;

ЦВС – цементно-водная смесь;

ЦВСН – цементно-водная смесь с микронаполнителем;

СПЦВС - суперпластифицированная цементно-водная суспензия

СПЦВСН – суперпластифицированная цементно-водная суспензия с микронаполнителем;

ЦК – цементный камень;

ЦКН - наполненный цементный камень;

Н – микронаполнитель;

СЭ – структурообразующие элементы;

ПЭ – полиэлектролит;

ЭГК – электрогетерогенный контакт;

ПОИ – потенциалопределяющий ион;

КГ – кристаллогидрат;

Г – гель;

РК – расплыв конуса;

П – портландит;

ГСК – гидросиликат кальция;

ТГ – тоберморитовый гель;

Э – этtringит;

ГАК – гидроалюминат кальция;

ГМСАК - гидромонульфалюминат кальция;

ГГАК – гексагональный гидроалюминат кальция;

ГКАК – гидрокарбоалюминат кальция.

ВВЕДЕНИЕ

Одними из наиболее ответственных, дорогостоящих как по стоимости строительства, так и по стоимости эксплуатации, являются тоннельные переходы. Из-за их большой стоимости расчетный экономически целесообразный срок их эксплуатации достаточно велик – 300-400 лет. Самые старые из железнодорожных тоннелей Украины, имеющие каменную обделку, эксплуатируются около 120 лет. Возраст тоннелей с бетонной и железобетонной обделкой намного меньший. Во время эксплуатации обделка подвергается разрушающему действию климатических, гидрогеологических и эксплуатационных факторов. В результате многие из эксплуатируемых тоннелей находятся в сильно поврежденном разгерметизированном состоянии, их несущая способность сильно снизилась.

В последние годы их состояние ещё более ухудшилось из-за отсутствия достаточных денежных средств на дорогостоящие капитальные ремонты и реконструкцию. Наиболее интенсивно разрушаются обводненные тоннели [25, 50, 116].

Общее количество тоннелей на железных дорогах Украины составляет 44 (в т. ч. 4 путепровода тоннельного типа). Большая часть из них находятся на Львовской железной дороге – 30 (3 законсервированы). Почти все тоннели сильно обводнены, их обделка повреждена. Один из этих тоннелей, расположенный на участке Бескид – Скотарское (Бескидский тоннель), - наиболее длинный в Украине (1747 м), однопутный, обеспечивает сообщение со странами восточной Европы. Он построен в 1880 г, был взорван в войну в шести местах. При электрификации в нем был разобран и не восстановлен обратный свод. В результате он стал сильно обводненным. Растворные швы в каменной кладке и бетонная часть стен (вместо разрушенной каменной) сильно выщелочены, подвергнуты морозному разрушению, фильтруют воду. За обделкой тоннеля образовались пустоты. Состояние тоннеля стало аварийным, требующим безотлагательного капитального ремонта с герметизацией и усилением [25, 157].

Проведение ремонтных работ в этом тоннеле крайне осложнены тем, что он является единственным однопутным на данном направлении, что требует его закрытия на период капитального ремонта и пропуска поездов по обходной второ-

степенной линии. Однако многие мосты и тоннели на второстепенной линии находятся также в неудовлетворительном состоянии, требующем предварительного капитального ремонта. В связи с этим ремонт Бескидского тоннеля в «окна» традиционными индустриальными методами приведет к большим денежным затратам.

В отличие от традиционных методов, в УкрГАЗТ была разработана принципиально новая концепция текущего содержания и ремонта тоннелей, базирующаяся на применении новых материалов и методов ремонта. Данная концепция заключается в создании несущей оболочки вокруг обделки путем уплотнения и упрочнения обделки и пород окружающего горного массива на глубину, исключая промерзание обводненных слоев, и с замоноличиванием пустот между ними за счет нагнетания в заобделочное пространство суперпластифицированной цементно-водной суспензии (СПЦВС), имеющей высокую проникающую способность, а также плотность и прочность цементного камня из неё [156].

Наличие грунтовых вод в заобделочном пространстве приводит не только к вымыванию материалов обделки тоннеля с образованием активных течей, но и к растворению и вымыванию цементных материалов в трещинах и разрушению ослабленных участков горного массива, окружающего тоннель. Это приводит к возникновению значительных полостей в заобделочном пространстве, трещин в обделке, что в свою очередь приводит к «точечной» передаче нагрузки от окружающего горного массива и ударной нагрузке в случае вывалов в заобделочном пространстве. Наиболее слабыми, подверженными выщелачиванию местами в конструкции тоннеля являются стыки и деформационные швы.

Таким образом, для обеспечения долговечности разрушающихся обводнённых тоннелей необходимы надежная изоляция от проникания воды внутрь сооружения через швы, стыки и трещины в самой конструкции, а также герметизация и упрочнение окружающих горных пород с заполнением пустот и трещин в них.

Для этого высокоэффективным может быть нагнетание за обделку материалов, имеющих высокую проникающую способность, превращающихся после нагнетания в высокопрочный трещиностойкий водонепроницаемый камень.

Обычно для нагнетания за обделку тоннеля применяются цементные, цементно-песчаные, глиноцементные, смешанные глиноцементно-песчаные и цементно-силикатные растворы. Применение этих материалов для обводненных железнодорожных тоннелей является малоэффективным из-за их низких прочности, проникающей способности и недолговечности [157]. Несовершенство этих составов связано со следующими факторами:

- высокое водоцементное отношение В/Ц (от 0,8 до 10), что приводит к низкой прочности и высокой неоднородности по прочности цементного камня;
- неоптимальное количество и несовершенство добавок (при введении их в нагнетаемые растворы);
- недостаточная трещиностойкость камня из этих составов в сухих условиях.

Для заполнения заобделочных пустот путем нагнетания обычно используют подвижные цементно-песчаные растворы. Однако такие растворы не могут обеспечить полную герметизацию из-за их невысокой проникающей способности в тонкие трещины. Для заполнения таких трещин применяют нагнетание цементно-водных суспензий (ЦВС) с очень высоким В/Ц. Полагают, что в процессе нагнетания избыточная вода из таких суспензий отфильтровывается и остаточное В/Ц снижается до 0,32-0,35 [74]. Однако при нагнетании эти составы из-за расслоения становятся неоднородными. Они имеют низкую адгезию к стенкам трещин, не обеспечивают полную водонепроницаемость заобделочных пород, не обеспечивают требуемую гидроизоляцию обделки. Для устранения этих недостатков в составы вводят различные добавки - глину, жидкое стекло, водорастворимые полимеры - карбамидную смолу, карбоксиметилцеллюлозу и др. Однако они также недостаточно эффективны. Нагнетание чистых полимеров, также рекомендуемое нормативными документами по содержанию тоннелей, экономически нецелесообразно.

Наиболее эффективным для герметизации и усиления обводненных тоннелей в скальных породах является применение суперпластифицированной цементно-водной суспензии СПЦВС, в разработке и внедрении которой участвовал автор настоящей диссертации [25, 116, 128, 135, 157].

Суперпластифицирующие добавки снижают количество воды, повышают прочность материала и подвижность смеси, что широко используется в технологии бетона и железобетона. Однако, при использовании СПЦВС в сухих условиях, как показали наши лабораторные исследования, возможно возникновение трещин из-за усадочных процессов в затвердевшем цементном камне, что может привести к снижению герметизирующих свойств и морозостойкости и, следовательно, сужает сферу применения СПЦВС.

Для снижения усадки цементного камня из СПЦВС, а также для уменьшения стоимости СПЦВС, что важно при заполнении больших полостей в заобделочном пространстве, нами предложено использовать в составе СПЦВС минеральные наполнители. Однако зерновой состав обычно применяемых наполнителей значительно крупнее зернового состава цемента. Это приводит к уменьшению степени заполнения мелких трещин, что не позволяет достаточно уплотнить и укрепить горный массив.

На основе выполненного аналитического обзора и предварительных исследований в диссертации показано, что этот отрицательный эффект исключается при использовании минеральных тонкодисперсных (пылеватых) микронаполнителей. При этом микронаполнитель должен иметь зерновой состав, при котором наиболее крупные его частицы имеют размер меньший, чем размер основной фракции цемента. Данный микронаполнитель должен быть нерастворим в воде, иметь прочную кристаллическую структуру, быть стойким к агрессивным химическим воздействиям. Подобным требованиям удовлетворяет молотый пылеватый кварцевый песок (кварцевая пыль), со средним размером частиц 37 мкм (ГОСТ 9077-82), имеющийся в открытой продаже и помол которого в условиях цементных заводов не представляет технологической сложности. Возможно также применение керамзитовой пыли – отхода керамзитового производства.

Особенностью настоящей работы является проведение комплексных теоретических и экспериментальных исследований наполненных суперпластифицированных цементно-водных суспензий с микронаполнителями СПЦВСН с определени-

ем оптимального состава компонентов, а также проведение соответствующих исследований камня из СПЦВСН.

Актуальность. В связи с изложенным, тема диссертации, посвященная развитию теоретических основ применения неорганических микронаполнителей и разработке новых высокоэффективных составов наполненной суперпластифицированной цементно-водной суспензии СПЦВСН для герметизации, усиления и продления долговечности разрушающихся каменных, бетонных и железобетонных конструкций, является актуальной.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Диссертация выполнена на кафедре «Строительные материалы, конструкции и сооружения» Украинской государственной академии железнодорожного транспорта в соответствии с планами научно-исследовательских, в том числе госбюджетной («Розвиток теоретичних основ довговічності штучних споруд на залізничному транспорті», 1997-1999 гг., №ДР0197U003549), а также хоздоговорных работ по планам НИОКР Укрзалізничці.

Цель и задачи исследования. Целью исследований является разработка оптимальных составов суперпластифицированных цементно-водных суспензий с микронаполнителем СПЦВСН на основе представлений коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем и материалов для герметизации, усиления и повышения долговечности каменных, бетонных и железобетонных тоннелей и других сооружений.

Научная гипотеза получения СПЦВСН состоит в обеспечении её высокой проникающей способности и повышении водонепроницаемости, трещиностойкости и морозостойкости за счет создания оптимальной микроструктуры с помощью совместного введения добавки-суперпластификатора и микронаполнителя в оптимальных количествах $(СП)_{\text{опт}}$ и $(Н/Ц)_{\text{опт}}$.

Построение гипотезы строится на том, что частицы микронаполнителя, имеющие размер меньше размера частиц наиболее представленной фракции цемента, заполняют пустоты между ними, повышая плотность, прочность, водонепроницаемость искусственного камня из затвердевшей СПЦВСН. Молекулы суперпла-

стификатора, адсорбируясь на положительно заряженных участках цементных зерен, перезаряжают их на отрицательно заряженные, что вместе с отрицательно заряженными частицами наполнителя создает в системе избыток отрицательно заряженных поверхностей и за счет электростатического отталкивания снижает вязкость смеси при низких В/Ц и меньшем количестве суперпластификатора на единицу объема, чем в СПЦВС. Формирование прочности будет происходить за счет зародышеобразования и кристаллизации положительно заряженных продуктов гидратации цемента (вероятнее всего гидроксидов кальция) на отрицательно заряженных частицах наполнителя (как на подложках) и образования прочных электрогетерогенных контактов между ними. Применение суперпластификатора обеспечивает пептизацию частиц в цементном тесте, что приводит к разделению цементных зерен на фракции при нагнетании СПЦВСН и обеспечивает проникание наиболее мелких фракций цемента в более мелкие трещины в горных породах и конструкциях.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

— аналитический обзор существующих литературных данных о состоянии тоннелей в скальных и нескальных грунтах, эффективности материалов и технологий, применяемых при ремонте и эксплуатации тоннелей;

— анализ существующего опыта и теоретических представлений о применении микронаполнителей в цементных смесях и бетонах и их свойств;

— развитие теоретических представлений о механизмах влияния добавок-суперпластификаторов и микронаполнителей на свойства цементно-водных систем ЦВС, о структуре, прочности и вязкости СПЦВСН;

— проведение экспериментальных исследований с целью проверки теоретических представлений и разработки СПЦВСН;

— усовершенствование технологии герметизации и усиления разрушающихся тоннелей с помощью разработанной СПЦВСН;

— эксплуатационно-производственные испытания и внедрение СПЦВС и СПЦВСН при ремонте аварийно-опасных горных тоннелей и других сооружений.

Объект исследований – цементно-водные смеси и наполненные суперпластифицированные цементно-водные суспензии.

Предмет исследований – свойства, механизмы и физико-химические процессы и взаимодействия в цементно-водных смесях и наполненных суперпластифицированных цементно-водных суспензиях.

Методы исследований. Исследования реологических свойств СПЦВСН осуществлялись с использованием вискозиметра ВЗ-1. Исследование продуктов гидратации и структурообразования цементно-водных систем ЦВС и СПЦВСН – с помощью рентгенофазового, инфракрасного и дифференциально-термического методов. Микро- и субмикроструктура цементного камня изучались с помощью электронной микроскопии, а элементы надмолекулярного уровня – путем дополнительного увеличения с помощью сканера и ПЭВМ. Физико-механические свойства камня из ЦВС и СПЦВСН определялись стандартными и специально разработанными методами.

Научную новизну работы составляют:

1. Новые методики экспериментальных испытаний: - определения $\lambda_{\text{ОПТ}}^H$, размеров частиц цемента d^H и микронаполнителя d^H , оптимального водо-твердого отношения для микронаполнителя $(В/Н)_{\text{ОПТ}}$ и оптимального количества добавки-суперпластификатора $(СП)_{\text{ОПТ}}$.

2. Количественные представления о механизмах: - влияния добавок СП на вязкость СПЦВСН; - взаимодействия микронаполнителя (кварцевой пыли) и продуктов гидратации цемента; - формирования прочности и вязкости СПЦВСН. Разработаны соответствующие физико-математические модели.

3. Схемы объемных микроконтактов и электрогетерогенных контактов в СПЦВСН, понятия об оптимальной микроструктуре СПЦВСН с оптимальным количеством добавки-суперпластификатора $(СП)_{\text{ОПТ}}$, микронаполнителя $(Н/Ц)_{\text{ОПТ}}$ и оптимальными структурными характеристиками $(В/Ц)_{\text{ОПТ}}$ и $\lambda_{\text{ОПТ}}^H$.

4. Результаты комплексных физико-механических, реологических и физико-химических исследований продуктов гидратации, субмикроструктуры и свойств СПЦВСН.

5. Способы определения оптимального состава СПЦВСН (с кварцевой пылью) и состава с заданной прочностью.

Практическое значение полученных результатов:

1. Применение разработанной СПЦВСН при ремонтах аварийноопасных: обводненного тоннеля, разрушившегося фундамента опоры и пролетного строения моста, что обеспечит их надежную гидроизоляцию и несущую способность.

2. Разработанные методики позволяют рассчитывать оптимальные концентрации добавок-суперпластификаторов и микронаполнителей в СПЦВСН, что может быть широко использовано для создания бетонов с высокими трещиностойкостью, морозостойкостью и недеформируемостью, железобетонных конструкций с высокими трещиностойкостью, водонепроницаемостью и долговечностью.

3. Разработаны Рекомендации и Памятки для стран Международной организации сотрудничества железных дорог ОСЖД [120÷122] и нормативы для Укрзалізници [144] по восстановлению эксплуатационных свойств железнодорожных инженерных сооружений.

Внедрение. Результаты исследований внедрены:

- составы СПЦВС и технология герметизации включены в корректировку проекта капитального ремонта тоннеля на перегоне Явора-Турка, выполненного Львовским проектным институтом Львовтранспроект;

- разработана и передана Мостостроительному поезду МСП – 61 Львовской ж.д. отраслевая методика по приготовлению и нагнетанию СПЦВС за обделку тоннеля, проведено обучение соответствующего технического персонала;

- состав СПЦВС (а также СПЦВСН на опытном участке) используется как герметизирующий при капитальном ремонте тоннеля на перегоне Явора-Турка с 2003 г. по настоящее время, ремонте фундамента под опору железнодорожного моста через р. Северский Донец в районе ст. Занки Южной ж.д, в комплексе ремонтных работ преднапряженного железобетонного пролетного строения железнодорожного моста вблизи г. Сумы Южной ж.д.

Личный вклад соискателя. Автором лично разработаны: представления о взаимосвязи микроструктуры СПЦВСН с её свойствами, проанализированы ре-

зультаты физико-химического анализа СПЦВСН, сделаны выводы о преимущественном росте гидроокиси кальция на поверхности кварцевого наполнителя, выполнены физико-механические, климатические и фильтрационные исследования СПЦВСН с анализом и обработкой их результатов, разработан способ определения оптимального соотношения между количеством наполнителя и цемента в составе СПЦВС.

В соавторстве выполнены теоретические и экспериментальные исследования, связанные с разработкой новых способов определения состава СПЦВС, физико-механические и физико-химические исследования, исследования состояния разрушающегося тоннеля на перегоне Явора-Турка, внедрение результатов исследований.

Участие автора в совместных публикациях отражено в перечне опубликованных работ.

Апробация результатов диссертации. Основные материалы и результаты научных исследований диссертационной работы докладывались на:

1. Совещании экспертов V комиссии ОСЖД по тематике «Земляное полотно, искусственные сооружения». – Украина, Львов, 5-9 октября 1998 г.
2. Совещании экспертов V комиссии ОСЖД по тематике «Земляное полотно, искусственные сооружения». – Варна, Болгария, 28-30 сентября 1999 г.
3. Украинском межотраслевом научно-практическом семинаре «Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення», – Киев, 22-24 июня 2000 г.
4. Научно-технической конференции «Математические модели процессов в строительстве», Научно-техническая конференция (железобетонные конструкции и материалы). – Луганск, 9-11 июня 2004 г.
5. VIII научно-технической конференции «Actualne problemy naukovobadawcze bodownictva», Ольштин, Польша, 2006 г.
6. 62÷66 научно-технических конференциях кафедр УкрГАЗТ и специалистов железнодорожного транспорта в 2000÷2006 гг.

Достоверность результатов исследований обеспечена:

- использованием фундаментальных положений коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем в теоретических исследованиях;
- применением статистических методов обработки результатов экспериментов при оценке фракционного состава цемента, микронаполнителя, продуктов гидратации СПЦВСН и размеров частиц микронаполнителя;
- применением комплекса современных физико-механических, реологических и физико-химических методов исследований, подтвердивших новые теоретические представления о свойствах и процессах в СПЦВСН;
- подтверждением результатов исследований производственно-эксплуатационными испытаниями.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 8 в изданиях, рекомендованных ВАК Украины.

Автор выражает благодарность инженерам Скрипнику В.Г, Лютому В. А., кандидатам технических наук, доцентам Калинин О.А., Мирошниченко С.В., Плугину Д.А., Коршикову Л.А., доктору технических наук, профессору Плугину А.А. и аспирантке Борзяк О.С. за оказание помощи при выполнении экспериментальных исследований и внедрении разработок, кандидату технических наук Холодному А.Г. и доктору технических наук, профессору Ольгинскому А.Г. – за консультации и помощь в проведении физико-химических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. - М.: Мир, 1979. – 568 с.
2. А.с. № 1561661. Способ определения водопроницаемости бетона / А.Н.Плугин, Т.Г.Сацук, А.И.Бирюков, Н.В.Вдовенко и др. – Заявл. 10.02.88. – Оpubл. 20.11.90.
3. А.с. 94042090 СССР. Способ определения водонепроницаемости бетона и изделий / Плугин А.Н., Прокопова И.Г., Косинов Д.Н. – Заявл. 15.04.94. – Оpubл. 25.12.98. Бюл. № 6.
4. Ахвердов И.Н., Мартинович С.И., Полейко Н.Л. О механизме воздействия суперпластификаторов на систему цемент вода // Техника, технология, организация и экономика строительства. – Минск: «Вышэйшая школа» – 1987. – Вып. 13 – С.3-5.
5. Ахмедов Ш.А. Укрепление гравийных материалов золой уноса для устройства дорожных одежд в условиях сухого и жаркого климата. Дисс. канд. техн. наук. Харьков, 2986. – 136 с.
6. Бабушкин В.И. Защита строительных конструкций от коррозии., старения и износа. Харьков: Изд-во при ХГУ Выща школа, 1989. – 168 с.
7. Бабушкин В.И., Костюк Т.А., Кондращенко Е.В. Роль коллоидно-химических явлений в процессах формирования структурной и конечной прочности цементно-песчаных прессованных изделий / Сб. трудов по технической химии . – Киев, УХО, 1997. - С. 264-267.
8. Баженов Ю.М. Современная технология бетона // Технологии бетонов – 2005 – №1 С. 6-8.
9. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий. – М.: Стройиздат, 1984. – 672 с.
10. Батраков В.Г., Тюрина Т.Е., Фаликман В.Р. Адсорбция и пластифицирующий эффект суперпластификатора С-3 в зависимости от состава цемента / Бетоны с эффективными модифицирующими добавками. Сб. науч. трудов. – М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1985. – С. 9-14.
11. Бетон с кварцевым наполнителем / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.В. Абакумов, О.В. Кононова // Известия ВУЗов. Строительство. 1992. №1. – С. 49-52.
12. Бирюков А.И., Плугин Арк.Н. Интенсификация процессов твердения цементных вяжущих и бетонов. – Харьков: Харьк. межвуз. полигр. предпр. – 66 с.
13. Болдырев А.И. ИК- спектры минералов.- М.: Недра, 1976. - 199 с.
14. Бродский Ю.А. и др. Установки по производству сухих строительных смесей для предприятий малой и средней мощности // Строительные материалы. – 2001 №2 - С. 18.
15. Будников П.П., Колбасов В.М. Пантелеев А.С. О гидратации алюмосодержащих минералов портландцемента в присутствии карбонатных наполнителей. - Цемент, 1961, 1. – С. 5.

16. Бутт Ю.М., Тимашев В.В., Осокин А.П. Механизм процессов образования клинкера и модифицирования его структуры (основной доклад) // Шестой международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат, 1976. - Т. I. - С. 132-153.
17. Бычков С.А. Исследование степени наполнения цементного камня микронаполнителем // Вісник академії – Дніпропетровськ: Прідніпр.ДАБА – 1999. №10 - С. 18-24
18. Бычков С.А. Исследование влияния наполнителя на сроки схватывания цементного теста // сб. науч. трудов «Строительство. Материаловедение. Машиностроение.» – Днепропетровск: ДГТУЖТ 1998, Вып.5, часть 2 – С. 39-41.
19. Валетт Ж.-Л. Компенсационное нагнетание: технология в реальном времени // Метро и тоннели. - №4.- 2002. - С.16-19.
20. Власов В.К. Механизм повышения прочности бетона при введении микронаполнителя // Бетон и железобетон – 1988 №10. – С. 9-11
21. Возненко С.И. Герметизирующие композиции на основе цемента и КУС для обводнённых тоннелей // Дисс. канд. техн. наук – Х.: ХарГАЖТ, – 1999. – 172 с.
22. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М: Стройиздат, 1986. – 464 с.
23. Вплив електроповерхневих потенціалів мінералів портландцементу на його взаємодію з суперпластифікаторами / Пługін А.М., Шумик Д.В., Пługін А.А., Пługін Арт.М. // Зб.наук. праць.- Харків: ХарДАЗТ, 2000.- Вип.44.- С. 74- 79.
24. Герасимчук В.Л., Глуховский В.Д., Румына Г.В. Структура шлакощелочного вяжущего на контакте с заполнителями различного минералогического состава // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. 1988. №2 - С. 66-70
25. Гидроизоляция обводненных тоннелей / А.Н.Плугин, Арт.Н.Плугин, С.В. Мирошниченко,...А.В.Никитинский и др. // Сучасні проблеми проектування будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення. Зб. наук. праць. - Київ: УТУ, 2000. – №59. – С.182-186.
26. Гидратация C_3A и некоторые свойства мономинерального камня с суперпластификатором / Фаликман В.Р., Вовк А.И., Вовк Г.А., Гарашин В.Р. // Физико-химические методы исследований бетонов. – М: НИИЖБ, 1988. – С.43-50.
27. Гидросиликаты кальция / В.В. Илюхин, В.А. Кузнецов, А.Н. Лобачев, В.С. Бакшуттов. – М.: Наука, 1979. 184 с.
28. Горяйнов К.Э., Счастный А.Н., Зеленая С.И. Исследование структурной неоднородности продуктов гидратации цемента // Шестой международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат. 1976. Т. 2, кн. 2. - С. 184 - 189.
29. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ.- М.: Высшая школа, - 1981. - 335 с.
30. Горшков В.С. Термография строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1968 . – 238 с.
31. Гидроалюминаты кальция и родственные соединения / Р.Туриччиани. – В кн. Химия цемента / Под ред. Х.Ф.У.Тейлора. М.: Стройиздат, 1969. – С.167-213.

32. Гусев Б.В., Сулковский И.А. и др. Прочность бетона на вяжущем с микронаполнителем // Маскан. – 1993. № 5/6. – С. 35-37.
33. Довнар Н.И. К вопросу утилизации отходов стекла для получения эффективных строительных материалов // Ресурсосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций. Тезисы докладов. – Белгород: БТИСМ, 1993. Часть 1. – С. 132.
34. Дворкин Л.И., Пашков И.А. Строительные материалы из отходов промышленности. К.: Выща школа, 1989. – 208 с.
35. Денисов Г.А. Техногенные отходы – сырьевая база вяжущих материалов и бетонов // Технологии бетонов – 2005, №1 – С. 43-45.
36. Дерягин Б.В. Теория гетерокоагуляции, взаимодействия и слипания разнородных частиц в растворах электролитов. - Коллоид, журн., 1964, 16, № 6, - С. 425.
37. Дерягин Б.В., Ландау Л.Д. Теория устойчивости сильно заряженных лиофобных золь и слипания сильно заряженных частиц в растворах электролитов. – Журнал эксперимент. и теоретич. Физики, 1945, т. 15 Вып. 11. – С. 663-681.
38. Дистлер Г.И., Власов В.П., Герасимов Ю.М. Декорирование поверхности твердых тел. - М: Наука, 1976. – 111 с.
39. Дистлер Г.И. Электронная микроскопия поверхностных явлений: Сб./ Исследования в области поверхностных сил. – М: Наука, 1967. – С. 84-93.
40. Дистлер Г.И. Электрическая структура реальных поверхностей твердых тел и формирование граничных слоев с особыми свойствами, обеспечивающими передачу дальнего действия влияния твердых тел: Сб./ Поверхн.силы в тонких пленках. - М: Наука, 1972. – С. 245 – 261.
41. Дистлер Г.И., Кобзарева С.А. Дальнее действие поверхностных сил твердых тел. Сб. / 111 конференция по поверхностным силам. М: Наука, 1967. – 97с.
42. Долговечность конструкций и сооружений из бетона, эксплуатируемых в условиях обводненности / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.А.Калинин,... А.В. Никитинский и др. // Сучасні проблеми проектування будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення. Зб. наук. праць. – Київ:, 2006. – С 248-252.
43. Долгорев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов. Справочное пособие. – М.: Стройиздат – 1990. 456 с.
44. Долговременная ползучесть бетона и напряженно-деформированное состояние железобетонных изделий и конструкций / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, С.Н.Кудренко...А.В.Никитинский и др. // Зб.наук. праць.- Харків: ХарДАЗТ, 2004. – Вып. 63 – С. 5-47.
45. ДСТУ Б В.2.7-46-96. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови.
46. ДСТУ Б В.2.7-49-96 (ГОСТ 1006.2-95). Будівельні матеріали. Бетони. Прискорені методи визначення морозостійкості при багаторазовому заморожуванні і відтаванні.
47. Евстигнеева Ю.А. Эффективные материалы для изоляционных работ // Технологии бетонов – 2005, №1 – С. 23-25.

48. Экспериментальні дослідження проникної здатності тампонажних розчинів / А.М.Плугін, О.А.Калінін, Арт.М.Плугін, Д.В.Шумик, А.А.Плугін // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті: Зб.наук. праць.- Харків: ХарДАЗТ, 2000. - Вип.37. - С.3-13.
49. Естемесов З.А., Куртаев А.С., Естемесов М.З. Контактная зона мелкозернистого бетона на основе гранулированного шлака // Бетон и железобетон – 1998 №6 - С. 27-29.
50. Исследование состояния тоннелей и определение первоначальных признаков возникновения внутренних дефектов основания и свода тоннеля / Плугин А.Н., Койдан В.И., Возненко С.И., Калинин О.А., Плугин А.А. // Организация сотрудничества железных дорог (ОСЖД). Приложения к Протоколу совещания экспертов V комиссии по техническим вопросам по теме «Путь и инженерные сооружения», Алматы, Казахстан, 16-20 июня 1997. - Приложение 4. -14с.
51. Інструкція щодо виконання робіт з нагнітання розчинів за обробку тунелів (ЦП 0136). – Київ: Мінтранс України, 2006. – 108 с.
52. Камчатная С.Н. Долговременная ползучесть и бетоны с низкой деформативностью. Дисс. канд. техн. наук. - 05.23.05. - Харьков: УкрГАЖТ, 2005. - 245 с.
53. Карапузов Е.К. Сухие строительные смеси – новое направление в строительстве // Будівництво і Стандартизація. – 2002. №1. - С.2-4.
54. Карпенко И.С. Поризованный шлакопемзолбетон для ограждающих конструкций. Дисс. канд. техн. наук. Харьков, 1988. – 158 с.
55. Киреенко И.А. Расчет состава высокопрочных и обычных бетонов и растворов на стандартных и мелких песках. - К.: Госстройиздат УССР, 1961. - 80 с.
56. Киселёв В.Ф., Крылов О.В. Адсорбционные процессы на поверхности полупроводников и диэлектриков. – М.: Наука, 1978, - 256 с.
57. Коллоидно-химические основы прочности, разрушения и долговечности железобетонных конструкций / А.Н.Плугин, О.А.Калинин, А.А.Плугин и др.// Матер.VI науч. шк. «Вибротехнология-96». - Одесса: Вотум, 1996. - Ч.3. - С.63-89
58. Комплексная переработка и использование металлургических шлаков. / В.С. Горшков, С.Е.Александров, С.И.Иващенко и др. – М: Стройиздат, 1985. – 322 с.
59. Коупленд Л.Э. Вербек Дж.Дж. Структура и свойства затвердевшего цементного теста // Шестой международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат. 1976. Т. 2, кн. 1. - С. 258 - 274.
60. Краткий справочник физико-химических величин // Барон Н.М. и др. — Л.: Химия, 1983. - 232 с.
61. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., Кочевих М.О. Заповнювачі для бетону. – К.:ФАДА ЛТД, 2004. – 399 с.
62. Кристаллизация гидратных новообразований цементного камня на кварцевой подложке / Ю.М.Бутт, В.В.Тимашев, Ю.И.Бенштейн и др.. – Тр. МХТИ им. Менделеева. – М: Силикаты, вып 68, 1971. – С. 243-247.

63. Кройчук Л.А. Опыт изготовления и использования сухих растворных смесей за рубежом // Строительные материалы. – 2000 №9. - С. 16-17.
64. Кудяков А.И., Некрасов А.В. Основные принципы подбора состава цементно-зольных мелкозернистых смесей по межзерновой пустотности песка // Известия ВУЗов. Строительство. 1992. №4. - С.53-56.
65. Курдовский В. Влияние малых примесей на прочность портландцемента // Шестой международный конгресс по химии цемента. М.; Стройиздат. 1976. Т. 1. -С. 203 - 207.
66. Ларионова З.М., Виноградов Б.Н. Петрография цементов и бетонов. М.: Стройиздат, 1974. - 347 с.
67. Ларионова З.М., Никитина Л.В., Гарашин В.Р. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного состава и бетона. – М.: Стройиздат, 1977. – 264 с.
68. Ларионова З.М.. Устойчивость этtringита в цементных системах // Шестой международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат, 1976. – Т. II. – кн. 1. - С. 168 - 170.
69. Лах В., Буреш Я. Фазовый состав и микроструктура цементного теста, гидратированного при повышенных температурах // Шестой международный конгресс по химии цемента. М.; Стройиздат. 1976. Т. 2, кн. 2. - С.129-135.
70. Леманн Г., Датц Г. Исследование гидратации клинкерных минералов и цементов при помощи ИКС //Тр. IV Междунар. конгр. по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1964. – С. 383-388.
71. Леонидов А.И. Об использовании прогрессивных технологий и оборудования в освоении подземного пространства // Технологии бетонов – 2005 – №1 - С. 46-49.
72. Лифанов И.С, Шерстюков Н.Г. Метрология, средства и методы контроля качества в строительстве. М: Стройиздат,1979. - 224 с.
73. Матвеев А.Ф., Литвин А.Я., Иванова В.В., Сычева Е.А. Исследование возможности утилизации пыли электрофильтров вращающихся печей при производстве цемента // Физико-химические проблемы материаловедения новые технологии. Тезисы докладов. – Белгород: БТИСМ, 1991. Часть 2. - С.48
74. Максимов А.П., Евтушенко В.В. Тампонаж горных пород.- М.: Недра, 1978.- 180 с.
75. Малинин А.Г. Укрепление фундаментов здания при проходке метрополитена в Казани // Метро и тоннели. - №4. - 2002. - С.14-15.
76. Методика визначення оптимального складу суперпластифікованої цементно-водяної суспензії СПЦВС для нагнітання за тунельну обробку / А.М.Плугін, О.А.Калінін, А.А.Плугін, А.В.Никитинський. – Харків. – 2003.
77. Механизм влияния добавок-суперпластификаторов на прочность цементного камня из СПЦВС / А.Н. Плугин, Д.В. Шумик, А.А Плугин,...А.В. Никитинский // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2000. - Вип.10. - С.138-146.
78. Микроструктура и свойства цементного камня с тонкомолотыми пористыми наполнителями / В.И. Соломатов, Н.Д. Грдзелишвили, В.М. Казанский и др.//

- Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. 1991. №2. - С.35-41.
79. Молчанов Е.И. и др. Перепрофилирование бетоносмесительного узла в автоматизированный завод сухих смесей // Промышленное и гражданское строительство. – 1998 №11/12. - С.52-53.
 80. Мчедлов-Петросян, Ольгинский А.Г. Чернявский В.Л. Исследование гидратации цемента с высокодисперсным мономинеральным наполнителем. Журн. Прикл. Химии, 1969, т. 42, № 1. – С. 196-199.
 81. Мчедлов-Петросян О.П., Торозова М.Р., Баидошвили Э.Г., Бибилашвили Б.В. Исследование вулканических пород Грузии для получения цементов и местных вяжущих // Физико-химические проблемы материаловедения новые технологии. Тезисы докладов. – Белгород: БТИСМ, 1991. Часть 10. С. 19-20.
 82. Мчедлов-Петросян О.П., Ольгинский А.Г. Особенности минералообразования кристаллогидратов в присутствии мономинеральных тонкодисперсных наполнителей: Сб. Экспериментальное исследование минералообразования. – М.: Наука, 1971. – С. 262 – 268.
 83. Monosi S., Moriconi G., Collepardi M. Combined effect of lignosulfonate and carbonate on pure portland clinker compounds hydration. III. Hydration of tricalcium silicate alone and in the presence of tricalcium aluminate// Cement and concrete research. Vol. 12. 1982. p. 425-435.
 84. Никитинский А.В. Влияние микронаполнителей на фазовый состав, структуру и свойства цементного камня // Зб. наук. праць. - Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип. 77. - С. 71-82
 85. Нетеса Н.И., Пшинько А.Н., Бычков С.А. Повышение эффективности использования цемента введением рационального количества наполнителей //сб. науч. трудов «Строительство. Материаловеденье. Машиностроение. »—Днепропетровск: ДГТУЖТ 1998, Вып.5, часть 2. - С. 122-131.
 86. Нова технологія ремонту кам'яних опор з силовими тріщинами / А.М. Плуґін, С.В.Мірошніченко, О.А.Калінін,...А.В.Никитинський та ін. // Питання підвищення надійності залізничної колії та інженерних споруд: Зб. наук. праць .- Харків: ХарДАЗТ, 2001. - Вип.48. - С.4-10.
 87. О свойствах поверхности высокодисперсного кварца / Л.Г.Ганиченко, М.М. Егоров, В.Ф.Киселев и др., – ДАН СССР. - Т.131. - № 3. – 1960. – С. 597 – 599.
 88. О механизмах влияния тонкомолотых добавок на свойства цементного камня / Ф.Д.Овчаренко, В.И.Соломатов, В.М.Казанский и др. Докл. АН СССР, 1985. С . 169-170.
 89. Овчаренко Ф.Д. Гидрофильность глин и глинистых минералов. Киев: Изд-во АЕ Укр.ССР, 1961. – 291 с.
 90. Ольгинский А.Г. Оценка и регулирование структуры зоны контакта цементного камня с минералами заполнителя // Дисс. докт. техн. наук – Харьков: ХАДИ, 1994. - 397 с.
 91. Ольгинский А.Г. Исследование влияния минералов заполнителя на формирование структуры гидратируемых цементов. Дисс. Канд. техн. Наук. – Харьков, 1969. – 184 с.

92. Ольгинский А.Г. Влияние удельной поверхности мономинеральных наполнителей на структурообразование цементных микробетонов. Тр. ХИИТ. - М: Транспорт, 1969, вып. 109. – С. 45-50.
93. Ольгинский А.Г., Бершадский Ф.Г. Значение микрозаполнителя в формировании структуры и свойств бетона :Сб. Управляемое структурообразование в производстве строительных материалов. – Киев: Будивэльнык, 1969. – С. 76-80.
94. Ольгинский А.Г. Процессы гидратации портландцемента с минеральной пылью различного состава. Известия ВУЗов. Строит. И архитект., 1991, №12. - С. 50-53.
95. Определение состава бетона с минимальными ползучестью и водопроницаемостью / А.Н.Плугин, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, А.А. Плугин // Сб. научн. тр. - Белгород: БелГТАСМ, 2002. - Ч.2. - С.175-181.
96. Оптимизация состава бетона с дисперсными минеральными добавками / Высоцкий С.А., Бруссер М.И., Смирнов В.П., Царик А.М.. // Бетон и железобетон – 1990 №2. - С. 7-9
97. Основания и фундаменты: Справочник строителя / М.И.Смородинов, Б.С. Федоров, Б.А.Ржаницын и др.; Под ред.М.И.Смородинова.- 3-е изд., перераб.и доп. - М.: Стройиздат, 1983. - 367 с.
98. Основания, фундаменты и подземные сооружения: Справочник проектировщика / М.И.Горбунов-Посадов, В.А.Ильичев, В.И.Крутов и др.; Под ред.Е.И.Сорочана и Ю.Г.Трофименкова. - М.: Стройиздат, 1985. - 480 с.
99. Отходы химической промышленности в производстве строительных материалов / Л.И.Дворкин, В.Л.Шестаков, И.А.Пашков и др.. – К.: Будивэльнык, 1986. – 128 с.
100. Прикладная инфракрасная спектроскопия / Под ред.. Д.Кендалла. – М.: Мир, 1970. – 376 с.
101. Плугин А.Н. Электрогетерогенные взаимодействия при твердении цементных вяжущих. // Дисс. доктора химических наук – К.: ИК ХХВ, 1989. – 394с.
102. Плугин А.А. Долговечность бетона и железобетона в обводненных сооружениях. Коллоидно-химические основы. // Дисс. докт. технич. наук. –Харьков: УкрГАЖТ, 2005. - 412с.
103. Плугін А.А., Плугін А.М., Кудренко С.М., Плугін Д.А. Понаднормативна довгочасна повзучість бетону в залізобетонній конструкції місткісної споруди // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті: Зб.наук. праць. - Харків: ХарДАЗТ, 1999. - Вип.37. - С. 32-44.
104. Плугін А.А., Трикоз Л.В. Відновлення експлуатаційних властивостей основ, фундаментів, заглиблених і підземних споруд: Навчальний посібник. - Харків: УкрДАЗТ, 2004. - 102 с.
105. Плугин А.Н., Грушко О.И. О механизме действия суперпластификаторов // Интенсификация производства сборного железобетона: Межвуз. сборн. научн. тр. – Харьков: ХИИТ, 1986. – С.21-27.

106. Плугин А.Н., Плугин А.А., Калинин О.А. Коллоидно-химические основы прочности, разрушения и долговечности бетона и железобетонных конструкций // Цемент. - 1997. - №2. - С.28-32.
107. Плугин А.Н., Плугин А.А. Природа коагуляционных контактов и их роль в обеспечении прочности и водостойкости вяжущих и композиционных материалов // Харьков: ХарГАЖТ, 1996. - Вып.26. - Т.1. - С.39-47.
108. Плуґін А.М., Плуґін Д.А., Мірошніченко С.В. та ін. Методика кількісної оцінки в'язкотекучих рідин за допомогою віскозиметрів типу ВЗ-4 // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті. Зб.наук.пр. - Харків: ХарДАЗТ, 1999. - Вип. 37. - С. 16-24.
109. Полищук В.П., Жуков Э.Н. Двадцатая станция Минского метрополитена // Метро и тоннели. - №4. - 2002. - С.28-31.
110. Полак А.Ф. Твердение мономинеральных вяжущих. М: Стройиздат, 1966. – 208 с.
111. Палатник Л.С. Папилов И.И. Ориентированная кристаллизация. М.: Металлургия, 1964. - 408 с.
112. Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве (к СНиП 3.02.01-83) / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова.- М.: Стройиздат, 1986. - 128 с.
113. Прадхан Набин Кази. Применение некоторых отходов промышленности Непала в производстве цементных бетонов. Дисс. канд.. техн. наук. Харьков, 1991. – 185 с.
114. Применение сухих растворных смесей в строительстве. М.: Стройиздат – 1974. - 39 с.
115. Проницаемость гидроизоляционных составов при нагнетании в трещины скальных пород / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, С.И.Возненко, Д.В.Шумик // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА , ХОТВ АБУ, 1999. - Вип.5. - С.31-37.
116. Разработка новых принципиальных решений в области ремонта железобетонных инженерных сооружений на основе эксплуатационных испытаний защитных составов с целью их удешевления при применении в условиях обводнения и действия агрессивных сред на инженерные сооружения / А.Н.Плугин, В.К.Бабенко, О.А.Калинин,... А.В.Никитинский // Организация сотрудничества железных дорог (ОСЖД). Протокол совещания экспертов V комиссии по техническим вопросам по теме «Земляное полотно и искусственные сооружения», Болгария, Варна, 28-30 сентября 1999. - Приложение 1. - 14 с.
117. Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуен Дж. Наука о бетоне. – М: Стройиздат, 1986. – 277 с.
118. Ребиндер П.А., Щукин Е.Д., Марголис Л.Я. О механической прочности пористых дисперсных тел // ДАН СССР. - 1964. - Т.154. - №3. - С.695-698.
119. Регми Говинда Прасад. Каменные материалы осыпей Непала для производства строительных материалов. Дисс. Канд.техн. наук. 1990. – 219с.
120. Р-773/4. Нормативные требования по содержанию обводненных тоннелей. Гидроизоляция обводненных тоннелей. - ОСЖД. - 1998. - 14 с.

121. Р -773/10. Обобщение результатов эксплуатационных испытаний ремонтных и защитных составов для обводненных искусственных сооружений. - ОСЖД. - 2004. - 8 с.
122. Рекомендации по ремонту каменных мостовых опор с силовыми трещинами / ОСЖД. - Пекин, 2001. - 12 с.
123. Ржаницын Б.А. Химическое закрепление грунтов в строительстве. - М.: Стройиздат, 1986. - 264 с.
124. Руководство по подбору составов тяжелого бетона / НИИЖБ. - М.: Стройиздат, 1979. - 103 с.
125. Савйовский В.В., Болотских О.Н. Ремонт и реконструкция гражданских зданий. - Харьков: Ватерпас, 1999. - 288 с.
126. Сканава Г.И. Физика диэлектриков (область слабых полей). - М.-Л.: Госиздат технико-теор. лит-ры, 1949. - 500 с.
127. Современные строительные сухие смеси в Украине / Г.Б. Гирштель, П.И. Белик, Н.С. Мудрик, С.В. Глазкова // Зб. наук. праць «Будівельні конструкції» - Київ: НДІБК – 1999 Вып. 50. - С. 325-327.
128. Содержание и ремонт инженерных сооружений, работающих в сложных условиях / А.Н.Плугин, О.А.Калинин, Д.В.Шумик, А.В.Никитинский и др. // Залізничний транспорт України. – 2001 - №2(23). - С.49-53.
129. Спичак Ю.Н. Опыт предварительного тампонажа и упрочнения обводненных зон тектонических нарушений: Обзор. - М.: ЦНИЭИуголь, 1988. - 49 с.
130. Спосіб визначення складу важкого бетону з мінеральним наповнювачем. / А. М.Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко,...А.В.Никитинський. - Патент UA 71122. - Опубл.15.06.2006. - Бюл.№6.
131. Спосіб визначення складу високоміцного, тріщиностійкого і водонепроникного бетону / А.М.Плугін, О.А.Калінін, С.В.Мірошніченко, ... А. В.Никитин-ський та ін. - Патент UA 62613. - Опубл.15.06.2005. - Бюл.№6.
132. Сцепление щебня из карбонатных пород с растворной составляющей бетона и оценка факторов, определяющих его прочность / М.Л.Нисевич, Н.С. Левкова, Л.П.Легкая и др. – Сб. трудов ВНИИЖТ // Неруд. стр. мат. – М.: 1971, вып. 18. – С. 24-29.
133. Срастание гидроокиси кальцит с кварцем и кальцитом / Ю.М.Бутт, В.В. Тимашов, Ю.И.Бенштейн и др. – Цемент, 1972, №5. – С. 13-14.
134. Структура и долговременные свойства бетона / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко // Строительные материалы и изделия. 2003. - №4(18). - С.17-22.
135. Суперпластифікована цементно-водяна суспензія СПЦВС для цементациі гірських порід і будівельних конструкцій / А.М.Плугін, Арт.М.Плугін, О.А. Калінін, ... А.В.Никитинський та ін. Деклар. патент №71208А. Україна. - Опубл.15.11.2004. - Бюл.№11.
136. Суперпластификаторы в бетоне: Обзорно – аналитическая справка / - М.: ВНИИНТПИ Госстроя СССР, 1989. – 27 с.
137. Сычев М.М. Некоторые вопросы химии межзерновой конденсации при твердении цементов // Цемент. - 1982. - № 9. – С. 10-12.
138. Сычев М.М. Твердение вяжущих веществ. Л.: Стройиздат, 1974. - 80 с.

139. Collepardi M., Monosi S., Moriconi G., Pauri M. Combined effect of lignosulfonate and carbonate on pure portland clinker compounds hydration. V. Hydration of dicalcium silicate alone and in the presence of tricalcium aluminate // Cement and concrete research. – Vol. 14. – 1984. – p. 275-284.
140. Тампонаж обводненных горных пород: Справочное пособие / Э.Я.Кипко, Ю. А.Полозов, О.Ю.Лушникова и др.- М.: Недра, 1989.- 318 с.
141. Таширо Т., Кавагучи К. Влияние Cr_2O_3 на образование C-S-H (I), тоберморита и сходных фаз в гидротермальных условиях // Тр. VI Междунар. конгр. по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976. – Т. II, кн. 1. - С. 227-232.
142. Технология сухих строительных смесей на кварцсодержащих цементах с химическими добавками / А. Усов, Л. Попов, Б. Аликина //Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века - 2005 - №4
143. Технологические правила цементации кладки искусственных сооружений. М: Транспорт, 1989. - 38 с.
144. Технічні вказівки з ремонту обводнених тунелів неруйнуючим способом з мінімальною кількістю і тривалістю «вікон» / УкрДАЗТ / А.М.Плугін, О.А. Калінін,... А.А.Плугін та ін. - Харків, 2003.- 32 с.
145. ТУ У В.2.7 – 02494868-001-98 Суперпластификатор Дофен и его модификации. – Донецк: Донецкий Промстройиниипроект. – 1998. – 17 с.
146. The Mechanism of Water and Ionic Permeability of Concrete / A.N.Plugin, I.G. Prokopova, S.Wild, A.A.Plugin // Proc. of the 10th Intern. Congr. of the Chemistry of Cement.- Goteborg: Inform Trycket, 1997. - V.4. - 4iv075. - 8pp.
147. Управление свойствами цементных смесей природой наполнителя / П.Г. Комохов, Л.Б. Сватовская, Н.Н. Шангина, А.П. Лейкин // Известия ВУЗов. Строительство. 1997. №9. - С. 51-54.
148. Физико-математические модели долговременной ползучести и безнапорной водопроницаемости цементного камня и бетона / А.Н.Плугин, А.А.Плугин, О. А.Калинин,...А.В.Никитинский и др. // Зб.наук.праць. Серія «Технічні науки». - Луганськ: ЛНАУ, 2004. - №40(52). - С.145-154.
149. Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии. Учеб. для вузов.—2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Химия, 1984. — 368 с.
150. Хант Ч.М. Инфракрасные спектры поглощения некоторых соединений системы $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$: Тр. IV Международного конгресса по химии цемента. М: Стройиздат, 1964. – С. 249.
151. Холодный А.Г. Исследование особенностей структурообразования при твердении портландцемента, рядового и быстротвердеющего шлакопортландцемента с применением электронно-микроскопического метода. Дисс. канд. тех. наук. – 1969. - 157 с.
152. Цементные бетоны с минеральными наполнителями / Л.И.Дворкин, В.И. Соломатов, В.Н.Выровой, С.М.Чудновский. - К.: Будивэльнык, 1991. - 137 с.
153. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов, - М.: Стройиздат, 1979. - 344 с.
154. Шпынова Л.Г. Формирование и генезис микроструктуры цементного камня. Львов: Выща школа, 1975. – 160 с.

155. Шпынова Л.Г., Чих В.И. и др. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня. – Львов: Вища школа, 1981. – 160 с.
156. Шумик Д.В. Суперпластифицированная цементно-водная композиция для ремонта горных тоннелей: Дисс. канд. техн. наук.- 05.23.05.- Харьков: УкрГАЖТ, 2001. - 231 с.
157. Экспериментально-ремонтные работы, связанные с испытанием новых тампонажных растворов для обеспечения водонепроницаемости конструкций существующего тоннеля на перегоне Бескид-Скотарское Львовской железной дороги: Отчет о НИР / А.Н.Плугин, О.А.Калинин, С.В.Мирошниченко, ... А.В. Никитинский и др. - Харьков: УкрГАЖТ, 2000.
158. Экспериментальная проверка физико-химической теории прочности цементного камня / Плугин А.Н., Шумик Д.В., Калинин О.А., Плугин А.А. // Науковий вісник будівництва. - Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1999. - Вип.5. - С. 138-140.
159. Юдович Б.Э., Папиашвили У.И., Дмитриева В.А. Электронная микрофотография портландцементного клинкера // Шестой международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат. 1976. - Т.1. - С. 269-276.
160. Ямагучи Г., Такаги Ш. Современные методы исследования механизма образования и фазового состав аклинкера // Шестой международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат. 1976. - Т.1. - С. 231-251.
161. Ямбор Я. Структура фазового состава и прочность цементных камней // Шестой международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат, 1976. – Т. II. – кн. 1. - С. 315 - 321.