

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Бражник Анна Владимировна



УДК 666.972.53:666.972.16

МОНОЛИТНЫЕ ДОРОЖНЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ БЕТОНЫ ВЫСОКОЙ
МОРОЗОСТОЙКОСТИ С ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ И
ФИБРОЙ

05.23.05 – Строительные материалы и изделия

диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:

ТОЛМАЧЕВ Сергей Николаевич

доктор технических наук, профессор

Харьков - 2015

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	5
ВВЕДЕНИЕ	6
РАЗДЕЛ 1 ОБЗОР СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ И МОРОЗОСОЛЕСТОЙКОСТИ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ.....	12
.....	12
1.1 Причины и виды разрушений дорожных бетонов.....	12
1.2 Современные способы повышения морозостойкости и морозосолеустойкости бетонов.....	16
1.2.1 Классификация химических и минеральных добавок, применяемых в цементных бетонах.....	17
1.2.2 Анализ применения химических добавок в дорожных цементных бетонах.....	22
1.2.3 Опыт применения микронаполнителей в тяжелых цементных бетонах.....	25
1.2.4 Влияние дисперсного армирования на свойства дорожных цементных бетонов.....	29
1.2.5 Повышение долговечности бетонов с помощью вторичной защиты бетона.....	32
Выводы по разделу 1.....	38
РАЗДЕЛ 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ МОРОЗОСОЛЕСТОЙКИХ БЕТОНОВ	40

2.1 Существующие теории морозного разрушения дорожных цементобетонов	40
2.2 Расчет величины осмотического давления	46
2.3 Влияние пористости, добавок и их комплексов на морозостойкость цементобетонов	49
Выводы по разделу 2	59
РАЗДЕЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАБОТЕ ИССЛЕДОВАНИЙ	61
3.1 Характеристика материалов, используемых в работе	61
3.2 Методы испытаний, которые использовались в исследованиях	69
3.3 Методы обработки экспериментальных данных	73
РАЗДЕЛ 4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЛИЯНИЮ ХИМИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И БЕТОНОВ	78
4.1 Влияние воздухововлечения на прочность, водопоглощение и морозостойкость бетонов	78
4.2 Морозостойкость бетонов в среде NaCl	81
4.3 Морозостойкость бетонов в антигололедных смесях	88
4.4 Влияние условий твердения бетона на его морозостойкость и эксплуатационные показатели	95
4.5 Влияние подвижности бетонной смеси на воздухосодержание и морозостойкость	97
4.6 Зависимость воздухововлечения бетонных смесей от вида и количества вводимых добавок	99
4.7 Исследование влияние органоминерального комплекса на технологические свойства бетонных смесей и эксплуатационные	108

показатели	
бетонов.....	
4.8 Дифференциально-термический анализ цементного камня с добавками.....	111
Выводы по разделу 4.....	116
РАЗДЕЛ 5 ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	119
5.1 Рекомендации по изготовлению бетонных смесей с оптимизированным воздухововлечением для получения бетонов высокой морозостойкости.....	
.....	119
5.2 Строительство опытных участков бетонных покрытий.....	121
5.3 Практическое применение результатов исследования.....	127
5.4 Расчет экономической эффективности.....	128
Выводы по разделу 5.....	132
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	133
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	136
ПРИЛОЖЕНИЯ	152

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

В/Ц - водоцементное отношение;

ПАВ – поверхностно-активные вещества;

НФ - суперпластификатор на основе сульфированных нафталинформальдегидных поликонденсатов;

МФ - суперпластификатор на основе сульфированных меламиноформальдегидных поликонденсатов;

ЛСТ - суперпластификатор на основе очищенных от сахаров лигносульфонатов;

П - суперпластификатор на основе поликарбоксилатов и полиакрилатов

СП – суперпластификатор;

ДСК - [дифференциально-сканирующая калориметрия](#);

МКН – микронаполнитель;

ВВ – воздухововлекающая добавка;

Ф – полипропиленовая фибра;

ВПП – взлетно-посадочная полоса.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одним из недостатков существующих дорожных цементобетонных покрытий и изделий является их быстрое разрушение в результате недостаточной морозостойкости бетона. На долговечность дорожных бетонов основное влияние оказывает нерациональное использование добавок, нарушения технологии приготовления, транспортирования и укладки бетонной смеси, усиление агрессивного действия современных противогололедных реагентов. Недостаточно учтено комплексное воздействие различных добавок на структуру дорожных бетонов. Существующие теоретические представления о характере морозного воздействия требуют уточнения. Современные технологии бетонов позволяют изменить свойства бетонных смесей и самих бетонов в широких пределах. Для этого используют комплексы химических добавок тонкоизмельченных наполнителей, фибру различного происхождения. Применение фибры, в частности полипропиленовой, приводит к снижению прочности бетона при сжатии до 25 %. Некоторые авторы отмечают, что такого не происходит. Известно, что традиционным путем повышения морозостойкости дорожных бетонов является применение воздухововлекающих добавок. Воздухововлекающие добавки обеспечивают необходимое содержание воздушных пор в бетоне на уровне 4 – 6 % требуемое для морозостойкости, но при этом существенно снижают прочность. Исследования различных авторов по влиянию органоминеральных комплексов на основные эксплуатационные показатели бетонов – прочность и морозостойкость – противоречивы: в одних случаях отмечено улучшение этих характеристик при введении микронаполнителя в комплексе с суперпластификатором, в других случаях показано, что морозостойкость не изменяется или ухудшается.

Поэтому актуальным является дальнейшее исследование влияния химических и минеральных добавок, а также изучение характера морозного

разрушения бетона в их присутствии и разработка технологии получения дорожных цементных бетонов с повышенной морозостойкостью, что обеспечит высокую долговечность дорожных бетонов.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Работа выполнена на кафедре технологии дорожно-строительных материалов Харьковского национального автомобильно-дорожного университета в составе госбюджетных тем плана НИР по заказу Государственного агентства автомобильных дорог Украины (Укравтодор) № ДР 0110U004478 «Розробити склади і технологію виготовлення дорожніх цементних бетонів з оптимізованим повітря-утягненням», № ДР 0110U003856 «Розробити рекомендації та технологічний регламент на виготовлення бетонних бортових каменів з морозостійкістю не менше F300», № ДР 0108U007434 «Розробити технологію використання поліпропіленової фібри при виготовленні монолітних і збірних цементобетонних конструкцій», и хозяйственной темы по заказу ПАО «Строительное управление № 813» № ДР 0109U008122 «Науково-технічний супровід при будівництві цементобетонних верхніх шарів аеродромного покриття аеропорту м. Харкова».

Цель исследования: разработать составы и технологию получения морозостойкого дорожного цементобетона содержащего органоминеральный комплекс и полипропиленовую фибру.

Задачи исследования:

1. На основе анализа литературных источников исследовать причины морозного разрушения дорожных бетонов и оценить факторы, влияющие на морозо- и морозосолеустойкость бетонов.

2. Изучить и развить существующие теоретические представления о механизме морозосолевого разрушения и повышении морозостойкости дорожных бетонов.

3. Исследовать влияние воздухововлекающих добавок и их комплексов с карбоксилатными суперпластификаторами на физико-механические свойства бетона.

4. Изучить влияние органоминерального комплекса, воздухововлекающих добавок и полипропиленовой фибры на структуру бетона и его физико-механические свойства.

5. Провести физико-химические исследования структуры бетона на разных уровнях с комплексами химических и минеральных добавок и полипропиленовой фиброй.

6. Разработать рекомендации по изготовлению бетонных смесей с оптимизированным воздухововлечением и провести промышленную проверку результатов исследования.

Объект исследования – дорожные цементобетоны с химическими, минеральными добавками и полипропиленовой фиброй.

Предмет исследования – закономерности изменения технологических свойств бетонных смесей и эксплуатационных свойств дорожных бетонов с органоминеральным комплексом и фиброй.

Методы исследования. Основные экспериментальные исследования выполнены с помощью стандартных методов определения технологических свойств бетонной смеси, физико-механических и эксплуатационных показателей бетона. Исследование структуры и фазового состава цементного бетона проводили с помощью оптической микроскопии и дифференциально-термического анализа. Для изучения порового пространства бетона применяли методику льдообразования в бетонах, основанную на методе ДСК А.В. Ушерова-Маршака.

Научная новизна работы:

1. Развита теоретическая модель разрушения дорожных бетонов в различных жидких агрессивных средах, который заключается в совместном воздействии на структуру бетона

гидравлического давления воды, а также давления кристаллизующегося льда, солей и новообразований, состоящих из продуктов реакции алюминатных фаз и солей.

2. Проведен расчет осмотического давления и определены критические концентрации хлористой соли для разных температур, усиливающие морозное разрушение дорожных бетонов.

3. Предложен механизм формирования поровой структуры бетона с органоминеральным комплексом и фиброй, который заключается в диспергировании крупных пузырьков воздуха, вовлекаемых в смесь при перемешивании фиброй и микронаполнителем, и образовании микропористости, что является причиной меньшего снижения прочности бетона по сравнению с применением воздухововлекающей добавки при одинаковом воздухосодержании.

4. Исследовано влияние органоминеральных комплексов на воздухововлечение в бетонную смесь, сохранность ее свойств во времени в зависимости от подвижности и присутствия воздухововлекающих добавок и полипропиленовой фибры.

5. Изучено влияние органоминеральных комплексов индивидуально и совместно с воздухововлекающей добавкой и полипропиленовой фиброй на морозостойкость и физико-механические свойства бетонов.

Практическое значение полученных результатов. Предложены составы дорожного бетона с комплексом добавок, а также рекомендации по изготовлению бетонных смесей с оптимизированным воздухововлечением для бетонов высокой морозостойкости. По результатам исследований было проведено опытно-промышленное внедрение при строительстве взлетно-посадочной полосы и перрона в аэропорту г. Харькова. Расчетная экономическая эффективность внедрения составила 18 тыс. 760 грн. и увеличение срока службы покрытия в 1,33 раза. При непосредственном участии автора разработаны нормативные документы: Р В.2.7-218-02071168-788:2011 «Рекомендації по технології виготовлення цементобетонних

сумішей з оптимізованим повітроутягуванням для бетонів з маркою по морозостійкості не менш F200»; ТР 02071168/31911658-412:2012 «Технологічний регламент на виготовлення каменів бетонних бортових з морозостійкістю не менш F300»; ТР 218-02071168-403:2009 «Технологічний регламент на виготовлення бетонних сумішей з поліпропіленою фіброю і виробів на їх основі».

Личный вклад соискателя. Обзор литературы по теме исследований, обобщение данных о причинах морозного разрушения дорожных бетонов, экспериментальные исследования и анализ их результатов. Разработка гипотезы и новых научных положений выполнены совместно с научным руководителем. Внедрение результатов исследований выполнено совместно с соавторами публикаций. Участие автора в публикациях отражено в списке опубликованных работ.

Апробация результатов диссертации. Основные положения и результаты диссертационной работы были изложены на: 74-й науково-технічній та науково-методичній конференції, присвяченої 80-річчю ХНАДУ (м. Харків, 19 – 23 квітня 2010 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві та реконструкції будівель та споруд» (м. Харків, 20 – 21 квітня 2010 р.); 3-й Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Геодезія, архітектура та будівництво» (GAC-2010) (м. Львів, 25 – 27 листопада 2010 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Бетони та добавки для бетону в сучасному будівництві: актуальні питання виробництва і застосування» (м. Київ, 16 – 17 лютого 2011 р.); 73-й Міжнародній науково-технічній конференції кафедр академії, інженерно-технічних працівників залізниць, підприємств та організацій України та інших країн (м. Харків, 12 – 13 квітня 2011 р.); X Міжнародній конференції молодих вчених, аспірантів, студентів «Будівлі та конструкції із застосуванням нових матеріалів та технологій» (м. Макіївка, 21 – 22 квітня 2011 р.); 5-й Международной

научно-технической конференции по строительным материалам, конструкциям и сооружениям «Проблемы надежности и долговечности инженерных сооружений и зданий на железнодорожном транспорте» (г. Харьков, 23 – 24 апреля 2015 г.).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 14 работ, в том числе 7 статей - в журналах и сборниках, рекомендованных МОН Украины, 1 статья - в зарубежном издании, которое входит в международную наукометрическую базу данных, 4 публикации - в материалах научных конференций и 2 – дополнительные публикации.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 разделов, общих выводов, списка использованных источников из 153 наименований и 4 приложений. Общий объем диссертации 152 страниц, в том числе 126 страниц основного текста, 42 рисунка, 22 таблицы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамов Д.Н. Основные причины возникновения дефектов в бетонных конструкциях / Абрамов Д.Н. // Журнал Технология бетонов, 2014., - № 8. 42 –43 с.
2. Добролюбов Г.Г. Прогнозирование долговечности бетона с добавками. / Добролюбов Г.Г., Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. – М.: Стройиздат. – 1983. – 213 с.
3. Стольников В.В. Исследования по гидротехническому бетону / Стольников В.В. - М. - Л: Госэнергоиздат. - 1962. –123 с.
4. Горчаков Г.И. Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружениях / Горчаков Г.И., Капкин М.М., Скрамтаев Б.Г. – М.: изд-во литературы по строительству, 1965. – 195с.
5. Кладько С.Р. Повышение надежности речных бетонных гидротехнических сооружений / Кладько С.Р. – М.: Транспорт. – 1983. - 207с.
6. Маккинис К. Морозостойкость цементного теста в связи с его применением для преднапряженного бетона / Маккинис К. // V международный конгресс по химии цемента. – М.:Стройиздат. – 1973. – с.299.
7. Маркова О.А. Определение морозостойкости пористых материалов / Маркова О.А., Меркин А.П.// Строительные материалы. – 1975. №11. – с.23-24.
8. Розенталь Н.К. Коррозионные бетоны особо малой проницаемости / Розенталь Н.К., Г.В.Чехний, С.Л.Нерубенко, В.А.Гвоздев // Бетон и железобетон. – 1998. - № 1 - с.27-29.
9. Неренст П. Воздействие мороза на бетон. / Неренст П. // IV международный конгресс по химии цемента. – М.:Стройиздат. – 1964. – с.520-541.

10. Сизов В.П. О методах испытания морозостойкости бетона / Сизов В.П. // Бетон и железобетон. - № 2 - 1999. – с.24-26.

11. Гладков В.С. О разрушении гидротехнического бетона при многократном замораживании в нестационарном режиме / Гладков В.С. // Тр. координац.совещ.по гидротехнике / ВНИИГ им. Веденеева. – 1972., - Вып.73. – с.13-143

12. Schmid M / ultra-Hochfester Beton: perspektive fur die betonfertigteindustrie / Schmid M., Fehling E., Teichmann T. // Betonwerk + Techn. – 2003, 69. - №3. – P. 16-28

13. Волков В.В. Технология гидроабразивного разрушения бетона при ремонте верхних слоев жестких аэродромных покрытий Волков В.В., А.Г.Белых, А.В.Бураков // Журнал Технология бетонов 2014г. - Воронежский военный авиационный инженерный университет. - № 9, с.18 – 19

14. Волков Ю.С. Самоуплотняющиеся смеси – новое слово в технологии бетона. Часть 2 / Волков Ю.С. // Журнал Технология бетонов 2014г., №10, стр.28 – 34

15. Грушко И.М. Повышение прочности и выносливости бетона / Грушко И.М., Ильин А.Г., Чихладзе Э.Д. – Харьков: Вища школа, 1986. – 149с.

16. Добшиц Л.М. Морозостойкость бетонов транспортных сооружений / Добшиц Л.М., Портнов И.Г., Соломатов В.И. – М.: МИИТ, 1999.- 236с.

17. Ушеров-Маршак А.В. Пористость и свойства цементного камня и бетона / Ушеров-Маршак А.В., Сопов В.П., Златковский О.А. // Сб. научн. трудов межд. научно-техн. конф. «Композиционные строительные материалы. Теория и практика». - Пенза. - 2000.- с.124 - 126.

18. Толмачев С.Н. Влияние мезоструктуры на процессы структурообразования и свойства дорожных бетонов / Толмачев С.Н.// Труды 10-й международной научно-практической конференции «Дни современного бетона».- Запорожье, 2008г. – с.200 - 208.

19. Толмачев С.Н. Пути повышения долговечности дорожных бетонов /Толмачев С.Н., Кондратьева И.Г., Чугуенко А.Н. и др. // Науковий вісник будівництва.- Харків: ХДТУБА, 2007. № 44 - с. 143 - 149

20. Випробування дорожньо-будівельних матеріалів: Лабораторний практикум / [Золотарьов В.О., Братчун В.І., Толмачов С.М. та інш.] Навчальний посібник .- Харків: Вид-во ХНАДУ, 2006. - 352 с.

21. Баженов Ю.М. Принципы определения состава бетона на основе вяжущих низкой водопотребности / Ю.М.Баженов, Л.А.Алимов // Бетон и железобетон. –1992. - № 4. - С.6-7.

22. Плугин А.Н. Теория прочности, разрушения и долговечности бетона, железобетона и конструкций из них. Т.3 / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.А. Калинин, С.В. Мирошниченко, Д.А. Плугин, А.С. Кагановский, Ал.А Плугин, О.В. Градобоев, О.С. Борзяк // Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них. – Киев: Наукова думка, 2012. – 288 с.

23. Коллинз.Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание и предотвращение / Коллинз Дж.; пер. с англ.- М.: Мир, 1984.- 210 с.

24. Пауэрс Т. Физические свойства цементного теста и камня / Пауэрс Т. // IV Международный конгресс по химии цемента.- М.: Стройиздат, 1964. 364с.

25. Толмачев С.Н. Развитие теории разрушения и стойкости дорожных цементных бетонов при действии агрессивных факторов: дисс. д-ра техн. наук: 05.23.05 – Строительные материалы и изделия / Толмачев Сергей Николаевич. - Харьков, 2013. – 421 с.

26. Грушко І.М. Довговічність бетону при спільній дії середовища та механічного навантаження / Грушко І.М., Киреева Е.Б. // Автом.дороги і дор.буд-во. «Респ. міжвід. наук.-техн. зб.» – 1978.- №23.- С. 64-68.

27. Батраков В.Г. Повышение долговечности бетона добавками кремнийорганических полимеров. – М.: Стройиздат. – 1968.-133с.
28. Горчаков Г.И. Повышение морозостойкости и прочности бетона. – М.: Промстройиздат. – 1956. – 107с.
29. Красный И.М. Исследование морозостойкости мелкозернистых бетонов // Бетон и железобетон. – 1969.№12.-с.33-35
30. Кунцевич О.В. Бетоны высокой морозостойкости для сооружений Крайнего севера. – Л.: Стройиздат, 1983.-130с.
31. Пауэрс Т.К. Физическая структура портландцементного теста // Химия цемента / Под ред. Х.Ф.У.Тейлора. – М.: Стройиздат. – 1969. – С. 300-319
32. Ратинов В.Б. Добавки в бетон / Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. – М.Стройиздат, 1989. – 188с. –
33. Гладков Д.И., Сулейманова Л.А. К испытанию бетона на морозостойкость // // Бетон и железобетон. – 1998.-с.28-32
34. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Проектирование составов бетонов с заданными свойствами. – Ровно, РГТУ, 1999.,- 202с.
35. Шаповалов Н.А., Косухин М.М. и др. Тяжелые бетоны на карбонатном заполнителе улучшенного качества./Наука и техника в дорожной отрасли.-№1,1999.-с.
36. Туркия Г.Б. Исследование долговечности легких бетонов в условиях агрессивного воздействия подземных вод./ Наука и техника в дорожной отрасли.- №3,2004.- с. 13-14.
37. Шейнин А.М., Эккель С.В. Обеспечение качества бетонной смеси и бетона при строительстве монолитных покрытий и оснований./ Наука и техника в дорожной отрасли.- №2, 2003.- с.18-21.
38. Шейнин А.М., Эккель С.В. Разработка и внедрение дорожных бетонов высокой прочности и морозостойкости./ Наука и техника в дорожной отрасли.- №3,2001.- с.15-18.

39. Носов В.П., Коганзон М.С., Феднер Л.А., Шейнин А.М., Эккель СВ. Эффективность применения цементобетона при строительстве автомобильных дорог. /Наука и техника в дорожной отрасли. - № 1, 1999. - С. 16-18.
40. Казарновский В.Д. Нужна стратегия выхода из «недоремонта». /Наука и техника в дорожной отрасли. - № 13, 2000. - С. 5.
41. Шейнин А.М., Эккель С.В. Об эффективности вторичной защиты дорожного бетона./ Наука и техника в дорожной отрасли.- № 1, 2004.-с. 19-23.
42. Свиридов Н.В. Повышение долговечности цементобетонных аэродромных покрытий. - М.: Транспорт, 1979. - 767 с.
43. Энтин З.Б., Феднер Л.А., Шейнин А.М., Эккель СВ. Цементы для транспортного строительства // «Наука и техника в дорожной отрасли», № 1, 1998.
44. Баландина И.В., Денисов А.И. Исследование структуры цементного камня в бетоне в связи с его морозостойкостью. Всесоюзная Научно-техническая конференция. Теория, производство и применение искусственных строительных конгломератов в водохозяйственном строительстве: - Ташкент - 1985.-с.31-33.
45. Будівельні матеріали. Настанова щодо застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах: ДСТУ-Н Б В.2.7-175:2008, – [Чинний від 2009-09-30]. – К.: Мінрегіонбуд України. – 31с. – (Національний стандарт України).
46. Будівельні матеріали. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-171:2008, - [Чинний від 2009-01-01], - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 93 с. – (Національний стандарт України).
47. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Основы бетоноведения. Санкт-Петербург 2006.

48. Демьянова В.С., Калашников В.И. Методологические и технологические основы производства быстротвердеющих высокопрочных бетонов // Обзорная информация. – М.: ВНИИН-ТПИ. – 2003.

49. Ядыкина В.В. Повышение эффективности бетонов за счет модифицирования поверхности дисперсных минеральных наполнителей. Ядыкина В.В., Лукаш Е.А. Белгородский государственный технологический Университет им. В.Г. Шухова. Журнал.

50. Метакаолін в будівельних розчинах і бетонах / Л. Й. Дворкін, Н.В. Лушкінова, Р. Ф. Рунова, В. В. Троян. – Київ : виддвоКНУБіА, 2007. – 216 с.

51. Соломатов В.И. Особенности формирования свойств цементных композиций при различной дисперсности цементов и наполнителей / В. И. Соломатов, О. В. Кононова // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. – 1991. – № 5. – С. 41–45.

52. Дворкин Л.И. Цементные бетоны с минеральными наполнителями /Л.И. Дворкин, В. И. Соломатов, В. Н. Выровой, С. М. Чудновский; Под ред. Л. И. Дворкина.— К.: Будівельник, 1991.— 136 с.

53. Будівельні матеріали. Додатки активні мінеральні та додатки-наповнювачі до цементу: ДСТУ Б В.2.7-128:2006, - [Чинний від 2007-01-01], - К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 9 с. – (Національний стандарт України).

54. Троян В.В. Додатки для бетонів і будівельних розчинів / В.В. Троян. – Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф»», 2010. – 228 с.

55. Николаев Д.Н., рук.тех.службы отдела «Бетон», П.С.Олюнин, инж. отдела «Исследования и разработки», К.А.Лебедев, тех.спец.отдела «Бетон», ООО «Зика» «Современные суперпластификаторы для изготовления железобетонных изделий» Журнал Технология бетонов 2014г., №10, стр.8 – 9.

56. Большаков В.И., Дворкин Л.И. Строительное материаловедение: учебное пособие для студентов строительных специальностей высших учебных заведений. – Днепропетровск: РВА «Дніпро-VAL», 2004. – 677с.

57. Миронов С.А., Ускорение твердения бетона / Миронов С.А. Малинина А.А. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1964. – 347 с.

58. Москвин В.М. Добавки-прискорювачі твердения бетону / Моськвін В.М. М.: ОНТИ, 1967. – 131 с.

59. Козлов А.А., дир.направления ДСО, Юзба А.В., гл. спец.направл. ДСО, ООО «КОРРУС-ТЕХНИКС» «Оборудование для эффективного и экономичного производства бетонных смесей в зимнее время. опыт применения в россии и странах СНГ» Журнал Технология бетонов 2014г. №11, стр. 22 – 25.

60. Козлов А.А., дир.направления ДСО, А.В.Юзба, гл. спец.направления ДСО, ООО «КОРРУС-Техникс» «Эффективное и экономичное решение проблемы производства бетонных смесей в зимнее время» Журнал Технология бетонов 2014г., №9, стр.16 – 17.

61. Афанасьев Н.Ф. Добавки в бетоны и растворы / Афанасьев Н.Ф., Целуйка М.К. – К.: Будивэльныйк, 1989. – 128с.

62. Вавржин Ф. Химические добавки в строительстве / Ф. Вавржин, Р.Крчма, перевод Кожокова А.В. – М.: Стройиздат, 1964. – 289с.

63. Ратинов В.Б. Химия в строительстве / Ратинов В.Б., Иванов Ф.М. – М.: Стройиздат, 1977. – 220с.

64. Кривенко П.В., К.К. Пушкарева, В.Б. Барановський, М.О. Кочевх, Ю.Г. Гасан, Б.Я. Константинівський, В.О. Ракша. Будівельне матеріалознавство. Київ, 2004.

65. Баженов Ю.М. Алимов, Л.А.; Воронин, В.В.; Иванов, С.В.; Муминджанов, Х.И. Свойства бетонных смесей на основе искусственного гравия из тонкозернистых материалов: научное издание // Изв. вузов. Стр-во и архит. - 1983. - N 2. - С. 63-67 .

66. Капеев И.П., Алимов А.А., Воронин В.В. Перспективы повышения эффективности малоцебенистых бетонов //Бетон и железобетон, 1991. 71

67. Дворкин Л.И., Пашков И.А. Строительные материалы из отходов промышленности. – К.: Выща школа, 1989. – 208 с.

68. Гордон С.С. Структура и свойства тяжелых бетонов на различных заполнителях.- М.: Стройиздат, 1969.- 151 с.

69. Куковский Е.Г. Особенности строения и физико-химические свойства глинистых минералов. - Киев: Наукова думка,1966. - 132с.

70. Бунаков А.Г. К вопросу о допустимом содержании глинистых примесей в песках для растворов и бетонов /Труды ХИИТ - Х.: ХИИТ,1960, вып.39.- с.51-55.

71. Гранковский И.Г. Структурообразование в минеральных вяжущих системах. - Киев: Наукова думка, 1984. - 299с.

72. Гусев Б.В., Дуамбеков М.С. Мелкозернистые бетоны с использованием наполнителей, в том числе зольных. //Тезисы докладов IX научно-технической конференции. - Таллин, 17-29 сентября 1986г. - с.81-82.

73. Юнг В.Н. Микробетон. - Цемент. - 1934, N 7 - с.6-17.

74. Ольгинский А.Г., Редкозубов А.А. и др. Электрокинетический потенциал песков и его связь с прочностью мелкозернистых цементных бетонов /Труды международного семинара //Теория и практика строительства и строительных материалов, г.Сумы, 1994г. - с.98-103.

75. Овчаренко Ф.Д., Соломатов В.И., Казанский В.Л.и др. О механизме влияния тонкомолотых добавок на свойства цементного камня. - ДАН СССР, 1985, т.284, N 2. - с.398-403.

76. Graham G.M. «Suspension steel concrete», US Patent No. 983, 274, 7 Feb. 1911.

77. Kleinlagel A. «Method for the preparation of a synthetic, machinable iron mass», German Patent No. 388, 959, 18 Jan. 1920.

78. Scailles J.C. «High density mortar», French Patent No. 514, 186, 21 April 1920.

79. Hannant D.J., «Fibre-Cements and Concretes», Wiley.-Chichester, UK, 1978, 228p.

80. Дорф В.А., к.т.н, Р.О.Красновский, к.т.н., ст.науч.сотр., Д.Е.Капустин, К.В.Рогачев, В.В.Туркин, ЗАО «Институт «Оргэнергострой»», Москва «Влияние содержания и характеристик фибры на коэффициент истираемости сталефибробетона с цементно-песчаной матрицей» Журнал Технология бетонов 2014г., №9, стр.27 – 29.

81. Руководство по обеспечению долговечности железобетонных конструкций предприятий черной металлургии при их реконструкции и восстановлении / Харьковский Промстройниипроект, НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1982. – 112 с.

82. Войтов А.И. Современные гидроизоляционные материалы. Справочник / А.И. Войтов, В.Л. Козачук, В.В. Лайкин, А.А. Скуратовский. – К.: АО «Мастера», 2002. – 191 с.

83. А.С. 1715790А1 (СССР). Композиции для защиты бетонных изделий / А.Д. Саратов, В.Л. Чернявский. С04В41/63. Оpubл. 1992, Бюл. №8.

84. Cain R.R. Review jo sealers for concrete surfaces / Concrete Products. – 1990. – v.93, №10. – P. 42-51.

85. Pat. №4319926 (US). Curable silicate composition containing condensed poshphate hardeners and pH controlling bases / P.M. Nowakowski, W.G. Boberski, J.A. Seiner. – С04В16/04. Filed: Dec. 22, 1980.

86. Пособие по проектированию защиты от коррозии бетонных и железобетонных конструкций (к СНиП 2.03.11 – 85). – М.: Стройиздат, 1989. – 175 с.

87. Пат. 68225А (Укр.) Поліізоціонатна композиція для просочування бетону і спосіб просочування бетону / Р.О. Веселовський. С04В41/00. Оpubл. 2004, Бюл. №7.

88. Патент 2273623C1 (RU). Композиция для гидрофобизации силикатных строительных материалов / И.В. Розенкова. С04В41/61. Опубл. 2006.04.10. 35.

89. Колесник Д.Ю., Сиченко В.Г., Коваль П.М. Аналіз проблеми корозії цементобетону в атмосферних умовах і роль води у цьому процесі // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. В. Лазаряна. – Вип. 13. – 2006. – С. 141 – 160.

90. Пат. 74999 Укр., МПК С09D 143/04. Склад для захисту цементного каменю від атмосферного руйнування / Д.Ю. Колесник, Є.Д. Прусенко, П.М. Коваль, В.Є. Зема, В.В. Кожушко, Н.М. Тарасенко; Заявл. 27.12.04; Опубл. 15.02.06. – 3 с.

91. Толмачев С.Н. Сравнительная оценка истираемости монолитного бетона и его компонентов // Строительные материалы. 2012. - № 12. – С.11-12 -

92. Москвин В.М. Коррозия бетона. – М.: Стройиздат. – 1952. – 341с.

93. Пунагин В.Н. Технология бетона в условиях сухого жаркого климата / изд-во «ФАН».- Ташкент.-1977.- 224 с.;

94. Миронов С.А., Малинский Е.Н. Основы технологии бетона в условиях сухого жаркого климата / м.: Стройиздат .- 1985.- 316 с.;

95. Солодкий С.Й. Трещіностійкість бетонів на модифікованих цементах .- вид. нац. ун-ту «Львівська політехніка».- Львів.- 2008.- 144 с.

96. Капкин М.М., Мазур Б.М. Морозостойкость бетонов при низких отрицательных температурах // Бетон и железобетон. – 1964. - №4 – с.7..10.

97. Бабушкин В.И. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона. – М.: Стройиздат, 1968. – 186с.

98. Стольников В.В. О теоретических основах сопротивляемости цементного камня чередующимся циклам замораживания и оттаивания. – Л.: Энергия. – 1972. – 67 с.

99. Ушеров-Маршак А.В. Калориметрия цемента и бетона.-Избранные труды.-Харьков.- изд-во «Факт».- 2002г.-181с.

100. Толмачев С.Н. Пути повышения морозостойкости дорожных бетонов. - материалы Юбилейной научно-технической конференции «80 лет Белорусской дорожной науке».- Минск.- 2008.- с.298 – 303

101. Толмачев С.Н., И.Г.Кондратьева, А.В.Матяш.- Исследование механизма морозного разрушения дорожных бетонов.-Бетон и железобетон в Украине.- №2.-2010.- с.18-22

102. Powers T.C. The mechanism of Frost Action in Concrete.- Cement, Lime, Grevel.-1966.- 41.- № 5.- p. 143-148, p.181-185.

103. Власов О.Е. Равновесие многокомпонентной и многофазной капиллярной системы.- в кн. Долговечность ограждающих и строительных конструкций (физические основы). – М.- 1963. с.6-11.

104. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии .- М.: «Химия».- 1975.- 512 с.

105. Зарецкий С.А., Сучков В.Н., Животинский П.Б. Электрохимическая технология неорганических веществ и химические источники тока: Учебник для учащихся техникумов.- М.: Высшая школа, 1980.- с. 34

106. Moukwa M. Deterioration of concrete in cold sea waters/ Moukwa M.// Cem. and Concr. Res. - 1990. - V. 20. – № 3. - P. 439 – 446

107. Шестоперов С.В. Долговечность бетона.- изд-во Минавтотранса РСФСР.- М.: - 512 с.

108. Дорожно-строительные материалы: Учеб. Для вузов / И.М. Грушко, И.В. Королев, И.М. Борщ, Г.М. Мищенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 357 с.

109. Гладышев Б.М. Механическое взаимодействие элементов структуры и прочность бетонов / Гладышев Б.М. –Харьков: Вища школа, Изд-во при Харьковском государственном университете, 1987. -168 с.

110 Дворкин О.Л. Многопараметрическое проектирование составов бетонов: Монография: - Ровно: РГТУ, 2001. –121с.

111. А.С. SU1787972A1. Способ определения состава бетонной смеси / Плугин А.Н., Калинин О.А. и др.- Заявл.26.06.1990.- Оpubл.15.01.93.- Бюл.№2.

112. Ребиндер П.А. Физико-химические основы водонепроницаемости и водостойкости строительных материалов. НТО силикатной промышленности. М., 1953.

113. Рамачандран В., Фельдман Р, Бодуэн Дж. Наука о бетоне: Физико-химическое бетоноведение / Пер. с англ. Т.И. Розенберг, Ю.Б. Ратиновой; Под ред. В.Б. Ратиновой. – М.: Стройиздат, 1986. – 278с.

114. Сопов В.П. Активные и неактивные поры в бетоне / Сопов В.П., Решетник Л.Н., Жданюк Н.И. // в сб. «Современные бетоны».- Запорожье.- 2007.-с. 163-169

115. Толмачев С.Н., Бражник А.В. Снижение прочности бетона при введении воздухововлекающих добавок в бетонную смесь // сб. трудов III Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение» .- Якутск. Северо-Восточный федеральный университет им. М.К.Аммосова.- 3-4 марта 2014г.- 500с.- С.369 - 373

116. Львович К.И. Повышение прочности песчаных бетонов введением воздухововлекающей добавки / Львович К.И.// Бетон и железобетон. - 1993. - №10. - С.4-7.

117. Толмачев С.Н. Причины разрушения дорожных бетонов при действии агрессивных факторов / Толмачев С.Н.// Науковий вісник ДонДГАСА.- Макеевка, 2004-1(43).- том 2.- С. 134-133.

118. Добавки в бетон. Справочное пособие / под ред. В.С. Рамачандрана .- М.: Стройиздат.- 1988.- 575 с.

119. Алфимова Н.И., Соловьева Л.Н., Гринев А.П., Огурцова Ю.Н. Влияние противоморозных добавок на свойства мелкозернистого бетона // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений: сб. докладов Междунар. науч.-практич. конф., Белгород, 8-10 октября 2013 г. / Белгор. гос. технол. ун-т. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. – Т. 1 – 419 с.- с. 16-20

120. Морозов Н.М., В.Г.Хозин, Х.Г.Мугинов, Н.Э.Гайфуллин Выбор суперпластификатора для высокопрочного песчаного бетона / Строительные материалы и изделия .- Электронный ресурс Режим доступа к публикации: http://esstu.ru/library/free/Konf/Stroikomp/Морозов_Хозин_Мугинов_Гайфуллин.pdf

121. Хирис Н.С., Т.К.Акчурин Высоконаполненный мелкодисперсный бетон для фундаментов гидротехнических сооружений / вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура.- 2014 .- № 4.- 298 – 304

122. Ушерова-Маршак А.В., Сопов В.П. Бетоны нового поколения: основы получения и перспективы развития / Вестник ХГТУСА .- 2009.- №55.- с.231 - 239

123. Разумейчик В.С., Дереченник С.С. Влияние микронаполнителя на процессы формирования микроструктуры цементного камня / вестник БГТУ.- 2012.-№1.- с.46-50.

124. Баженов Ю.М. Технология бетонов / Ю.М. Баженов // Учебник – М.: Изд-во АСВ, 2003 – 500 стр.

125. Каприелов С.С., А.В.Шейнфельд Влияние состава органоминеральных модификаторов серии МБ на их эффективность // <http://www.masterbeton-mb.com/papers/efective.htm>

126. Каприелов С.С, Шейнфельд А.В., Силина Е.С., Жигулев Н.Ф., Бoryгин С.Т. Высокопрочные бетоны повышенной морозостойкости с органоминеральным модификатором // www.master-cjcrete.com/i/content/reference/33.doc

127. Бабаев В.Б., Кнотько А.В., Гаршев А.В. Рассмотрение возможности использования в качестве микроармирующего компонента в дорожном цементобетоне базальтового волокна // сб. докладов Междунар. науч.-практич. конф., Белгород, 11-12 октября 2011 г. / Белгор. гос. технол. ун-т. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. – ч. 4 – 329 с. - с. 25-27

128. Рабинович Ф.Н., С.М. Баев Эффективность применения полимерных фибр для дисперсного армирования бетона .- Промышленное и гражданское строительство №8.- 2009.- с.28-31.

129. Василевская Н.Г., Енджиевская И.Г., Калугин И.Г Цементные композиции, дисперсно-армированные базальтовой фиброй / Весник ТГАСУ .- №3.- 2011.-с.153-158

130. Попов О.А., О.И.Лапина, Б.Л.Огарков, Е.В.Рожнюк Исследование водоотделения бетонных смесей модифицированных полимерной фиброй и добавкой // Материалы к 43 международному семинару по моделированию и оптимизации композитов.- Одесса. - изд-во «Астропринт».- 22-23 апреля 2004г. – 220 с. – с.57

131. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-46:2010, - [Чинний від 2011-09-01], - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 20 с. – (Національні стандарти України).

132. Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт. Методи випробувань. ДСТУ Б В.2.7-232:2010, - [Чинний від 2011-01-01], - К.: ДП «НДІБМВ», 2010. – 28 с. – (Національні стандарти України).

133. Строительные материалы. Щебень и гравий плотные природные для строительных материалов, изделий, конструкций и работ. Технические условия: ДСТУ Б В.2.7-75-98, - [Чинний від 1999-01-01]. – К.: Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 1999. – 11 с. – (Національні стандарти України).

134. ТУ У В. 2.7-24.1-31911658.001-2002 Суміші «Силол». Технічні умови.

135. ТУ 2422-033-26759308-2005 Противообледенительная жидкость «Арктика ДГ» тип 1. Технические условия

136. ТУ У 24.6-30782771.001-2002 Реагенти антижеледні «Зліт-1» і «Зліт-2». Технічні умови.

137. Добавка Универсал ВМ. Технические условия: ТУ У В-2.7-24.6-19266746-004:2008

138. ТУ У 32781078.002-2004 «Волокно армуюче поліпропіленове».

139. Суміші бетонні. Методи випробувань: ДСТУ Б В.2.7-114-2002 (ГОСТ 10181-2000), - [Чинний від 2002-07-01], - К.: Державний комітет архітектури, будівництва і житлової політики України, 2002. – 32 с. (Національні стандарти України).

140. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності: ДСТУ Б В.2.7-170:2008, - [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 38 с. – (Національні стандарти України).

141. Будівельні матеріали. Бетони правила контролю міцності: ДСТУ Б В.2.7-224:2009, - [Чинний з 2010-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 27 с. – (Національні стандарти України).

142. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками: ДСТУ Б В.2.7-214:2009, - [Чинний від 2010-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 43 с. – (Національні стандарти України).

143. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності: ДСТУ Б В.2.7-170:2008, - [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 38 с. – (Національні стандарти України).

144. Бетоны. Методы определения морозостойкости: ДСТУ Б В. 2.7-47-96, - [Чинний від 1997-04-01], - М., Минстрой России, 1996. – 14 с. – (Межгосударственный стандарт).

145. Бетони. Прискорені методи визначення морозостійкості при багаторазовому заморожуванні та відтаванні: ДСТУ Б В.2.7-49-96. – [Чинний від 1997-04-01]. – К.: Держкоммістобудування України. – 48 с. – (Національні стандарти України).

146. Бетони. Методи визначення стиранності: ДСТУ Б В.2.7-212:2009. – [Чинний від 2010-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України. – 15 с. – (Національні стандарти України).

147. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. - Х.: Вища. шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1983. - 224с.

148. Файнер М.Ш. Введение в математическое моделирование технологии бетона. – Львов: Свит, 1993. –240с.

149. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ: Учебник / В.А.Вознесенский, Т.В.Ляшенко, Б.Л.Огарков; Под ред. В.А.Вознесенского. –К.: Выща шк., 1989. –328с.

150. Толмачев С.Н. Особенности морозно-солевого воздействия на свойства аэродромного бетона / Толмачев С.Н., Матяш А.В. // Строительные материалы. - № 3. - 2011. - С. 107-109.

151. Толмачев С.Н. Влияние условий твердения на морозостойкость дорожных цементобетонов / С.Н. Толмачев, И.Г. Кондратьева, А.В. Матяш, А.А. Грек, С.М. Миронов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 115. - С. 91-97.

152. Грушко И.М., Кондратьева И.Г., Мельник Ю.М., Толмачев С.Н., Калиновская Н.М. «Влияние пылевидных фракций песка на поровую структуру бетона», «Строительные материалы и конструкции», №3,1989г., с.37-38

153. Рамачандран В.С. Применение дифференциального термического анализа в химии цементов / М.: - Стройиздат.- 1977.- 408с.