

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

УДК ⁵³²~~533.9~~

Номер гос.регистрации 20114431

Инв. № _____

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
Е.В. Ванкевич
« _____ » _____ 2012 г.



ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе
«Влияние акусто-радиоволновой активации воды затворения на
структуру и свойства наномодифицированных портландцементных
систем»

(заключительный)

договор с БРФФИ № Т11ВТ-010 от «15» апреля 2011 года

2011-ГБ-617

Научный руководитель НИР
к.ф.-м.н., доцент

 А.Д. Шилин

" 12 " _____ 12 _____ 2012 г.

Нормоконтролер

 С.О. Королев

" 12 " _____ 18 _____ 2012 г.

Витебск 2012

Список исполнителей

Руководитель темы,

к.ф-м.н., доцент

А.Д. Шилин

12.12.2012

(общее руководство НИР,

введение, заключение, раздел 1-7)

Исполнители:

1. к.ф-м.н., в.н.с.

12.12.2012

В.В. Ажаронок (раздел 1-7,

заключение, введение)

2. к.х.н., с.н.с.

12.12.2012

Н.Х. Белоус (раздел 1-7)

3. к.т.н., с.н.с,

12.12.2012

Н.И. Чубрик (раздел 1-7)

4. н.с.

12.12.2012

А.С. Еремеев (раздел 1-7)

5. лаборант

А.Б. Чернова (раздел 1-7)

12.12.2012

Нормоконтролер

12.12.2012г.

С.О. Королев

Реферат

Отчет 105 с., 30 рис., 1 табл., 102 источника, приложений 1.

АКТИВАЦИЯ, АКУСТО-РАДИОВОЛНОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, ВОДА ЗАТВОРЕНИЯ, СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРЫ, ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ

Объектом исследования были модифицированные суперпластификаторами и углеродными наноматериалами жидкости затворения строительных и стоматологических цементов.

Целью работы являлось исследование влияния условий активации жидкостей затворения портландцементных систем комбинированными акустическими и радиоволновыми электромагнитными полями слабой интенсивности на процессы гидратации, механизмы структурообразования, технологические и механические свойства полученных цементов.

На основе анализа научной, научно-технической и патентной литературы сформулированы основные методические подходы, позволяющие с помощью воздействий акустическими и радиоволновыми полями на жидкости затворения целенаправленно регулировать реологические характеристики цементных смесей и физико-механические свойства цементного камня.

Установлено, что радиоволновое и акустическое воздействие, а также комплексная акусто-радиоволновая обработка жидкостей затворения приводят к устойчивому повышению подвижностей растворных и удобоукладываемости цементных смесей, что дает возможность снижать их водоцементное отношение и улучшать физико-механические свойства цементного камня. Отмечено, что применение активированных акустическими воздействиями растворов суперпластификаторов интенсифицирует процессы гидратации цемента в ранние сроки твердения, ускоряет формирование мелкокристаллических структур, что сопровождается уменьшением пористости, повышением плотности, прочности цементного камня.

Показано, что введение наномодификаторов в стоматологический цемент «Аквадент» не оказывает влияния на нормальную густоту цементного теста и его пластичность, однако повышает время жизнеспособности цемента в 1,2-1,6 раза. При этом плотность наномодифицированных стоматологических материалов в суточном возрасте в отсутствие акустической обработки от содержания наномодификатора не зависит. Дополнительная обработка суспензий ультразвуком в кавитационной области приводит к некоторому увеличению плотности материалов, по сравнению с неактивированными, в среднем, на 2-12%.

Выявлено, что прочность при сжатии образцов «Аквадент» в суточном возрасте в отсутствие ультразвукового воздействия по мере роста содержания УНМ до 0,3 - 0,6% возрастает ~ в 2 раза.

	Введение	7
1	Анализ способов повышения физико-механических и эксплуатационных свойств портландцементных систем с помощью ультразвуковой и радиоволновой активации жидкостей затворения.	9
2	Проектирование оборудования для акусто-радиоволновой активации затворения воды. Адаптация экспериментального стенда для комбинированного воздействия акустических и радиоволновых полей на воду.	35
3	Оборудование и оснастка для проведения акусто-радиоволновой активации воды затворения. Тестирование методик исследований параметров жидкостей затворения и технологических характеристик формируемых портландцементных систем.	51
4	Отработка методики акусто-волновой и ультразвуковой активации затворения воды. Выявление взаимосвязей между параметрами акусто-радиоволновых воздействий и степенью изменения физико-химических свойств модифицированной водной составляющей портландцементных систем.	56
5	Отработка схем и режимов ультразвукового диспергирования различных частиц в затворную воду. Исследование влияния режимов акусто-радиоволновой обработки на физико-химические свойства активированной нано-частицами жидкости затворения.	70
6	Получение портландцементных наномодифицированных систем. Исследование влияния режимов акусто-радиоволновой обработки активированной нано-частицами жидкостей затворения на механизм гидратации, структурообразования и реологические свойства формируемых портландцементных систем	78

7	Исследование физико-механических и эксплуатационных свойств портландцементных систем, полученных с использованием акусто-волновой и ультразвуковой активации затворения воды. Комплексный анализ, обобщение и интерпретация результатов исследований.	88
	Рекомендации по практическому использованию акусто-волновой и ультразвуковой активации затворения воды.	91
	Заключение	93
	Список использованных источников	95

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Помазкин В. А. Физическая активация воды затворения бетонных смесей // Строительные материалы. 2003. № 2. С. 14–16.
- 2 Касаткина В. И., Федосов С. В., Акулова М. В. Влияние механомагнитной активации водных систем на свойства бетона // Строительные материалы. 2007. № 11. С. 58–59.
- 3 Корнилович Ю.Е. Ультразвук в технологии бетона / Ю.Е. Корнилович, В.И. Белохвостикова.- Киев: Госстройиздат. 1964. - 250 с.
- 4 Кузнецов О.Л. Применение ультразвука в нефтяной промышленности / О.Л. Кузнецов, С.А. Ефимова.- М.: Недра. 1983.-380 с.
- 5 Пат. России: 2058971, С04В040/02, Способ изготовления бетонных и железобетонных изделий, Александров В.А. Бушер М.К. Кузьменков С.В., опубли. 2.10.96 г.
- 6 Логанина В.И. Повышение активности воды затворения цементных систем акустическим полем / В.И. Логанина , Г.А.Фокин, Н.Г.Вилкова // Строительные материалы, 2008. - № 11.- С- 14-16.
- 7 Смородов Е.А. Динамика кавитационного пузырька в полярной жидкости / Е.А. Смородов // Письма в ЖТФ. 2006.- Т.32. - №.10.- С 34 -40.
- 8 Зубрилов С.П.Метод упрочнения бетонов путем ультразвуковой активации цементной пасты / С.П. Зубрилов, С.А. Пилицин . – Л : Стройиздат.1968.- 83 с.
- 9 Федоров Н.Ф. Ультразвуковая активация твердения высокоглиноземистых цементов/ Н.Ф. Федоров , О.М. Холина // ЖПХ. 1999. -Т.72.- № 6.- С.906-909.
- 10 Карасева Я.А.Повышение эффективности цементных дисперсных систем водой в метастабильном состоянии / Я.А. Карасева: Автореф. дис. канд.техн.н.- Пенза.2008.30с.
- 11 Фокин Г.А. Повышение физико-механических свойств цементных систем акустической активацией воды затворения / Г.А. Фокин, Я.А. Лошканова-Карасева // Известия ВУЗов. Строительство. 2008.- № 4.- С. 16 - 20.

- 12' Фокин Г.А. Физико-химические основы акустического активирования воды затворения/ Г.А.Фокин, Н.Г. Вилкова, В.И. Логанина, Я.А. Лошканова-Карасева // Региональная архитектура и строительство.- Пенза: ПГУАС.. 2007. - № 2(3).- С. 66-71.
- 13 Фокин Г.А. Влияние физических параметров акустически активированной воды на свойства цементных систем / Г.А.Фокин, Я.А.Карасева // Региональная архитектура и строительство.- Пенза: ПГУАС.- 2008.-№1(4).- С. 104-109.
- 14 Лошканова-Карасева Я.А. Активация процесса структурообразования бетона акустическим полем / Я.А. Лошканова-Карасева , Г.А. Фокин // Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии: сборник материалов VIII международной научно-технической конференции. – Тула: ТГУ. 2007. – С. 36-37.
- 15 Кудяков А.И., Петров А.И, Петров Г.Г., Иконникова К. В. Улучшение качества цементного камня путем многочастотной ультразвуковой активации воды затворения. Вестник томского государственного архитектурно-строительного университета вып. 3. 2012 г. Строительные материалы и изделия.
- 16 Карасева Я. А. Повышение эффективности цементных дисперсных систем водой в метастабильном состоянии. Дисс. к.т.т. : 05.23.05 / Карасева Яна Анатольевна. Пенз. гос. ун-т архитектуры и стр-ва. - Пенза, 2008.- 156 с.
- 17 Логанина В.И., Фокин Г.А., Вилкова Н.Г. Повышение активности воды затворения цементных систем акустическим полем // Строительные материалы. 2008. № 11. С 14-16]
- 18 Круглицкий Н. Н. , Горовенко Г. Г., Малюшевский П. П. Физико-химическая механика дисперсных систем в сильных импульсных полях. Киев: Наукова думка, 1983.],
- 19 Жданок С.А. Новые методы получения углеродных наноматериалов и перспективы их применения. Перспективные технологии и методы контроля. Витебск : изд-во У О «ВГТУ», 2009]
- 20 Рубаник В. В., Клубович В.В. Влияние ультразвуковых колебаний на структуру углеродного наноматериала. III Международная школа «Физическое

- материаловедение». «Наноматериалы технического и медицинского назначения». Тольятти, 2007.-382 с. (с. 175-177).
- 21 В.В. Ажаронок, С.В. Гончарик Н.И. Чубрик, Н.Х. Белоус С.П. Родцевич , В.Д. Кошевар, В.В. Рубаник, О.Н. Махановская. использование воды, активированной акусто-радиоволновой обработкой для затворения портландцементных бетонов / Материалы V Международной конференции по материаловедению и физике конденсированных сред (MSCMP 2010), Кишинев, 13-17 сентября 2010 года, с. 257.
- 22 Инюшин Н.В, Ишемгужин Е.И., Каштанова Л.Е. и др. Аппараты для магнитной обработки жидкостей. Из-во «Реактив», Уфа, 2001 г, -147 с.; Федоров Н.Ф., Халина О.М. Ультразвуковая активация твердения цементов // Журнал прикладной химии, 1999, т.72, №6, с.906-909.
- 23 Пшеничный Г.Н. Электрохимическая схема твердения портландцемента // Бетон и железобетон, 2009, №1, с.27-30.
- 24 Горленко Н.П., Дунаевский Г.Е., Саркисов Ю.С. О механизме влияния электрических полей на водосодержащие объекты // Вестник ТГАСУ, 2003, №2, с.173-179;
- 25 Гончарук В.В., Моляренко В.В., Яременко В.А. Использование ультразвука при очистке воды //Химия и технология воды, 2008, т.30, №3, с.253-277.
- 26 Батраков В.Г. Модифицированные бетоны.- М.: Стройиздат, 1998. 748с.
27. Тейлор Х. Химия цемента.- М.: Стройиздат, 1996. 200 с.
- 28 Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. - М.: Стройиздат, 1978. 190 с.
- 29 Рамачадран В.С., Фельдман Р.Ф., Каллепарди М. Добавки в бетон / Под ред. А.С.Болдырева, В.Б.Ратинова, - М.: Стройиздат,1988. 572 с.
- 30 Блещик Н.П. Особенности и технические проблемы новых видов конструкционных бетонов // Строительная наука и техника.-2005. -№ 1.- С.53-60.
- 31 Попко В.Н. Модификация бетонов химическими добавками - М : Стройиздат, 1979.-150 с.
- 32 Сизов В.П., Королев К.М., Кузин В.Н. Снова об омагниченной воде //Бетон и железобетон. – 1994. - №3

- 33 Арадовский Я.Л., Тер-Осипянц Р.Г., Арадовская Э.М. Свойства бетона на магнитнообработанной воде. //Бетон и железобетон. – 1972. - №4 .
- 34 Бритова А.А., Адамко И.В., Бачурина В.Л. Активация воды лазерным излучением, магнитным полем и их сочетанием // Вестник Новгородского государственного университета-1998.-№7.
- 35 Перевязкина, В.И. Природа обеззараживающего действия импульсного электрического разряда в воде / В.И. Перевязкина // Электроимпульсная технология и электромагнитные процессы в нагруженных телах. – Томск : Изд-во ТПИ, 1982. – С. 98–99.
- 36 Василик П.Г., Голубев И.В. Поликарбоксилатные системы в самовыравнивающихся составах // Строительные материалы.- 2006. -№ 3.-С.12-14.
- 37 Василик П.Г., Голубев И.В. Особенности применения поликарбоксилатных гиперпластификаторов Melflux // Строительные материалы. -2003.- № 9.- С.24-26.
- 38 Соломатов В.И. и др. Интенсивная технология бетонов. - М.: Стройиздат, 1989, с. 69 - 75.
- 39 Круглицкий Н. Н. , Горовенко Г. Г., Малюшевский П. П. Физико-химическая механика дисперсных систем в сильных импульсных полях. Киев: Наукова думка, 1983.
- 40 Гранковский И. Г., Круглицкий Н. Н. О кинетике твердения минеральных вяжущих веществ // Докл. АН СССР. 1970. Т. 194, № 1. С. 147–148.
- 41 Помазкин В. А. Физическая активация воды затворения бетонных смесей // Строительные материалы. 2003. № 2 (приложение). С. 14–16.
- 42 Гранковский И. Г. Структурообразование в минеральных вяжущих системах. Киев: Наукова думка; 1984, С.58.
- 43 Масловский В. М. О механизме влияния слабого магнитного поля на структуру конденсированных сред // Материалы IV науч.-техн. семинара «Обработка импульсным магнитным полем. г. Ботевград, Болгария, 1989. С.5.
- 44 Круглицкий Н. Н. Очерки по физико-химической механике. Киев: Наукова думка, 1988 . С. 79.

- 45 Дворкин О.Л. Эффективность химических добавок в бетонах // Строительные материалы. 2003. №4. С.23-26.
- 46 Тебенихин Е. Ф., Гусев Б. Т. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике. М: Энергия, 1970, 130 с.
- 47 Тебенихин Е. Ф., Горяинов Л. А. Обработка воды для теплоэнергетических установок железнодорожного транспорта. М: Транспорт, 1986 г, 150 с.
- 48 Чумаевский Н. Б., Чумаевский К. Н., Антонович А. В. Магнитная активация при обработке воды в теплоэнергетике // Энергетика и электрификация, 2003. №1. С234-237.
- 49 Классен В.И. Омагничивание водных систем. М: Химия. 1982 . 230 с.
- 50 Бухалов Н.А., Юрченко А.И. Омагниченная вода. Обзор патентной и научно-технической литературы // Труды Нижегородского гос. Университета. 1997, №2, С.246-247.
- 51 Помазкин В. А., Макеева А. А. Перспективные направления применения магнитной активации // Вестник Оренбургского государственного университета. 2001. № 1. С. 109–114.
- 52 Гранковский И. Г., Круглицкий Н. Н., Пасечник Г. А. Кинетика структурообразования в водных цементных и цементно-песчаных дисперсиях под влиянием магнитного поля // Докл. АН УССР. Сер. Б. 1973. № 8. С. 751–754.
- 53 Авторское свидетельство СССР № 237664, С 04В 40/00, Нейман Б.А, опубл. 15.03.62, б. №10.
- 54 Афанасьева В.Ф. Магнитная обработка воды при производстве сборного железобетона //Бетон и железобетон. – 1993. - №11.
- 55 30. Королев К.М., Медведев В.М. Магнитная обработка воды в технологии бетона. // Бетон и железобетон.1971.№8.С 47-52.
- 56 Зеленков В.Е. Электромагнитная активация воды в процессе приготовления твердеющей закладки // Горный журнал,1978, №6, с. 41-48.
- 57 Байконуров О.А. Технология добычи руд с твердеющей закладкой. М.»Недра»,1979, с.44.

- 58 Фаликман В.Р., Вайнер А.Я., Башлыков Н.Ф. Новое поколение суперпластификаторов // Бетон и железобетон, 2000. №5, С 5-8.
- 59 Патент России 2028995, Способ приготовления бетонной смеси и бетонная смесь, С04В40/00, Рахманов В.А.; Ткаченко Ю.П.; Козловский А.И.; опубл. 20.02.1995.
- 60 Гранковский И. Г., Круглицкий Н. Н., Пасечник Г. А. и др. Сочетание обработки воды затворения в магнитном поле и последующей оптимальной виброактивации для улучшения физико- механических свойств дисперсий минеральных вяжущих веществ // Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем. Новочеркасск : Изд – во Новочеркасск. политехнического Института, 1975. С. 213–217.
- 61 Чернова К.В. Развитие и перспективы применения магнитного воздействия на скважинную продукцию в нефтедобыче. Уфа: издательство «Монография», 2005. 108 с.
- 62 Шайдаков В.В., Емельянов А.В., Чернова К.В. К вопросу о механизме магнитной обработки // Laboratory. ru, сборник трудов по науке и технике. 2003. С 7-20.
- 63 Лукьянов Е.Ф., Нечаев А.В., Хиневич А.Е., Слоневская А.В. О едином механизме воздействия магнитного поля на свойства немагнитных материалов // Високі технології в машинобудуванні, сборник научных трудов Харьковского политехнического института, 2008.
- 64 Гульков А.Н., Заславский Ю.А., Ступаченко П.П. Применение магнитной обработки воды на предприятиях Дальнего Востока. Владивосток: изд-во Дальневосточн. ун-та. 1990. С. 134.
- 65 Эпштейн Е.А., Рыбаков В.А. Магнитная активация воды в промышленно-строительных материалах // Инженерно-строительный журнал. 2009. №4. С. 32-38.
- 66 Ружинский С. Все о пенобетоне, ч.2. Омагничивание водно-дисперсных систем применительно к прикладному бетонведению // URL: <http://www.ibeton.ru/a32.php>.

- 67 Патент России № 2096759, G01N15/04, C02F 1/48, Экспресс-анализ физической активации жидкостей, Помазкин В.А., опубл. 20.11.1997 г.
- 68 Аппараты для магнитной обработки воды серии АМО. Чебоксары, 1987, с. 19-21.
- 69 Пиккарди Дж. Химические основы медицинской климатологии, Л. 1967, с. 53-54.
- 70 Касаткина В. И., Федосов С. В., Акулова М. В. Влияние механомагнитной активации водных систем на свойства бетона // Строительные материалы. 2007. № 11. С. 58–59.
- 71 Гранковский И. Г., Круглицкий Н. Н., Пасечник Г. А. и др. Сочетание обработки воды затворения в магнитном поле и последующей оптимальной виброактивации для улучшения физико-механических свойств дисперсий минеральных вяжущих веществ // Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем. Новочеркасск : Изд – во Новочеркасского политехнического Института, 1975. С. 213–217.
- 72 Патент России 2016885, C04B40/00, Способ приготовления бетонной смеси, Гусев Б.В.; Грицюк Т.В.; Зазимко В.Г., опубл. 30.07.1994.
- 73 Горленко Н. П. Низкоэнергетическая активация цементных и оксидных вяжущих систем электрическими и магнитными полями: Автореф. дис. д-ра техн. наук. Томск, 2007.
- 74 Пат. России 2117434, A23L1/025, A23L2/38, C02F1/48, Устройство для обработки веществ в магнитном поле, Лаптев Б.И., опубл. 28.08.98.
- 75 Пат. России 2118496, A23L1/025, C02F1/48, Устройство для обработки веществ в магнитном поле, Лаптев Б.И., опубл. 10.02.99.
- 76 <http://www.nanometer.ru/2007/04/28/nanoparticle.html>
- 77 Патент России №2438645. Стеклоиономерный цемент с добавлением наночастиц кремния. А61К6/02 опубл. 10.01.2012
- 78 Пономарев А. Н. Высококачественные бетоны. Анализ возможностей и практика использования методов нанотехнологии // Инженерно-строительный журнал. – СПб. 2009. Т 8. №6. С. 25–33

- 79 Староверов В. Д. Структура и свойства наномодифицированного цементного камня: автореферат дис. ... канд. техн. наук. - СПб, 2009. - 17 с.
- 80 Жданок С.А. Новые методы получения углеродных наноматериалов и перспективы их применения. Перспективные технологии и методы контроля. Витебск : изд-во У О «ВГТУ», 2009
- 81 Нанотехнологии в биологии и медицине: современное состояние вопроса. В сб. «Нанотехнологии в биологии и медицине», под ред. Шляхто Е.В. 2009г.
- 82 А.И. Николаев, Л.А. Лобовкина, Н.А. Голева, Д.А. Николаев, Е.В. Воронцова. Новое в стоматологии. 2008, №4, с. 5860-5870
- 83 Лобовкина Л.А., Николаев А.И., Романов А.М. Нанонаполненные композиционные материалы для реставрации зубов // Стоматолог-практик, №4, 2009 г., с.8-11
- 84 Патент России 2375038. Полимеризуемый стоматологический материал, содержащий наполнитель и способ его производства. А61К6/027, опубл. 10.12.2009
- 85 Посохова В.Ф. Метакрилатсодержащие олигоорганосилсесквиоксаны и модифицированные ими полимерные стоматологические материалы. дисс. к.х.н. .2008. М: Рос. хим.-технол. ун-т им. Д.И. Менделеева.- 124 с
- 86 Инюшин Н.В, Ишемгужин Е.И., Каштанова Л.Е. и др. Аппараты для магнитной обработки жидкостей. Из-во «Реактив», Уфа, 2001 г, -147 с.
- 87 Федоров Н.Ф., Халина О.М. Ультразвуковая активация твердения цементов // Журнал прикладной химии, 1999, т.72, №6, с.906-909
- 88 Пшеничный Г.Н. Электрохимическая схема твердения портландцемента // Бетон и железобетон, 2009, №1, с.27-30
- 89 Горленко Н.П., Дунаевский Г.Е., Саркисов Ю.С. О механизме влияния электрических полей на водосодержащие объекты // Вестник ТГАСУ, 2003, №2, с.173-179
- 90 Гончарук В.В., Моляренко В.В., Яременко В.А. Использование ультразвука при очистке воды // Химия и технология воды, 2008, т.30, №3, с.253-277
- 91 Пугачев С.И., Семенова Н.Г. «Ультразвук в технологии машиностроения». – Архангельск: 1991. 327 с.

- 92 Теумин И.И. Ультразвуковые колебательные системы. М.: Машгиз, 1960. 323 с.
- 93 Костин Л.Г., Бучек Л.Т., Шкиль В.М. Схемы ультразвукового прессования порошковых материалов и инженерные методы расчета акустической системы/ Костин Л.Г. [и др.] // «Порошковая металлургия», 1971 г. - № 4. - С. 13-17.
- 94 Артемьев В.В., Клубович В.В., Рубаник В.В. Ультразвук и обработка материалов. – Мн.: «Экоперспектива
- 95 Пономарев А. Н. Высококачественные бетоны. Анализ возможностей и практика использования методов нанотехнологии // Инженерно-строительный журнал. – СПб. 2009. Т 8.№6. С. 25–33.
- 96 Белоус Н.Х, Ажаронок В.В., Родцевич С.П., Кошевар В.Д. Влияние магнитной и акустической обработки растворов суперпластификаторов на свойства портландцементных бетонов// Инженерно-физический журнал, 2012, т. 85, №3, с. 460-467.
- 97 Шурыгина Н.А. Бетоны повышенной эффективности с использованием портландцемента, активированного наномодификатором, авт. дисс. к.т.н.2009.Улан-Уде. 25 с.
98. Маева И.С. Структурирование ангидритовой матрицы нанодисперсными модифицирующими добавками / И.С. Маева, Г.И. Яковлев, Г.Н. Первушин, А.Ф. Бурьянов, А.П. Пустовгар // Строительные материалы.-2009.-№6.-С.4-5.
- 99 Ваучский М.Н. Направленное формирование упорядоченной надмолекулярной кристаллогидратной структуры гидратированных минеральных вяжущих //Вестник гражданских инженеров. 2005.Т.3. №2.С.44-47.
- 100 Пономарев А.Н. Техничко-экономические аспекты и результаты практической модификации конструкционных материалов микродобавками нанодисперсных фуллероидных модификаторов // Вопросы материаловедения. 2003. Т 35. №3. С 49-57 .
- 101 Стрелюхина Т.Ф. Стоматологические пломбировочные материалы. 1969. Л : Медицина .239 с.

102 Рыбаков А.И., Иванов В.С., Каральник Д.М. Пломбировочные материалы.
1981.М : Медицина. 176 с.