

ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На правах рукописи

РАПИНА КОНСТАНТИН АЛЕКСЕЕВИЧ

УДК 666.81.84

**ГИПСОВЫЕ САМОНИВЕЛИРУЮЩИЕСЯ СТЯЖКИ
С ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ СТОКОМ ВЛАГИ**

05.23.05 – Строительные материалы и изделия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:
Золотов Михаил Сергеевич,
кандидат технических наук,
профессор

Харьков – 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
Раздел 1. Обобщение сведений о стяжках полов и анализ проблем применения гипсовых самонивелирующихся стяжек	12
1.1. Общие сведения о стяжках полов.....	12
1.2. Монолитные стяжки на основе гипсовых вяжущих.....	17
1.2.1. Однослойные монолитные стяжки.....	18
1.2.2. Двухслойные монолитные стяжки.....	23
1.3. Анализ проблем применения гипсовых самонивелирующихся стяжек.....	24
Выводы по разделу	26
Раздел 2. Анализ и развитие теоретических представлений о твердении гипсовых вяжущих, как основы для создания высокоэффективных самонивелирующихся стяжек	28
2.1. Свойства и строение составляющих гипсового камня.....	28
2.2. Анализ теорий твердения неводостойких гипсовых вяжущих.....	33
2.3. Особенности твердения водостойких гипсовых вяжущих.....	40
2.4. Основы термодинамического описания процессов твердения вяжущих.....	43
2.5. Термодинамическое описание многостадийных процессов твердения вяжущих систем как основы для анализа структурообразования двухслойных стяжек.....	46
2.6. Принципиальная схема двухслойных стяжек с физико-химическим стоком влаги.....	50
Выводы по разделу	53
Раздел 3. Объекты и методики исследования, характеристика материалов	55
3.1. Планирование экспериментальных исследований.....	55
3.2. Объекты исследования.....	56
3.3. Методики исследования свойств гипсовых вяжущих.....	61
3.4. Методики термодинамических исследований твердения гипсовых вяжущих на модельных системах стяжек.....	63

3.4.1. Методика определения влагосодержания и химически связанной воды.....	63
3.4.2. Методика определения потенциала оводнения и относительного давления водяного пара.....	64
3.4.3. Методика исследования процессов гидрато- и структурообразования.....	67
3.4.4. Методика определения активности оводнения.....	68
3.4.5. Методика определения потока массы влаги через плоскость раздела слоев стяжки.....	68
3.5. Методика физико-механических исследований твердения гипсовых вяжущих на модельных системах стяжек.....	69
3.6. Методики физико-химических исследований твердения гипсовых вяжущих на модельных системах стяжек.....	69
3.7. Методика исследования кинетики изменения влажностного состояния фрагментов стяжек.....	70
3.8. Методика исследования стяжек в производственных условиях.....	71
3.9. Характеристика материалов, использованных в исследовании.....	72

Раздел 4. Термодинамические и физико-механические исследования твердения гипсовых вяжущих в закрытой системе без стока влаги и с физико-химическим стоком влаги.....	75
4.1. Варианты исследованных гипсовых модельных систем самонивелирующихся стяжек.....	75
4.2. Термодинамические исследования твердения гипсовых модельных систем самонивелирующихся стяжек.....	81
4.2.1. Кинетика изменения влажностного состояния.....	81
4.2.2. Кинетика изменения потока массы влаги из подсистемы <i>A</i> в подсистему <i>B</i>	87
4.2.3. Кинетика изменения активности оводнения.....	90
4.2.4. Кинетика изменения степеней завершенности гидрато- и структурообразования.....	91

4.2.5. Кинетика изменения скоростей процессов гидрато- и структурообразования.....	92
4.3. Физико-механические исследования твердения гипсовых модельных систем самонивелирующихся стяжек.....	97
Выводы по разделу.....	99
Раздел 5. Физико-химические исследования твердения гипсовых вяжущих в закрытой системе без стока влаги и с физико- химическим стоком влаги.....	101
5.1. Рентгенографические исследования твердения гипсовых модельных систем самонивелирующихся стяжек.....	101
5.2. Исследования твердения гипсовых модельных систем самонивелирующихся стяжек с помощью ИК – спектроскопии.....	110
5.3. Электронно-микроскопические исследования твердения гипсовых модельных систем самонивелирующихся стяжек.....	117
Выводы по разделу.....	123
Раздел 6. Практическое использование результатов исследования	125
6.1. Кинетика изменения влажностного состояния фрагментов гипсовых самонивелирующихся стяжек	125
6.1.1. Исследованные фрагменты гипсовых стяжек.....	125
6.1.2. Кинетика изменения влагосодержания фрагментов гипсовых стяжек.....	128
6.1.3. Кинетика изменения потенциала оводнения и относительного давления водяного пара в самонивелирующемся слое фрагментов гипсовых стяжек.....	132
6.2. Опытное-промышленное внедрение гипсовых самонивелирующихся стяжек с физико-химическим стоком влаги.....	135
6.2.1. Характеристика объектов.....	135
6.2.2. Характеристика выполненных стяжек.....	135
6.2.3. Механизмы и инструменты для производства работ.....	136

6.2.4. Технологическая последовательность выполнения работ.....	137
6.2.5. Контроль качества выполненных работ.....	139
6.2.6. Охрана труда при устройстве стяжек.....	141
Выводы по разделу.....	143
Общие выводы.....	144
Список использованных источников.....	146
Приложение А.....	162
Приложение Б.....	166
Приложение В.....	169

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. Существующая жилищная политика Украины вызывает обоснованную критику граждан и сдерживает развитие страны. Почти 13 % населения не имеют отдельного жилья. Наблюдается дефицит качественного и одновременно доступного по стоимости жилья для средне- и малообеспеченных групп населения.

Для решения этих вопросов разработана государственная целевая социально-экономическая программа строительства доступного жилья на 2009-2016 гг. Для ее успешной реализации особо актуальным является применение эффективных технологий и материалов для выполнения отделочных работ, к которым должны предъявляться высокие требования качества, надежности, долговечности и экологичности. Одной из основных операций при внутренней отделке помещений является устройство стяжки пола.

В целом, при устройстве стяжек в современных условиях наиболее востребованы монолитные самонивелирующиеся стяжки. Их в свою очередь целесообразней изготавливать на основе гипсовых вяжущих. Растворы на их основе отличаются положительными свойствами: в первую очередь – это отсутствие усадочных деформаций, интенсивный набор прочности, эффективные теплофизические показатели и огнестойкость, высокая паропроницаемость.

Сдерживающим фактором их широкого распространения является введение в вяжущие композиции стяжек значительного количества технологической воды (для обеспечения самонивелирующейся консистенции), которая создает проблему, связанную с их длительным высыханием перед устройством лицевого покрытия. Применение пластифицированных гипсовых растворов, где уменьшение технологической влаги достигается за счет разжижающей способности суперпластификаторов, не решает данную проблему. Так как наиболее эффективные из них обладают неудовле-

творительными экологическими показателями, что не позволяет создать комфортную экологически чистую среду в помещении.

Таким образом, актуальность работы обусловлена необходимостью разработки принципиально новых научных и технических решений проблемы длительного высыхания гипсовых самонивелирующихся стяжек, которые могут быть найдены при анализе процессов твердения гипсовых вяжущих.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Работа выполнена по координационному плану Министерства образования и науки Украины, задание 22 – «Создание новых эффективных строительных материалов, изделий и конструкций на основе веществ органического и неорганического происхождения, технологий и оборудования для их производства» (№ государственной регистрации 0199U004285).

Цель и задачи исследований.

Целью работы является разработка высокоэффективных гипсовых самонивелирующихся стяжек с сокращенным временем их высыхания, путем организации физико-химического стока избыточной влаги.

Для достижения этой цели в диссертационной работе были поставлены и решены следующие задачи:

- **проанализировать** теоретические представления о твердении гипсовых вяжущих;
- **разработать** принципиальную схему двухслойной гипсовой самонивелирующейся стяжки с физико-химическим стоком влаги (ФХСВ), а также высокоэффективные композиции самонивелирующегося и контактного слоев стяжек;
- **определить** методики исследования гидрато-, структурообразования и массопереноса, пригодные для проведения экспериментального исследования модельных систем и образцов-фрагментов стяжки с ФХСВ;
- **изучить** особенности процессов твердения гипсовых вяжущих в системах с ФХСВ с помощью термодинамических, физико-механических и физико-химических исследований;

- *разработать* мероприятия, направленные на увеличение интенсивности физико-химического стока влаги;

- *экспериментально установить* влияние введения теплозвуко-изоляционного заполнителя в контактный слой на интенсивность потока массы влаги;

- *осуществить* опытно-промышленное внедрение разработанных стяжек на строительных объектах.

Объект исследования – гипсовые самонивелирующиеся стяжки с физико-химическим стоком влаги.

Предмет исследования – процессы твердения и массопереноса в гипсовых системах с ФХСВ.

Методы исследования. Экспериментальные исследования проводили с использованием существующих методов термодинамического анализа твердения вяжущих и разработанных методик: определения потока массы через плоскость раздела слоев стяжки, определения прочности модельных систем стяжек при сжатии, исследования образцов-фрагментов стяжек, исследования стяжек в производственных условиях. В работе использованы современные методы физико-химических исследований.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- *развиты* теоретические представления о механизме твердения гипсовых вяжущих, согласно которым твердение неводостойких гипсовых вяжущих обусловлено образованием электрогомогенных контактов между одноименно-заряженными частицами, а при твердении известных водостойких гипсовых вяжущих присутствуют противоположно заряженные частицы, между которыми формируются электрогетерогенные контакты, обладающие по сравнению с электрогомогенными повышенной прочностью и водостойкостью;

- *разработана* принципиальная схема двухслойной гипсовой самонивелирующейся стяжки с физико-химическим стоком влаги, при котором возможна интенсификация структурообразования гипсовых

вяжущих в закрытой системе за счет уплотнения контактов с переводом образующейся структуры в типичную капиллярно-пористую;

- *показано*, что в закрытых системах с ФХСВ наблюдается торможение процесса гидратообразования, сопровождаемое интенсификацией структурообразования гипсового камня, причем данный процесс может протекать до практически полного завершения;

- *экспериментально установлено*, что в результате физико-химического стока влаги прочность при сжатии самонивелирующегося слоя стяжки увеличивается на 26-38 %, по сравнению с аналогичной вяжущей подсистемой, твердеющей без контактного стока влаги;

- *установлено*, что за счет ФХСВ наблюдаются значительные изменения структуры гипсового камня – увеличивается его плотность, снижается количество пор, и в целом формируется более совершенная мелкокристаллическая структура, в которой отмечается большее число микроконтактов между кристаллами, что в свою очередь приводит к увеличению прочностных характеристик;

- *разработаны* композиции самонивелирующегося и контактного слоев стяжек из гипсовых вяжущих, общая длительность высыхания которых в термодинамически открытых системах в 4,2 – 10,7 раз короче, чем в традиционных вариантах устройства гипсовых стяжек полов.

Практическое значение полученных результатов состоит в сокращении времени высыхания гипсовых самонивелирующихся стяжек, путем использования разработанной двухслойной стяжки с физико-химическим стоком влаги.

Результаты диссертационной работы были внедрены при строительстве супермаркета «Сент» и склада готовой продукции ООО «Пинфок» в г. Павлограде (Днепропетровская обл.) – осуществлено устройство гипсовых самонивелирующихся стяжек под полы. Применение разработанных стяжек с ФХСВ позволило получить определенный экономический эффект по сравнению с использованием традиционных решений, который докумен-

тально подтвержден и суммарно составляет 41 398 грн.

Личный вклад соискателя заключается в следующем: *обоснована и представлена* принципиальная схема самонивелирующейся двухслойной стяжки с физико-химическим стоком влаги; *проведены и проанализированы* термодинамические и физико-механические исследования твердения гипсовых вяжущих в закрытых системах без стока влаги и с ФХСВ; *разработаны* мероприятия, направленные на увеличение интенсивности физико-химического стока влаги; *получены* экспериментальные данные о кинетике влажностного состояния фрагментов гипсовых стяжек с ФХСВ; *установлено* влияние введения теплозвукоизоляционного заполнителя в контактный слой на интенсивность физико-химического стока влаги.

В соавторстве *проведены* теоретические и *проанализированы* физико-химические исследования.

Апробация результатов диссертации. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на: 45-м международном семинаре по моделированию и оптимизации композитов «Компьютерное материаловедение и обеспечение качества» (г. Одесса, 2006 г.); 46-м международном семинаре по моделированию и оптимизации композитов «Моделирование в компьютерном материаловедении» (г. Одесса, 2006 г.); 47-м международном семинаре по моделированию и оптимизации композитов «Компьютерное материаловедение и прогрессивные технологии» (г. Одесса, 2008 г.); II международной научно-технической интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства» (г. Харьков, ХНАГХ, 2007 г.); XXXIII, XXXIV научно-технических конференциях преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства (2006, 2008 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них: 7 статей в специализированных изданиях, рекомендованных ВАК Украины и 6 тезисов докладов на научных конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения,

пяти разделов, общих выводов, списка использованных литературных источников из 167 наименований и приложений. Полный объем диссертации – 171 страниц, в том числе: 145 страниц основного текста, 71 иллюстрация и рисунок, 17 таблиц. В приложениях приведены: расчет экономического эффекта, справки о внедрении результатов исследования, акты контрольных проверок качества выполненных работ по устройству разработанных стяжек.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алтыкис М. Б. Гипс. Строительные материалы и изделия / М. Б. Алтыкис, Р. З. Рахимов. – Казань : КИСИ, 1994. – 104 с.
2. Ахвердов И. Н. Коррозионная стойкость бетона / И. Н. Ахвердов // Бетон и железобетон. – 1964. – № 11. – С. 489-492.
3. Бабушкин В. И. Роль коллоидно-химических и осмотических явлений в процессах структурообразования, формирования свойств и обеспечения стойкости цементных систем / В. И. Бабушкин, В. И. Кондращенко // Бетон и железобетон в Украине. – 2007. – № 3 (37). – С. 22-26.
4. Бабушкин В. И. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона / В. И. Бабушкин. – М. : Стройиздат, 1968. – 187 с.
5. Баженов Ю. М. Проблемы технологии бетона / Ю. М. Баженов, С. А. Миронов // Труды VII Всесоюзной конференции по бетону и железобетону. – М. : Стройиздат, 1972. – С. 37-47.
6. Баженов Ю. М. Технология бетона / Ю. М. Баженов. – М. : Высшая школа, 1987. – 449 с.
7. Баженов Ю. М. Технология сухих строительных смесей / Ю. М. Баженов, В. Ф. Коровяков, Г. А. Денисов. – М. : АСВ, 2003. – 96 с.
8. Байков А.А. Собрание трудов / А. А. Байков // Труды в области вяжущих веществ и огнеупорных материалов. – 1948. – т.5 – С.79-90.
9. Балдин В. П. Современные виды эффективных гипсовых изделий и способы их производства / В. П. Балдин. – М. : ВНИИЭСМ, 1990. – 142 с.
10. Безбородов В. А. Сухие смеси в современном строительстве / В. А. Безбородов, В. И. Белан, П. И. Мешков. – Новосибирск : Наука, 1998. – 95 с.
11. Безух А. В. Сухі будівельні суміші – новий напрямок в промисловості будівельних матеріалів / А. В. Безух, Є. К. Карапузов, Г. Лутц // Строительные материалы и изделия. – 2001. – № 2. – С. 7-8.
12. Белоусов Е. Д. Полы жилых и общественных зданий / Е. Д.

Белоусов, Е. М. Линде, А. С. Быков. – М. : Стройиздат, 1974. – 336 с.

13. Бийтц Р. Химические добавки для улучшения качества строительных растворов / Р. Бийтц, Х. Линдернау // Строительные материалы. – 1999. – № 3. – С. 34-36.

14. Бойко Б. И. Порогипс на основе кислых отходов производств / Б. И. Бойко, Л. И. Бабкин, А. Н. Невакшенов // Строительные материалы. – 1986. – № 5. – С. 22-23.

15. Будмайстер – сухие строительные смеси. Техническая информация. – 2005. – 50 с.

16. Будников П. П. Гипс. Его исследования / П. П. Будников. – М. : Стройиздат, 1950. – 374 с.

17. Бутт Ю. М. Твердение вяжущих при повышенной температуре / Ю. М. Бутт, Л. Н. Рашкович. – М. : Стройиздат, 1965. – 224 с.

18. Бутт Ю. М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю. М. Бутт, М. М. Сычев, В. В. Тимашев. – М. : Высшая школа, 1980. – 472 с.

19. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский. – [2-е изд.]. – М. : Финансы и статистика, 1981. – 263 с.

20. Волженский А. В. Гипсовые материалы и изделия / А. В. Волженский, А. В. Ферронская. – М. : Стройиздат, 1974. – 328 с.

21. Волженский А. В. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие, бетоны и изделия / А. В. Волженский, В. И. Стамбулко, А. В. Ферронская. – М. : Стройиздат, 1971. – 318 с.

22. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский. – М. : Стройиздат, 1986. – 464 с.

23. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников. – М. : Стройиздат, 1973. – 479 с.

24. Волженский А. В. О зависимости структуры и свойств цементного камня от условий его образования и твердения / А. В. Волженский // Строи-

тельные материалы. – 1964. – № 4. – С. 10-13.

25. Волженский А. В. О процессах твердения цемента и их влиянии на микроструктуру и некоторые физические и механические свойства образующегося камня / А. В. Волженский, Ю. Д. Чистов // Труды VI конференции по бетону и железобетону. – М. : Стройиздат, 1966. – С. 3-9.

26. Гамм Х. Современная отделка помещений с использованием комплексных систем Кнауф / Х. Гамм. – М. : АСВ, 2000. – 92 с.

27. Генкин А. Р. Потенциалометрический метод исследования процессов структурообразования при твердении цементов: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук / А. Р. Генкин. – Челябинск, 1977. – 19 с.

28. Гиббс Д. В. Термодинамические работы / Д. В. Гиббс; [пер. с англ.]. – М. : Гостехиздат, 1950. – 442 с.

29. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. / Под ред. А. В. Ферронской. – М. : АСВ, 2004. – 488 с.

30. Гипсовые материалы и изделия. / Под ред. Ю. В. Гудкова. – М. : Стройиздат, 1989. – 212 с.

31. Горлов Ю. П. Технология теплоизоляционных материалов / Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, А. А. Устенко. – М. : Стройиздат, 1980. – 395 с.

32. Горчаков Г. И. Вяжущие вещества, бетоны и изделия из них / Г. И. Горчаков, М. И. Хигерович, О. М. Иванов. – М. : Высшая школа, 1976. – 245 с.

33. Горчаков Г. И. Состав, структура и свойства цементных бетонов / Г. И. Горчаков, Л. П. Орендлихер, В. И. Савин. – М. : Стройиздат, 1976. – 145 с.

34. Горшков В. И. Основы физической химии / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 407 с.

35. Гранданс Ю. Я. Самонивелирующиеся стяжки под полы на основе ангидритового вяжущего из фосфогипса / Ю. Я. Гранданс, Е. В. Гирш, Е. В. Моисеева // Строительные материалы. – 1989. – № 12. – С. 17.

36. Гранковский И. Г. Кинетика структурообразования в водных дисперсиях полуводного гипса / И. Г. Гранковский, Н. Н. Круглицкий, Г. А. Пасечник // Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем. – К. : Наукова думка, 1971. – Вып. 3. – С. 173-176.

37. ДБН В.2.7-64-97 : Будівельні матеріали. Правила застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах. – [Чинний від 1998-01-04]. – К. : Держбуд України, 1999. – 66 с. – (Національний стандарт України).

38. Дворкін Л. Й. Гіпсові композиції для наливних підлог із добавкою мінеральної вати / Л. Й. Дворкін, В. В. Житковський, Е. В. Ковалик // Сучасні тенденції розвитку і виробництва силікатних матеріалів. Матеріали II науково-практичної конференції. – Львів, 2008. – С. 20-22.

39. Дворкін Л. Й. Основи бетонознавства / Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін. – К. : Основа, 2007. – 616 с.

40. Дерягин Б. В. Поверхностные силы / Б. В. Дерягин, Н. В. Чураев, В. М. Муллер. – М. : Наука, 1987. – 399 с.

41. Дзенис В. В. Ультразвуковой контроль твердеющего бетона / В. В. Дзенис, В. Х. Лапса. – М. : Стройиздат, 1971. – 111 с.

42. Дибров Г. Д. Молекулярно-поверхностные явления в дисперсных структурах, деформируемых в активных средах: автореф. дис. на соискание учен. степени докт. техн. наук / Г. Д. Дибров. – Киев, 1970. – 32 с.

43. ДСТУ Б В.2.7-82-99 : Будівельні матеріали. В'язучі гіпсові. Технічні умови. – [Чинний від 1999-03-02]. – К. : Держбуд України, 1999. – 29 с. – (Національний стандарт України).

44. Заренин В. К. Полы из легкобетонных плит / В. К. Заренин, В. Н. Богословский, Д. А. Топчан // Сельское строительство. – 1981. – № 4. – С. 12.

45. Захарченко П. В. Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали / П. В. Захарченко, Е. М. Долгий, Ю. О. Галаган. – К. : КНУБА, 2005. – 512 с.

46. Иваницкий В. В. Наливные самонивелирующие стяжки полов на

основе гипсовых вяжущих / В. В. Иваницкий, В. Ф. Гончар, А.Ш. Бурьянов // Экспресс-информация ВНИИЭСМ (отечественный опыт). – 1986. – Вып. 5. – С. 45.

47. Идорн Г. М. Гидратация цементного теста при повышенной температуре и атмосферном давлении / Г. М. Идорн // Труды V Международного конгресса по химии цементов. – М. : Стройиздат, 1973. – С. 352-373.

48. Измайлова В. Н. Исследование структурообразования в водных суспензиях гипса / В. Н. Измайлова, Е. Е. Сегалова, П. А. Ребиндер // Доклады академии наук СССР. – 1956. – №3. – С. 425-427.

49. Инструкция по технологии устройства самонивелирующихся наливных гипсовых стяжек под полы. РСН 52-85, Госстрой Латвийской ССР. – Рига : ЛатНИИСтроительства, 1985. – 16 с.

50. Калоусек Г. Л. Процессы гидратации на ранних стадиях твердения цемента / Г. Л. Калоусек // Труды VI Международного конгресса по химии цементов. – М. : Стройиздат, 1976. – Т. 2. – Кн. 2. – С. 65-81.

51. Капранов В. В. Твердение вяжущих веществ и изделий на их основе / В. В. Капранов. – Челябинск : Южно-Уральское изд-во, 1976. – 191 с.

52. Карапузов Е. К. Сухие строительные смеси / Е. К. Карапузов, Г. Лутц, Х. Герольд. – К. : Техника, 2000. – 226 с.

53. Каргин В. А. О механизме образования коллоидных частиц / В. А. Каргин, З. Я. Берестнева // Успехи химии. – 1955. – Т. 24. – № 3. – С. 249-255.

54. Кондращенко Е. В. Термодинамическое обоснование повышения эксплуатационных характеристик строительного гипса / Е. В. Кондращенко // Проблемы и достижения строительного материаловедения. Материалы международной научно-практической интернет-конференции [электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://conf.bstu.ru>.

55. Кондращенко О.В. Гіпсові будівельні матеріали підвищеної міцності і водостійкості (фізико-хімічні та енергетичні основи): Автореф. дис. ... доктора техн. наук : /О.В.Кондращенко. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 40 с.

56. Коровяков В. Ф. Гипсовые вяжущие и их применение в строительстве / В. Ф. Коровяков // Химия современных строительных материалов. – 2003. – № 4. – С. 18-25.
57. Коровяков В. Ф. Сухие строительные смеси для полов / В. Ф. Коровяков // Стройпрофиль. – 2004. – № 7. – С. 16-20.
58. Кривицкий М. Я. Ячеистые бетоны / М. Я. Кривицкий, Н. И. Левин, В. В. Макаричев. – М. : Стройиздат, 1972. – 135 с.
59. Крутов В. И. Подготовка оснований под полы в промышленных зданиях / В. И Крутов, Р. П. Эйдук, И. Ф. Мухрыгин // Промышленное строительство. – 1984. – № 6. – С. 18.
60. Крыхтин Г. С. Скорость гидратации и дисперсность цементов / Г. С. Крыхтин, В. И. Жарко // Труды VI Международного конгресса по химии цементов. – М. : Стройиздат. – 1976. – Т. 2. – Кн. 2. – С. 179-182.
61. Кульский Л. А. Вода знакомая и загадочная / Л. А. Кульский. – М. : Информационное издание, 1999. – 53 с.
62. Курбатова И. И. Химия гидратации портландцемента / И. И. Курбатова. – М. : Стройиздат, 1977. – 159 с.
63. Кшивоблоцка-Ляуров Р. Гидратация цемента при повышенных температурах / Р. Кшивоблоцка-Ляуров // Труды VI Международного конгресса по химии цементов. – М. : Стройиздат. – 1976. – Т. 2. – Кн. 2. – С. 139-142.
64. Ларионова З. М. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного состава и бетона / З. М. Ларионова, Л. В. Никитина, В. Р. Гарашин. – М. : Стройиздат, 1977. – 264 с.
65. Лащенко В. А. Новые данные о механизме гидратации портландцемента / В. А. Лащенко // ЖПХ. – 1974. – Т. 42. – № 7. – С. 1644-1646.
66. Лесовик В. С. Гипсовые вяжущие материалы и изделия / В. С. Лесовик, С. А. Погорелов, В. В. Строкова. – Белгород : Изд-во Бел ТАСМ, 2000. – 223 с.
67. Ли Ф. М. Химия цемента и бетона / Ф. М. Ли ; [перевод с англ.]. –

М. : Стройиздат, 1961. – 645 с.

68. Лохер Ф. В. Исследование механизма гидратации цемента / Ф. В. Лохер, В. Рихартц // Труды VI Международного конгресса по химии цементов. – М. : Стройиздат, 1976. – Т. 2. – Кн. 1. – С. 122-134.

69. Лыков А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – М. : Энергия, 1968. – 472 с.

70. Лыков А. В. Тепло- и массообмен в процессах сушки / А. В. Лыков. – М. : Госэнергоиздат, 1956. – 464 с.

71. Мак И. Л. Производство гипса и гипсовых изделий / И. Л. Мак, В. Б. Ратинов, С. Г. Силенок. – М. : Госстройиздат, 1961. – 200 с.

72. Малинина Л. А. Тепловлажностная обработка тяжелого бетона / Л. А. Малинина. – М. : Стройиздат, 1977. – 160 с.

73. Масару Эмото. Послания воды: Тайные коды кристаллов льда / Масару Эмото; [перевод с англ.]. – М. : Издательский дом «София», 2005. – 96 с.

74. Мешков П. И. Способы оптимизации составов сухих строительных смесей / П. И. Мешков, В. А. Мокин // Строительные материалы. – 2000. – № 5. – С. 12-14.

75. Микульский В. Г. Строительные материалы / В. Г. Микульский. – М. : АСВ, 2004. – 536 с.

76. Мосин О.В. О структуре воды / О.В. Мосин. – Режим доступа : www.provodu.kiev.ua.

77. Мощанский Н. А. Представления о природе минеральных вяжущих на основе периодического закона Менделеева и учения о метастабильных состояниях / Н. А. Мощанский // Труды совещания по химии цементов. – М. : Промстройиздат, 1956. – С. 114-124.

78. Мчедлов-Петросян О. П. Современная технология бетона в свете представлений о твердении минеральных вяжущих / О. П. Мчедлов-Петросян. – М. : Транспорт, 1966. – 108 с.

79. Мчедлов-Петросян О. П. Химия неорганических строительных

материалов / О. П. Мчедлов-Петросян. – М. : Стройиздат, 1971. – 224 с.

80. Нагибин Г. В. Технология теплоизоляционных и гипсовых материалов / Г. В. Нагибин, В. Ш. Павлов, М. А. Эллерн. – М. : Высшая школа, 1973. – 146 с.

81. Новое в технологии гипсовых вяжущих и изделий / Под ред. А. В. Ферронской. – М. : ВНИСМВиК. – 1984. – 111 с.

82. Носовський Ю. Л. Будівельні розчини на основі композиційного в'язучого для литих підлог : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Ю. Л. Косовський. – К. , 2004. – 20 с.

83. Панов В. П. Газогипс и его свойства / В. П. Панов // Строительные материалы. – 1985. – № 5. – С. 18-19.

84. Панов В. П. Самонивелирующие наливные основания полов из α -гипса / В. П. Панов // На стройках России. – 1986. – № 5. – С. 18.

85. Патент № 2642. Україна. Гіпсове в'язуче підвищеної міцності і водостійкості / [В. І. Бабушкін, О. В. Кондращенко, К. В. Черкасов та ін.]. Опубл. 15.07.2004, Бюл. № 7.

86. Пауэре Т. Физическая структура портландцементного теста / Т. Пауэре; [перевод с англ.] // В кн. : Химия цементов. – М. : Стройиздат, 1969. – С. 300-319.

87. Плугин А. Н. Количественная теория прочности обычных и наполненных цементного камня и бетона. Развитие научной школы О.П.Мчедлова-Петросяна в УкрГАЖТ (ХИИТ) / А. Н. Плугин, А. А. Плугин // Бетон и железобетон в Украине. – 2007. – № 3 (37). – С. 15-21.

88. Плугин А. Н. Электрогетерогенные взаимодействия при твердении цементных вяжущих : дисс. ... доктора химических наук / А. Н. Плугин. – К. : ИКХХВ, 1989. – 282 с.

89. Плугин А.Н. Природа коагуляционных контактов и их роль в обеспечении прочности и водостойкости вяжущих и композиционных материалов / А. Н. Плугин, А. А. Плугин // Создание новых композиционных материалов и повышение эксплуатационной надежности и сроков службы

конструкций и сооружений на железнодорожном транспорте. Т. 1. – 1996. – №26. – С. 39-46.

90. Полак А. Ф. Твердение мономинеральных вяжущих / А. Ф. Полак. – М. : Стройиздат, 1966. – 208 с.

91. Полак А. Ф. Кинетика структурообразования цементного камня / А. Ф. Полак. // Труды VI Международного конгресса по химии цементов. – М. : Стройиздат, 1976. – Т. 2. – Кн. 1. – С. 64-68.

92. Полак А.Ф. Кинетика гидратации и развития кристаллизационной структуры срастания мономинеральных вяжущих веществ типа полуводного гипса / А. Ф. Полак // Коллоидный журнал. – 1960. – №6. – С. 689-701.

93. Производство гипсовых вяжущих (зарубежный опыт) / Строительные материалы. – 1981. – № 4. – С. 27-31.

94. Производство гипсовых строительных изделий (зарубежный опыт) / Строительные материалы. – 1980. – № 5. – С. 26-30.

95. Просвирин А. А. Использование фосфогипсового вяжущего при устройстве саморазравнивающихся стяжек полов / А. А. Просвирин, О. А. Ромейко // Промышленное строительство. – 1986. – № 11. – С. 25.

96. Просвирин А. А. Саморазравнивающие составы для стяжек полов на основе гипсовых вяжущих / А. А. Просвирин, В. Б. Ратинов // Строительные материалы. – 1984. – № 10. – С. 18.

97. Пустовгар А. П. Повышение водостойкости составов для устройства полов на основе гипсовых вяжущих / А. П. Пустовгар, Г. В. Шергина // Сб. докладов межд. конф. «Современные технологии сухих строительных смесей». – К. : КНУБіА, 2004. – С. 68-71.

98. Ратинов В. Б. Добавки в бетон / В. Б. Ратинов, Т. И. Розенберг. – М. : Стройиздат, 1973. – 208 с.

99. Ратинов В. Б. Механизм гидратации вяжущих веществ и некоторые вопросы формирования прочности цементного камня / В. Б. Ратинов // В кн. : Твердение цемента. – Уфа : Башкирское книжное издательство, 1974. – С. 30-35.

100. Ратинов В. Б. Химия в строительстве / В. Б. Ратинов, Ф. М. Иванов. – М. : Стройиздат, 1977. – 224 с.

101. Ратинов В.Б. Механизм твердения вяжущих и гипсовые материалы / В. Б. Ратинов. – М. : Промстройиздат, 1957. – 138 с.

102. Ребиндер П. А. Процессы структурообразования в дисперсных системах / П. А. Ребиндер // В кн. : Физико-химическая механика почв, грунтов, глин, и строительных материалов. – Ташкент : Фан, 1966. – С. 9-25.

103. Ребиндер П. А. Физико-химическая механика – новая область науки / П. А. Ребиндер. – М. : Стройиздат, 1958. – 64 с.

104. Рунова Р. Ф. Особливості сухих будівельних сумішей, що виробляються в Україні / Р. Ф. Рунова, Ю. Л. Носовський // Будівництво України. – 2000. – № 1. – С. 23-27.

105. Рунова Р. Ф. Строительные растворы для устройства полов / Р. Ф. Рунова, Ю. Л. Носовский // Строительные материалы и изделия. – 2003. – № 6. – С. 13-15.

106. Рунова Р. Ф. Сухі будівельні суміші для влаштування підлог / Р. Ф. Рунова, В. В. Троян // Міжвідомчий наук.-техн. зб. «Будівельні конструкції». – К. : ДНДІБК, 2005. – С. 223-228.

107. Рунова Р. Ф. Технологія модифікованих будівельних розчинів / Р. Ф. Рунова, Ю. Л. Носовський. – К. : КНУБіА, 2007. – 256 с.

108. Сегалова Е. Е. Развитие кристаллизационных структур и изменение их механической прочности / Е. Е. Сегалова, В. Н. Измайлова, П. А. Ребиндер // Доклады академии наук СССР. – 1956. – №3. – С. 425-427.

109. Сегалова Е. Е. Структурообразование в процессах гидратационного твердения полуводного гипса / Е. Е. Сегалова, В. Н. Измайлова // Коллоидный журнал. – 1958. – №5. – С. 601-610.

110. Сегалова Е. Е. Физико-химическое исследование процессов твердения вяжущих веществ / Е. Е. Сегалова. – М. : МГУ, 1964. – 24 с.

111. СНиП 2.03.13-88 : Полы. – [Действителен от 1989-01-01]. – М. : ЦИТП, 1989. – 56 с.

112. СНиП 3.04.01-87 : Изоляционные и отделочные покрытия. – [Действителен от 1988-01-01]. – М. : ЦИТП, 1988. – 96 с.
113. Сычев М. М. Закономерности проявления вяжущих свойств / М. М. Сычев. – М. : Стройиздат, 1974. – 80 с.
114. Сычев М. М. Закономерности проявления вяжущих свойств / М. М. Сычев // Труды VI Международного конгресса по химии цементов. – М. : Стройиздат, 1976. – Т. 2. – Кн. 1. – С. 42-57.
115. Сычева Л. И. Выпуск ангидритового вяжущего из фосфогипса / Л. И. Сычева, М. В. Ануфриев // Цемент. – 1993. – № 5-6. – С. 60-62.
116. Сычева Л. И. Физико-химические особенности производства ангидритового цемента из фосфогипса / Л. И. Сычева, М. В. Ануфриев // Неорганические материалы. – 1995. – № 11. – С. 1484-1488.
117. Тейлор Х. Химия цементов / Х. Тейлор; [перевод с англ.]. – М. : Стройиздат, 1996. – 560 с.
118. Тервит Ю. Е. Опыт применения высокопрочного гипсового вяжущего в сельском строительстве Латвийской ССР / Ю. Е. Тервит. – Рига: ЛатНИИСтроительства, 1984. – С. 132-134.
119. Троян В. В. Сухі суміші та розчини на їх основі для влаштування підлог промислових будівель : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / В. В. Троян. – К., 2007. – 22 с.
120. Урецкая Е. А. Сухие строительные смеси: материалы и технологии / Е. А. Урецкая, Э. И. Батяновский. – М. : АСВ, 2001. – 208 с.
121. Федоренко В. Н. Совершенствование технологии устройства поризованных подготовок и стяжек под полы. Передовой опыт в строительстве / В. Н. Федоренко // Экспресс-информация. – Ярославль : ОНТИ ПТИ ОМЭС СССР Минстроя, 1984. – № 10. – С. 12-13.
122. Ферронская А. В. Развитие теории и практики в области гипсовых вяжущих веществ / А. В. Ферронская // Материалы академических чтений «Развитие теории и технологии в области силикатных и гипсовых материалов». – М. : МГСУ, 2000. – Ч. 1. – С. 28-33.

123. Ферронская А. В. Эксплуатационные свойства бетонов на композиционном гипсовом вяжущем / А. В. Ферронская, В. Ф. Коровяков // Строительные материалы. – 1998. – № 6. – С. 34-36.

124. Физико-химические свойства воды. – Режим доступа : www.ecomem.ru.

125. Цимерманис Л.-Х.Б. Потенциалометрический метод исследования процесса твердения вяжущих / Л.-Х.Б. Цимерманис, А. Р. Генкин // В кн. : Строительные материалы и бетоны. – Челябинск : Южно-Уральское книжное издательство, 1967. – С. 31-42.

126. Цимерманис Л.-Х.Б. Термодинамика влажностного состояния и твердения строительных материалов / Л.-Х.Б. Цимерманис. – Рига : Зинатне, 1985. – 247 с.

127. Цимерманис Л.-Х.Б. Термодинамические и переносные свойства капиллярнопористых тел / Л.-Х.Б. Цимерманис. – Челябинск : Южно-Уральское кн. изд., 1970. – 202 с.

128. Цимерманис Л.-Х.Б. Термодинамические основы анализа кинетики сопряженных процессов в структурообразующих системах. Технологическая механика бетона / Л.-Х.Б. Цимерманис. – Рига : РПИ, 1988. – С. 106-116.

129. Чижевский Г. П. Опыт устройства оснований под полы из поризованных растворов в производственном строительном-монтажном объединении "Калининградстрой" / Г. П. Чижевский, В. П. Козлов // Организация и технология строительного производства. – 1986. – № 4. – С. 5.

130. Шахпаронов М.И. Введение в современную теорию растворов / М.И. Шахпаронов. – М. : Высшая школа, 1976. – 296 с.

131. Шейкин А. Е. Структура, прочность и трещиностойкость цементного камня / А. Е. Шейкин. – М. : Стройиздат, 1974. – 191 с.

132. Шеломов И. К. Исследование кинетики структурообразования цементного камня и бетона / И. К. Шеломов, Э. И. Дизер // ЖПХ. – 1973. – № 7. – Т. 46. – С. 1580-1583.

133. Щукин В.Д. Коллоидная химия / В. Д. Щукин, А. В. Перцов, Б. А. Амелина – М. : Изд-во МГУ, 1982. – 352 с.
134. Юхневич Г. В. Инфракрасная спектроскопия воды / Г. В. Юхневич. – М. : Наука, 1973. – 210 с.
135. Alessandrini A. Phenomenological description of the thixotropic behaviour of gypsum plaster pastes / [A. Alessandrini, B. Caufin, R. Lapasin, A. Papo] // *Rheologica Acta*. – V. 24. – № 6. – P. 617-622.
136. Blaine S. Accelerating the hydration of calcium sulfate hemihydrate via high energy mixing / S. Blaine // *Materials and Structures*. – 1997. – V. 30. – № 6. – P. 362-365.
137. Chatelier H. Le. Recherchers experimental sur la constante des mortiers hydrauliques / H. le Chatelier. – Paris, 1904. – 273 p.
138. Deng Yu-He. Properties of gypsum particleboard reinforced with polypropylene fibers / Yu-He Deng, Takeshi Furuno // *Journal of Wood Science*. – 2001. – V. 47. – № 6. – P. 445-450.
139. Die Rolle ausgewählter Haftbrücken bei der Haftung von Gipsputzen an Betondecken / [H.-B. Fischer, B. Vtorov, J. Stark etc.] // *Fachmagazin für den Baustoff-Verkauf "baustofftechnik"*, Duisburg. – 2001. – № 10. – P. 392-393.
140. Eipeltauer E.. Topochemische Hydratationsvorgänge beim Abbinden von Gips / E. Eipeltauer // *Zement-Calc-Gips*. – 1963. – № 1. – P. 9-12.
141. Fischer H.-B. Theoretische Überlegungen zur Ermittlung der optimalen Korngrößen des Anhydrits / H.-B. Fischer, B.Vtorov, G. Leidigkeit // *Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar: Beiträge zur Baustoff-Forschung* 2001. – Weimar : F.A.Finger-Institut für Baustoffkunde, Heft, 2001. – № 47. – P. 166-171.
142. Fischer H.-B. Zur Charakterisierung historischer Gipsmörtel / H.-B. Fischer, B.Vtorov // *ZKG INTERNATIONAL*. – 2002. – V. 55. – № 5. – P. 92-99.
143. Fisher. K. W. Zum Hydratationsmechanismus von Halbhydrat-plastern / K. W. Fisher. – Weimar, 1963. – 371 p.
144. General Gypsum Information. – Режим доступа :

www.webmineral.com

145. Karni J. Gypsum in construction: origin and properties / J. Karni, E. Karni // *Materials and Structures*. – 1995. – V. 28. – № 2. – P. 92-100.

146. Lacombe P. Rheology and bonding characteristics of self-leveling concrete as a repair material / P. Lacombe, D. Beaupré, N. Pouliot // *Materials and Structures*. – 1999. – V. 32. – № 8. – P. 593-600.

147. Lockington D. A. Drying of porous building materials: hydraulic diffusivity and front propagation / D. A. Lockington, J. -Y. Parlange, D. A. Barry, C. A. Leech // *Materials and Structures*. – 2003. – V. 36. – № 7. – P. 448-452.

148. Michaelis W. Der Erhartungsprozess der kalkhaltigen hydraulischen Bindemittel / W. Michaelis // *Ztschr. Chem. u Industrie Kolloide*. – 1909. – V.5. – № 1. – P. 9-14.

149. Murat. M. Sulfates de calcium et matériaux dérivés / M. Murat, M. Foucault // *Materials and Structures*. – 1978. – V. 11. – № 61. – P. 39-48.

150. Pradip K. Anion water in gypsum and hemihydrate / K. Pradip, K. Tanuj // *Cement and concrete research*. – 2002. – Vol. 22. – P. 313-316.

151. Prakaypun W. Comparative effect of additives on the mechanical properties of plasters made from flue-gas desulfurized and natural gypsums / W. Prakaypun, S. Jinawath // *Materials and structures*. – 2003. – V. 36. – № 1. – P. 51-58.

152. Schwiete H. E. Alte und neue Erkenntnisse in der Herstellung und Anwendung der Gipse / H. E. Schwiete, A. N. Knauf. – Berlin, 1968. – 115 p.

153. See Hoon Lee. Development of building materials by using micro-encapsulated phase change material / [Lee See Hoon, Sang Jun Yoon, Yong Gu Kim, Young Chan Choi, Jae Ho Kim] // *Korean Journal of Chemical Engineering*. – 2007. – V. 24. – № 2. – P. 332-335.

154. Singh M. Fibre reinforced gypsum binder composite, its microstructure and durability / M. Singh, M. Garg // *Materials and structures*. – 2000. – V. 33. – № 8. – 2000. – P. 525-528.

155. Золотов М. С. Гипсовые вяжущие для устройства самонивелиру-

ющихся стяжек полов / М. С. Золотов, К. А. Рапина // Научный вестник строительства. – Харьков : ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2006. – № 37. – С. 101-105.

156. Золотов М. С. Физико-химические основы твердения гипсовых вяжущих систем, применяемых для устройства стяжек полов / М. С. Золотов, К. А. Рапина, А. С. Лапшин // Научный вестник строительства. – Харьков : ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2007. – № 40. – С. 94-100.

157. Золотов М. С. Анализ кинетики структурообразования гипсовых вяжущих, используемых для устройства самонивелирующихся стяжек полов / М. С. Золотов, К. А. Рапина // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. – К. : Техника, 2007. – Вып. 79. – С. 65-70.

158. Золотов М. С. Термодинамика твердения гипсовых вяжущих, используемых для устройства самонивелирующихся стяжек полов / М. С. Золотов, К. А. Рапина // Научный вестник строительства. – Харьков : ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2008. – № 45. – С. 115-119.

159. Золотов М. С. Монолитные самонивелирующиеся стяжки на основе гипсовых вяжущих / М. С. Золотов, К. А. Рапина // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. – К. : Техника, 2008. – Вып. 81. – С. 23-27.

160. Золотов М. С. Кинетика изменения скоростей процессов гидрато- и структурообразования модельных систем гипсовых стяжек полов с физико-химическим стоком влаги / М. С. Золотов, К. А. Рапина // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. – К. : Техника, 2008. – Вып. 86. – С. 126-130.

161. Рапина К. А. Кинетика влажностного состояния модельных систем гипсовых стяжек с физико-химическим стоком влаги / К. А. Рапина // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. – Рівне : НУВГП, 2008. - Вып. 17. – С. 68-73.

162. Рапина К. А. Исследование твердения гипсовых вяжущих систем, применяемых для стяжек полов / К. А. Рапина // Материалы к 45-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов

МОК'45. – Одесса : Астропринт, 2006. – С. 129-130.

163. Рапина К. А. Виды многослойных стяжек на основе гипсовых вяжущих с контактным физико-химическим стоком влаги / К. А. Рапина // Тезисы докладов XXXIII науч.-техн. конф. - Харьков : ХНАГХ, 2006. – Ч. 2. – С. 152-154.

164. Золотов М. С. Сухие строительные смеси на гипсовых вяжущих для устройства двухслойных самонивелирующихся стяжек / М. С. Золотов, К. А. Рапина // Материалы к 46-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов МОК'46. – Одесса : Астропринт, 2007. - С. 176.

165. Рапина К. А. Гипсовые сухие смеси для устройства саморазравнивающихся стяжек / К. А. Рапина // Материалы II науч.-техн. интернет-конф. «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства». – Харьков : ХНАГХ, 2007. – С. 193-195.

166. Рапина К. А. Гидрато- и структурообразование гипсовых вяжущих, используемых для устройства самонивелирующихся стяжек полов / К. А. Рапина // Материалы к 47-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов МОК'47. – Одесса : Астропринт, 2008. – С. 86-87.

167. Рапина К. А. Проблемы применения гипсовых самонивелирующихся стяжек / К. А. Рапина // Программа и тезисы докладов XXXIV науч.-техн. конф. ХНАГХ. – Харьков : ХНАГХ, 2008. – Ч. 2. – С. 113-114.