Лейкин, Алексей Павлович Формирование оптимальной структуры и свойств легкого бетона как композиционного материала : Дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 СПб., 2005 163 с. РГБ ОД, 61:05-5/2147

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

**На правахрукописи**

/О/г1

Лейкин Алексей Павлович

C:\Users\Pavel\AppData\Local\AppData\Local\Temp\FineReader11.00\media\image3.png

ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЛЕГКОГО БЕТОНА КАК КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Специальность: 05.23.05- Строительные материалы и изделия

Диссертация

На соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Н.Н. Шангина

Санкт-Петербург

2005

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. 5

Глава 1. Современные представления о формировании структуры 5

и свойств лёгких бетонов.

1. Особенности структуры и свойств лёгких бетонов. 5
2. Шлаковая пемза фракции 0-5 мм как заполнитель в легком бетоне. 5
3. Влияние гранулометрического состава на свойства бетона. 7
4. Форма, поверхность, структура и размер зерен заполнителя. 11
5. Влияние вида структуры на свойства бетона. 14
6. Изучение влияния гранулометрического состава, насыпной плот- 17 ности и пустотности на теплопроводность шлаковой пемзы.
7. Влияние второго компонента на подвижность бетонной смеси. 22
8. Влияние структуры и объёма пор на физико-механические свойст- 24 ва бетонов.

Выводы по первой главе. 30

Глава 2. Исследование поверхности заполнителей. 31

1. Влияние поверхности наполнителей на свойства композиционных 31 материалов.
2. Методы исследования поверхности. 31
3. Удельная поверхность. 31
   1. Исследование кинетики тепловыделения при смачивании наполни- 32 телей.
      1. Исследование гидрофильности поверхности. 32
      2. Исследование поверхности труднорастворимых минеральных ве- 35 ществ.
      3. Индикаторный метод исследования поверхности. 37

2.2.4 Донорно-акцепторные свойства поверхности исследованных ми­неральных веществ.

2.3 Свойства бетонной смеси и бетонов в зависимости от состава и при­роды заполнителей.

1. Связь между теплотой смачивания и распределением центров ад­сорбции.
2. Влияние наполнителей на реологические свойства смесей.
3. Исследование зависимости пластической прочности цементного теста от активности поверхности наполнителя.
4. Влияние суперпластификатора С-3 на поверхность шлаковой пем­зы и граншлака.

Выводы по второй главе.

**Глава 3. Улучшения свойств цементной матрицы, как основной со­ставляющей композиционного материала.**

1. Применение вяжущего низкой водопотребности с улучшенными теплофизическими характеристиками (СТВ) в конструкционных легких бетонах.
2. Исследования влияния поверхности наполнителей на структуру це­ментного камня в легких бетонах.
3. Исследования микроструктуры цементного камня в легком бетоне.
4. Влияние донорно-акцепторных свойств поверхности наполнителя на способность пор к обводнению.
5. Влияние наполнителей на теплопроводность цементного камня. Выводы по третьей главе.

**Глава 4. Донорно-акцепторные свойства поверхности заполните­лей, как фактор, определяющий состояние границы раздела фаз.**

1. Влияние донорно-акцепторных свойств поверхности твердых ве­ществ на свойство легкого бетона.

Выводы по четвертой главе.

Глава 5. Состав и свойства теплозащитного бетона. 92

1. Проверка правильности подбора грансостава заполнителя. 92
2. Легкие бетоны на основе СТВ. 95
3. Влияние структурообразующих факторов на свойства 98 легкого бетона.
4. Влияние химии поверхности пористого заполнителя на деформа- 109 тивные характеристики легкого, равнопрочного бетона.
5. Определение деформаций усадки при высыхании и ползучести у бе- 117 тонов с разным типом структуры.
6. Применение СТВ-50 в качестве вяжущего для кладочных растворов. 123
7. Применение СТВ как добавки повышающей морозостойкость бето- 125 на.

Выводы по пятой главе. 130

[ОБЩИЕ ВЫВОДЫ. 131](#bookmark33)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ. 133

ПРИЛОЖЕНИЕ. 144

**ВВЕДЕНИЕ.**

Актуальность диссертационного исследования определяется необходи­мостью разработки и внедрения составов бетонов и растворов, обеспечи­вающих в соответствии со СНиП (23-02-2003) требования, предъявляемые к температурному сопротивлению конструкций. Кроме того, по-прежнему на практике не решена проблема полного использования продуктов шлакопере- работки ЧМЗ/ОАО «Северсталь». В частности, не использованные запасы шлаковой пемзы фракции 5-0 на 2003г. составляют 72000 т (по данным кон­салтинговой фирмы «Альт»), при этом ежегодный выход данного продукта составляет 16800 т.

Возможности применения шлаковой пемзы в составе легких бетонов сборных железобетонных конструкций в настоящее время достаточно изуче­ны. Данной проблеме посвящены исследования Ю.М. Баженова, П.И Боже­нова, B.C. Грызлова, П.Г. Комохова, Л.Б. Сватовской, Т.М. Петровой, Н.Н Шангиной, В.И. Соломатова и др. Однако основной тенденцией развития строительства на современном этапе является применение монолитного бе­тона. Использование шлаковой пемзы в составе бетона для монолитной кон­струкции (ОК=10-20 см и под бетононасос) ограничено, это вызвано высо­ким водоотделением и расслаиваемостью бетонной смеси.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.

1. Теоретически обоснована необходимость использования в составе за­полнителя (шлаковой пемзы фракции 0-5 мм), второго компонента, получае­мого дроблением шлакового песка.
2. Установлено, что высокое водоотделение бетонной смеси на основе шлаковой пемзы объясняется низким содержанием на поверхности заполни­теля адсорбционных центров в области рКа от 7 до 13.
3. Показано, что обработка поверхности шлаковой пемзы добавкой С-3 увеличивает суммарное содержание адсорбционных центров в области рКа от 7—13, что увеличивает гидрофильность поверхности и, в конечном итоге, снижает водоотделение бетона.
4. Экспериментально установлено, что использование в качестве напол­нителя цемента молотой шлаковой пемзы снижает коэффициент теплопро­водности. С целью получения теплозащитных бетонов предложено использо­вать специальное теплозащитное вяжущие (СТВ), получаемое совместным помолом портландцемента, шлаковой пемзы, добавки С-3. (ТУ 5745-017- 5054834-2000).
5. Разработаны составы и технология изготовления бетона каркасного строения, характерной особенностью которого является отсутствие прямой зависимости между прочностью бетона и прочностью камня в межзерновом пространстве. Предложено проводить дополнительную поризацию цементно­го камня в присутствии добавки, влияющей на процесс гидратации цемента, пластическую прочность цементного теста, и в конечном итоге, структуру пор. Доказано, что такое влияние добавки объясняется высоким содержанием на ее поверхности центров с рКа >13 (кислоты по Льюису)
6. Подобранные составы бетона обладают улучшенными теплозащитны­ми свойствами (коэффициент теплопроводности в среднем на 30% меньше, чем у бетона равной плотности), имеют меньшую ползучесть, больший мо­дуль упругости и меньшие деформации усадки - набухания.
7. Разработки, полученные в диссертационном исследовании, внедрены при изготовлении бетонных конструкций в СУ-308, ТУ № 5745-021- 39472962-97 для производства колец технических колодцев, а также при вы­пуске сухих строительных смесей ООО «АЖИО», ТУ 5745-007-50054834- **2002**.

Экономическая эффективность разработок определяется использованием природоохранной технологии, так как шлаковая пемза фракции 0-5 мм явля­ется наименее востребованным попутным продуктом производств ОАО «Се­версталь».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Агзамходжаев А. А. и др. Коллоид, ж., 1974, Т.36, №6, с. 1145-1148.
2. Александрин И.П. Строительный контроль качества бетона. - М.: Стройиздат, 1955, 227 с.
3. Алесковский В.Б., Корсаков В.Г. Физико-химические основы рацио­нального выбора активных материалов. Изд-во Ленинградского уни­верситета, Ленинград, 1980, 159 с.
4. Бабков В.В. Физико-механические аспекты оптимизации структуры цементных бетонов. Автореф. ДИСС....Д.Т.Н. 05.23.05, Ленинград, 1990, 45с.
5. Баженов Ю.М. Бетонополимеры. — М.: Стройиздат, 1983, 472 с.
6. Баженов Ю.М., Горчаков Г.И., Алимов Л.А., Воронин В.В. Получе­ние бетона заданных свойств. М., Стройиздат, 1978, 53 с.
7. Баталин Б.С. Управление физико-механическими свойствами мате­риалов на основе шлакощелочных вяжущих на примере R2O-RO- Al203-Si02-H20 Дис...д.т.н. 05.17.11, Пермь, 1988,458 с.
8. Боэм X. Химическая идентификация поверхностных групп. Катализ. Стереометрия и механизмы химических реакций. - М.: Мир, 1968, с. 186-288.
9. Бужевич Г. А. Легкие бетоны на пористых заполнителях. -М.: Стройиздат, 1970. 270 с.
10. Вознесенский В.А. Улучшение свойств мелкозернистого бетона для армоцемента регулированием зернового состава смеси: Дис. ...канд. тех. наук. - М.: 1962,232 с.
11. Гемерлинг Г.В., Цимерманис Л.Б. Шлакопемзобетон. - М.: Стройиз­дат,1969, 130 с.
12. Герчин Д.В. Автореферат: «Особенности получения и свойства композиционных покрытий из неорганических вяжущих для строи­тельства и отделки». СПб., ПГУПС, 2002.
13. Гордон С.С. Структура и свойства тяжёлых бетонов на различных заполнителях. — М., 1969.
14. Горчаков Г.И., Алимов JI.A., Воронин В.В., Урьев В.М. Исследова­ние свойств бетонных смесей, обеспечивающих получение бетонов заданных структур. - Тезисы докл.2 Всесоюзн. симп. "Реология бе­тонных смесей и ее технологические задачи”. Рига, 1976, с. 89-91.
15. Горчаков Г.И., Капкин М.М., Скрамтаев Б.Г. Повышение морозо­стойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехниче­ских сооружений. - М.: Стройиздат, 1965, 195 с.
16. Горчаков Г. И., Орентлихер JI. П., Лифанов И.И., Мурадов Э. Г. По­вышение трещиностойкости и водостойкости легких бетонов, - М.: Стройиздат, 1971, 157 с.
17. Горчаков Г.И,.Орентмихер Л.П, Савин В.И. и др. Состав, структура и свойства цементных бетонов. - М., 1976, 144 с.
18. Горчаков Г.И. Исследование морозостойкости бетона в связи с рас­четными характеристиками его пористости и прочностью. Дис. на со- иск. учен, степени д-ра техн. наук, М., 1963.
19. Громова Н. Н. Улучшение свойств бетона при использовании запол­нителей и наполнителей с нанесенными катализаторами.: Автореф. - Дисс. ... кандидата техн. наук.: 05.23.05. - Ленинград, 1988, 26 с.
20. Гуммель А. О гранулометрическом составе дорожного бетона. - В кн.: Дорожный бетон. Иностранно - техническая литер, из серии пе­реводных материалов, Л., Ленгорстраниздат, 1933, с. 96— 104.
21. Данько Г.Я. Определение рационального зернового состава заполни­телей для бетонов. Техника, технология, организация и экономика строительства: технология бетона и строительные материалы, 1983, вып. 9, с. 20 — 24.
22. Добролюбов Г.И., Ратинов В.В., Розенберг Т.И. Прогнозирование долговечности бетона с добавками. - М.: Стройиздат, 1983, 212 с.
23. Драго Р. Физические методы в химии. В 2-х т. - М.: Мир, 1981.
24. Думанский А.В.. Лиофильность дисперсных систем. - Киев: Изд. АН. СССР, 1961, 312 с.
25. Дункен X., Лыгин В.И. Квантовая химия адсорбции на поверхности твердых тел. - М.: Мир, 1980, 288 с.
26. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах - СПб: Питер, 1997, 240с.
27. Залигман П., Грининг Н. Фазовое равновесие в системе цемент-вода. - В кн.: V международный конгресс по химии цемента. М., Стройиз- дат, 1973, 169-184 с.
28. Запорожец И.Д., Окороков С.Д., Парийский А.А. Тепловыделение бетона. М., Стройиздат, 1966,314 с.
29. Заседателев И.Б. О температурной функции гидратации цементов. - В кн.: VI Международный конгресс по химии цемента. М., Стройиз­дат, 1976, т.2, с. 34-38.
30. Иванов И.А. Технология легких бетонов на искусственных пористых заполнителях. — М. :Стройиздат, 1974, 287с.
31. Иоффе И.И., Решетов В.А., Добротворский А.М. Гетерогенный ката­лиз. -Л.:Химия, 1985, 224 с.
32. Каммерер И.С. Теплоизоляция в промышленности и строительстве. - М.: Стройиздат, 1965, 278 с.
33. Катада X. Механизм морозного разрушения и методы испытаний на морозостойкость.- Сэмэнто конкурито, 1985.- №461, с.34-41
34. Касаи А.Х., Бишоп Р.Дж.. Исследование цеолитов методом элек­тронного парамагнитного резонанса. Химия цеолитов и катализ на цеолитах, т. 1. - М.: Мир, 1980,419-460 с.
35. Кириенко И.А. Расчёт состава высокопрочных и обычных бетонов и растворов. Киев: Госстройиздат УССР, 1961, 79 с.
36. Кислотно-основные свойства поверхности твердых веществ. Ме­тод.указания. ЛТИ им. Ленсовета. —Л., 1989. - 23 с.
37. Козаматов В.Н. Влияние заполнителей на структурообразование и свойства полимербетонов. — Дис. ... канд. техн. наук. -Липецк, 1988, 201 с.
38. Комохов П. Г., Грызлов В. С. Структурная механика и теплофизика лёгкого бетона. — Вологда: Из-во Вологодского научного центра. 1992, 321 с.
39. Комохов П.Г, Мохов В.Н., Сахибрагеев Р.Р, Габитов А.И, Попов

А.В, Бабков В.В. Конструкции и изделия повышенной прочности, ударной стойкости и долговечности из бетонов с демпфирующими компонентами. Уфа, 1988, 138 с.

1. Комохов П.Г. Механико — технологические основы торможения про­цессов разрушения бетонов ускоренного твердения: Атореф. дис....д - ра техн. наук - М.,1977, 38 с.
2. Кондо Р., Даймон М. Фазовый состав затвердевшего цементного тес­та. - В кн.: VI Международный конгресс по химии цемента. - М.: Стройиздат, т.2, кн. I, 244-257 с.
3. Кондратьев Ю.В., Ершов С.Д., Суворов А.В. Исследование кинетики химических процессов методом микрокалориметрии. Журнал общей химии. -1981. - Т.51. - №2.264с.
4. Крок Р., Браутман Л., Композиционные материалы, т. 1,2,5,6 - М. : “Мир”, 1978 г.
5. Кудряков А.И. Метод расчёта гранулометрического состава запол­нителей твердеющей композиции. В — кн.: Совершенствование стр-го производства, Томск, Изд. Томского университета, 1981, с.З- 7.
6. Кунцевич О.В. Оптимизация составов модификаторов бетона пла- стифицирующе-структурирующего действия. Заключительный отчет по теме № 147, ЛИИЖТ, 1990, 53 с.
7. Кунцевич В.О. Бетоны высокой морозостойкости для сооружений Крайнего Севера. - Л.: Стройиздат, 1983,132 с.
8. Кунцевич О.В. Исследования физических и технологических основ проектирования морозостойких бетонов: Дис...д -ра техн. наук. — Л., 1968, 389 с.
9. Лемехов В.Н., Галактионов В.И. Форма зёрен крупных заполните­лей, её влияние на удобоукладываемости бетонных смесей и методы её определения и оценки. — В сб.: Материалы VI конференции по бе­тону и железобетону. - М., 1966, вып. 1.
10. Лисичкин Г.В.. Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хромографии. - М.: Химия, 1986, 248 с.
11. Листопадов М.Е. Метод расчёта искусственной смеси заполнителей для бетона. - Бетон и железобетон, 1959, № 7, с. 321 - 322.
12. Лыков А.В. Тепломассообмен.— М.,1978, 480 с.
13. Лысюк А.Г., Пинчук А.И., Пинчук Л.И.. Тезисы докладов 8-го науч- но-технического совещания по химии и технологии цементов. Чер­кесск, 1988, с. 103.
14. Малыгин А.А. Технология молекулярного наслаивания и некоторые области её применения. — ЖПХ, 1996, том 69, вып. 10, стр. 1585-1593.
15. Малюга И. Состав и способ изготовления цементного раствора (бе­тона) для получения наибольшей крепости. Отдельный оттиск из ин­женерного журнала № 3,4,5,9. C-Пб. Типография и литография В.А. Тихонова, 1895.
16. Митчел Дж., Смит Д. Акваметрия - М.: Химия, 1980, 600 с.
17. Мешкова В.З. Перевод с английского. Под редакцией Ярмоковского

В.Н.. Легкие бетоны. Проектирования и технология, Москва., Строй­издат,1981 г., - М.: Высш. шк., 1986, 360 с.

1. Мощанский Н.А. Плотность и стойкость бетонов. - М., 1951.
2. Мещереков В.З. (пер. с англ.). Под. ред. В. Н. Ярмоковского. Проек­тирование и технология;—М.: Стройиздат, 1981. с 25.
3. Мчедлов-Петросян О.П., Ушеров-Маршак А.В., Урженко А.М. Тепловыделение при твердении вяжущих веществ и бетонов. - М.: Стройиздат, 1984, 224 с.
4. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных мате­риалов. -М.: Стройиздат. 1971, с. 130-183.
5. Неймарк И.Е. Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов. — Клев.: Наук, думка, 1982,216 с.
6. Нечипоренко А.П. Донорно-акцепторные свойства поверхности твердых оксидов и халькогенидов. Автореф...д.хим.наук. 02.00.18, Санкт-Петербург, 1995, 42 с.
7. Нечипоренко А.П. Донорно-акцепторные свойства поверхности твердых оксидов и халькогенидов. — Докт.дисс., JL, 1995, 523 с.
8. Овчаренко Ф.Д. Гидрофильность глин и глинистых материалов. - Киев: Изд. АН. СССР, 1961, 346 с.
9. Овчаренко Ф.Д .и др. Коллоидная химия палигорскита. - Киев: Изд. АН. УССР,1963, 289 с.
10. Овчаренко Ф.Д. Мир опознанных величин. - М: Знание, 1979.
11. Окрошидзе Н.Г. Технология бетонов на основе шлаковых вяжущих низкой водопотребности. Автореф.... к.т.н. 05.23.05. Москва, 1989 с.18
12. Окороков И.Д., Запорожец.Д.С., Парийский А.А. Тепловыделение бетона. М., Стройиздат, 1966,314 с.
13. Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. - М., Химия, 1985, -592 с.
14. Парфита Г., Рочестера К. - под ред., пер. с англ. Адсорбция из рас­творов на поверхностях твердых тел. - М.: Мир, 1986, 488 с.
15. Пауэрс Т.К. Физическая структура портландцементного теста (Хи­мия цемента) Под ред. Х.Ф.У.Тейлора. -М., 1969, с. 300-319 .
16. Полак А.Ф., Ратинов В.Б. Механизм и кинетика твердения цемент­ного камня. - Цемент, 1974, № с. 15-17.
17. Рамачадран В., Фельдман Р., Бодуэн Дж. Наука о бетоне: Физико — химическое бетоноведение ; Пер. с англ. под ред. В.Б.Ратинова. — М.: Стройиздат, 1986,280 с.
18. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. СПб.: "Химия", 1994.432 с.
19. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дис­персных системах. Физико-химическая механика. М.: Наука, 1979; Коллоидная химия. - М.: Наука, 1978, 381 с.
20. Самович И. Составление пропорций цементных растворов и бето­нов. — Инженерный журнал, 1890, № 7 — 9.
21. Сватовская Л.Б. Модели строения твердого тела и процессы тверде­ния. Цемент, 1990, - №5, с. 11-12.
22. Сватовская Л.Б. Особенности химического и электронного строения твердых тел в процессах твердения. Известия АНСССР. Технология тугоплавких материалов, 1988.
23. Сватовская Л.Б. Термодинамический аспект прочности вяжущих систем. Цемент, 1996, - №1, с. 34-35.
24. Сватовская Л.Б., Сычев М.М., Орлеанская Н.Б. Электронные явле­ния при твердении вяжущих. Цемент, 1980, - №7 с. 6-9
25. Сватовская Л.Б., Сычев М.М. Эффект отвердевания и особенности гидратирования. ЖПХ, 1978, - Т.51, - №10, с. 2278-2783.
26. Скрамтаев Б.Г., Шубенкин П.Ф., Баженов Ю.М. Способы определе­ния состава бетона различных видов. - М.: Стройиздат, 1966, 160 с.
27. Современные строительные композиты и их технология. Проблемы и перспективы развития. Саранск: изд-во Мордовского ун-та, 1994, 175с.
28. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. "Хи­мия", 1977, 189 с.
29. Сорокер В. И. Галактионова В. П. Выбор оптимальных смесей, фракционированных заполнителей для бетонов заводов железобетон­ных изделий. - Известие Вузов. Строительство и архитектура, 1966 №1, с.63 -65.
30. Спивак Н.Я., Грызлов B.C., Александров С.Е. Шлакопемзобетон в индустриальном строительстве -Воронеж: Центр, - Черн.кн.из-во, 1979, 113 с.
31. Сторк Ю. Теория состава бетонной смеси. - JL: Стройиздат, 1971, 238с.
32. Сумгин М.И., Калугин С.П., Толстихин Н.И., Тумель В.Ф., Под ред. Обручева В. А. Общее мерзлотоведение. — M-JL, 1940, 340 с.
33. Сычев М.М. Некоторые вопросы активации адгезии вяжущих сис­тем. ЖПХ №5, 1987, с. 982-992.
34. Танабе К. Твердые кислоты и основания. — М.: Мир, 1973, 183 с.
35. Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д. Адсорбция на глинистых минера­лах. - Киев: Наукова думка, 1975, 352 с.
36. Таубе П.Р., Караулов В.М. Влияние поверхностно-активных веществ и электролитов на реологические свойства поверхностных слоев в эмульсиях. Материалы И-й научно-технической конференции по во­просам химии и технологии бетонов. “Приволжскоргтехстрой”, Сара­тов, 1965, с.6-12.
37. Тейлор X.. Химия цемента. Пер.с англ. - М.: Мир, 1996, 560 с.
38. Ткачук М.Е. Морозостойкость и морозосолестойкость бетонов с гидрофобизированными пористыми минеральными добавками: Дис. кан — та техн. наук. — JL, 1990, 53 с.
39. Третьяков Н.С. Филимонов В.И. Изучение относительной протоно- дорной способности ОН-групп поверхностных оксидов методом их спектроскопии. - Кинетика и катализ, 1972, Т.13, №3, с. 815-817.
40. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. Под ред. В.Э.Фигурнова - М.: ИНФА - М, 1998, 528 с.
41. Уорд Дж. Исследование поверхности и реакционной способности цеолитов методом ИК-спектроскопии. Химия цеолитов и катализ на цеолитах, т. І.В.Киселев. Межмолекулярные взаимодействия в ад­сорбции и хромографии. — М.: Мир, 1980, с. 147-346.
42. Флашнен Э.М. Исследование структуры цеолитов методом ИК- спектроскопии. Химия цеолитов и катализ на цеолитах, т.1. М.: Мир, 1980, с. 104 - 146.
43. Шангина Н.Н. О влиянии поверхностных свойств компонентов на реологические свойства структурированных дисперсных систем. Санкт-Петербург, 2004.
44. Шангина Н. Н, Комохов П. Г.. Структурно-химические аспекты поверхностных явлений и способы управления свойствами компози­ционных материалов на неорганических вяжущих. Сб. “Проблемы строительного материаловедения и новые технологии”. - Белгород: Издательство БелГТАСМ, 1995, ч. 1, с. 145 -150.
45. Шрейбер А. К., *Горчаков Г.* И., Абрамов J1. И. Влияние природы и состояния камня на его сцепление с бетоном. - Известия ВНИИГ, 1962, т. 71, с. 227-231.
46. Штарк Й. Взаимосвязь между гидратацией цемента и долговеч­ностью бетона. Цемент. Специальный выпуск. 1-е (9-е). Междуна-

родное совещание по химии и технологии цемента. г.Москва, 1996 г. с. 39-45.

1. Шорт А, П. В. Абелес, Б. К. Бардхен Рой и др. Лёгкие бетоны.
2. Шейнин А.Е., Чеховский Ю.В., Брусер М.И. Структура и свойст­ва цементных бетонов. — М.: Стройиздат, 1979, 343 с.
3. Шейкин А.Е., Доюшиц Л.М. О морозостойкости тяжелых бето­нов. Труды ЛИИЖТ. Применение бетонов повышенной прочности и долговечности в железнодорожном строительстве. -Л., 1983, с.24-30
4. Энтин З.Б., Юдович Б.Э.. Многокомпонентные цементы. — На­учи. тр. НИИ цемент, 1994, вып. 107, с.3-76.
5. Якубов Т.С. О теплоемкости твердых тел, проявляющих фрак- фрактальный характер. Докл. АН СССР, 1990, т.310 №1 с.145-149.
6. Brunauer S., Skalny I., Odler I. Complete pore Structure analysis.- Proc. Of the International Sumposium "Pore structure and Properties of materials". Prague, 1973,1, p. 3-36.
7. Du Pont Co., Instrument Products Div., 510 Moisture Analyzer.
8. Feldman R.F. Helium flow and density measurement of the hyarated triealcium silicate - water system, - Cement and concrete Res. 1972, 2/1/, p. 123-136.
9. FeldmanR.F.(1984). J. Am. Ceram. Soc. 67.30.
10. Joung G.J., Bursh T.P. - J. Colloid Sci., 1960, V.15, N4, p. 361-369.
11. Kondo R., Daimon M. Early hydration of tricalcium silicates a solid reaction with induction and acceleration poriods. — "J.Amer. Ceram. Soc.", 1969, v.52, p. 503-508.
12. Shyder L.P., Ward J.W. Introduction to modern liquid chromatogra­phy ipid, 1966. V 70. N 12/ p 3941 - 3952.
13. Skalny I., Odler I. Pore structure of calcium silicate hydrate. - Cement and concrete Res., 1972, 2141, p. 387-400.
14. Totani Y., Saito Y. and coll. Intern, cong. on the Chem. of cem. Paris, 1980, Vol. 11, 111-95-111-98. The hydration of blast furnace slag ce­ments.
15. Tanaka K., Ozaki A., J.Catalysis, 8, 1 (1967) Bull. Chem. Soc. Japan, 41,2812(1968)
16. Uchikawa, H., Uchida, Sand Ogawa, K., in 8 th ICCC, Vol. 4., p.251 (1986).
17. Walling C., J.Am.Chem.Soc., 72, 1164|1950. Кислотно-основные свойства поверхности твердых веществ. Метод, указания ЛГИ им. Ленсовета. —Л., 1989, 23 с.