

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**На правах рукописи**

**УДК 621.922.079:662.997**

**Алиазаров Алишер Хайдаралиевич**

**ЭНЕРГО-И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
ЗОЛОЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ  
ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических  
материалов

05.23.05- Строительные материалы и изделия

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание учёной степени  
доктора технических наук

**Ташкент – 2009**

Работа выполнена на кафедре «Теплоэнергетика» Ташкентского государственного технического университета им. Абу Райхон Беруни.

Научный руководитель- доктор технических наук, профессор Мухиддинов  
Джалалиддин Насырович.

Официальные оппоненты: - доктор технических наук  
- доктор технических наук  
- доктор технических наук

Ведущая организация: - ЗАО «Тошқурилишматериаллари ЛИТИ»

Защита состоится " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_ года в \_\_ часов на заседании  
Специализированного совета Д 067.24.01 в Ташкентском химико – технологическом  
институте по адресу: 100007, г. Ташкент, ул. Х. Абдуллаева, 41, библиотека ТашХТИ.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке  
Ташкентского химико-технологического института.

Отзывы на автореферат диссертации в 2-х экземплярах, заверенные печатью организации,  
просим направлять по адресу: 100007, г. Ташкент,  
ул. Х. Абдуллаева, 41, ТашХТИ, Учёному секретарю Специализированного совета  
Д.067.24.01 (Факс: 998-71-144-79-17)

Автореферат разослан " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2007 г.

Ученый секретарь  
Специализированного совета, д. т. н.

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** В процессе перевода экономики Республики Узбекистан на рельсы интенсивного развития важное место отводится разработке, внедрению и дальнейшему развитию высокоэффективных, энергоэкономичных и экологически целесообразных технологий, что является актуальным направлением на современном этапе научно-технического прогресса.

В докладе президента Республики Узбекистана И.Каримова выделено, что «...ещё один приоритет – реализация мер по обеспечению жёсткой экономии энергоресурсов, в первую очередь, в энергоёмких отраслях – химической, цветной металлургии, в электроэнергетике и других... Надо признать, что системно этой проблемой в республике никто не занимается. Неудивительно, что энергоёмкость в промышленных предприятиях республики в 2-2,5 раза превышает средний мировой уровень».

Анализируя данные о сравнительных затратах энергоносителей на объем производства одной тысячи штук условного кирпича, специалисты АК «Узкурулишматериаллари» пришли к выводу, что наименее перспективным в условиях рынка является производство, прежде всего, жженого строительного кирпича, затем стеновых материалов, требующих автоклавной обработки и пропарки. Наиболее эффективным в этих условиях представляется производство кирпича на основе цемента, еще лучше – малоклинкерного цемента без термовлажностной обработки, или использование для этих целей нетрадиционных источников энергии, в частности – солнечной.

Переход на производство камней естественного твердения или твердевших в условиях термовлажностной обработки с использованием солнечной энергии позволит повысить покупательную способность и потребительский спрос на стеновые материалы, осуществить при минимальных инвестициях модернизацию или создание производств и увеличение объема производства штучных стеновых материалов, снизить расход условного топлива на их производство порядка на 350 тыс. тонн, а электроэнергии – на 400 млн. квт/час.

В этом аспекте разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии получения высоконаполненных золоцементных материалов и получение на их основе различных изделий с последующей их термовлажностной обработкой с использованием солнечной энергии представляет большой научный и практический интерес.

Многолетний процесс накапливания теоретических знаний по энергосбережению с целью внедрения высокоэффективных энерго- и ресурсосберегающих технологий достиг такой интенсивности, что назрела настоятельная необходимость их качественной трансформации и систематизации в аспекте создания единого направления получения вяжущих материалов и изделий на их основе методом гелиотеплохимической обработки.

Кроме того, существует потребность в обобщении многочисленных, вновь установленных частных закономерностей и на их основе - разработка теории и технологии управления структурообразованием золоцементных вяжущих материалов и изделий.

Решение данной научно-технической проблемы позволит выявить внутренние резервы повышения эффективности производства за счет процессов гелиотеплохимического воздействия, прежде всего, на структурообразующую среду, определить пути их оптимизации.

**Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.** Представленные в настоящей диссертационной работе исследования и разработки являются составной частью госбюджетных НИР, которые выполнялись в ТашГТУ им. Беруни и НИПИ в период с 1986 по 2005 годы в соответствии с государственными, республиканскими и межведомственными программами и заданиями, в том числе Межотраслевой научно-технической Программой "Комплексное переустройство населенных пунктов колхозов и совхозов, обеспечивающее улучшение жилищных и

культурно-бытовых условий жизни сельского населения» и реализация Продовольственной программы на 1986 - 1990 годы (0.55.05.003), Координационным планом научно-исследовательских работ по фенолопластам ВПО "Союзхимпласт" на 1981 – 1990 г.г. П.2.9. "Разработка и освоение связующих полифункционального назначения на основе продуктов конденсации ацетона и формальдегида для добавок и вяжущих при производстве строительных материалов", планом научно-исследовательских работ Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан на тему "Разработка и исследование экологически приемлемых комбинированных солнечных установок для отдельных отраслей народного хозяйства" (Гос. рег. 01.940003673); заданием Центра по науке и технологиям при Кабинете Министров Республики Узбекистан по теме ГНТП-7.18 «Гелиотеплохимическая обработка золоцементных композиционных материалов» (2003-2005 г.г.), а также заказами НИИ, предприятий и частных фирм.

**Цель исследования.** Целью настоящей диссертационной работы является разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии получения золоцементных материалов и изделий на их основе методом гелиотеплотехнической обработки, при разработке которой исходили из двух основных моментов:

- составляющие компоненты объектов гелиотеплохимической обработки должны быть по возможности местного происхождения и производства, отвечающие экологическим требованиям международного стандарта;
- солнечные и комбинированные теплогенерирующие установки, включая конструкции механохимической активации, должны быть приоритетными для республики и конкурентоспособными на внешнем рынке.

**Задачи исследования.** В соответствии с поставленной целью решаются следующие основные задачи:

- создание энерго – и ресурсосберегающей технологии, основанной на комплексном анализе мелкозернистых золоцементных материалов полиструктурного строения как объектов тепломассообработки и техно-логической переработки;
- создание научно-технических основ исследования процессов структурообразования высоконаполненных золоцементных вяжущих материалов и изделий с модифицированно-пластифицирующими добавками, предусматривающих использование солнечной энергии;
- проведение комплекса расчётно-теоретических, экспериментальных исследований, опытно-конструкторских работ, производственных испытаний и обобщение данных, составляющих теоретическую основу комбинированных солнечных установок и комплексов с управляемыми параметрами (расход тепла, температурно-влажностный режим и др.), обеспечивающих выполнение цикла работ по созданию, моделированию и оптимизации комбинированных теплогенерирующих установок нового поколения;
- проведение тщательного анализа основных закономерностей действия экзотермии в структурообразующем объекте и установление граничных, временных и интегральных показателей, формирование технико-эксплуатационных свойств мелкозернистого золоцементного изделия полиструктурного строения при гелиотеплохимической обработке;
- разработка аналитических методов расчёта влияния гелиотеплохимической обработки на процессы структурообразования золоцементных вяжущих материалов;
- создание математической модели гелиотеплохимических процессов, протекающих в материалах, твердеющих при физико-химическом взаимодействии с жидкими средами;
- исследование тепловых процессов и разработка методики учёта теплоты экзотермии в общем тепловом балансе тепло-массохимической обработки, а также

проведение оценочных расчётов влияния режимов тепло-массообработки на тепловыделение в мелкозернистых материалах полиструктурного строения;

- прогнозирование энергетически обоснованных условий технологического процесса и определение экономично-обоснованного оптимального расхода энергетических ресурсов;

- разработка научно-обоснованных рекомендаций по применению энергосберегающей гелиотеплохимической технологии в производстве высоконаполненных золоцементных вяжущих материалов и изделий на их основе;

- апробация результатов исследований в плане изготовления и эксплуатации стеновых блоков на основе золоцементных материалов в сельском строительстве;

- определение экономической эффективности технологии получения золоцементных изделий с применением теплохимической обработки.

**Объект и предмет исследования.** В качестве объекта исследования рассматриваются золоцементные вяжущие материалы, твердеющие при гелиотеплохимической обработке.

Предметом исследований является оптимизация режимов гелиотеплохимического воздействия на управляемую структурообразующую среду, которая произведена методом математического планирования многофакторных экспериментов. Расчёты параметров и обработку результатов испытаний осуществляли с использованием методов математической статистики на ЭВМ.

**Методы исследования.** Используя основные положения полиструктурной теории вяжущих материалов и теплотехники, при выполнении работы проводились комплексные физико-химические исследования с применением петрографических, рентгеноструктурных и химических методов. По стандартным методикам определены основные физико-технические свойства мелкозернистых материалов, как объектов гелиотеплохимической обработки.

**Основные положения, выносимые на защиту.** На защиту выносятся:

- энерго- и ресурсосберегающая технология получения высоконаполненных золоцементных вяжущих материалов, впервые разработанная на основе раскрытия закономерностей процессов структурообразования материалов;

- научно-техническое обоснование создания структуры и построения системы управления параметрами теплоносителя в комбинированных солнечных теплогенерирующих установках и разработка математической модели гелиотеплохимических процессов, протекающих в материалах и изделиях, твердеющих при физико-химическом взаимодействии с жидкими средами;

- установленные закономерности действия экзотермии в структурообразующем объекте и аналитические методы расчета влияния гелиотеплохимической обработки на процессы структурообразования высоконаполненных золоцементных материалов и изделий полиструктурного строения;

- результаты проведенных научно-теоретических и прикладных исследований по решению приоритетной народнохозяйственной, экономической и экологической проблемы, способствующей энерго- и ресурсосбережению при проектировании вяжущих материалов и изделий с заданными физико-техническими и эксплуатационными свойствами.

**Научная новизна.** Научная новизна результатов диссертационной работы заключается в следующем.

1. Впервые разработаны научные основы энерго- и ресурсосберегающей гелиотеплохимической технологии получения высоконаполненных золоцементных вяжущих и изделий на их основе путем установления закономерностей и механизма процессов гидратации и структурообразования, взаимосвязи физико-химических превращений составляющих компонентов и состава гидратных новообразований с кинетикой формирования структуры на микро- и макроуровнях.

Установлено, что при гелиотеплохимической обработке золоце-ментных систем на макроуровне процесс гидратации протекает многоступенчато, что отражается в периодах образования коллоидной структуры, индукции, развития конденсационной структуры и упрочнения структуры с образованием твердого композита.

2. Создание системы управления параметрами теплоносителя в комбинированных солнечных теплогенерирующих установках, способствующих созданию и проектированию оптимальной структуры затвердевшего золоцементного материала с заданными показателями эксплуатационных свойств. Разработана математическая модель гелиотеплохимических процессов в системах, твердеющих при физико-химическом взаимодействии с жидкими средами.

3. Результаты исследования основных закономерностей действия экзотермии в структурообразующем объекте и возможность управления граничными, временными и интегральными показателями высоконаполненных золоцементных материалов и изделий из них при гелиотеплохимической обработке, оценочные расчеты относительно влияния режимов тепловыделения в мелкозернистых материалах полиструктурного строения.

4. Выявленные фазовые составы и особенности структурообразования высоконаполненных золоцементных материалов при гелиотеплохимическом воздействии. При этом показано, что в результате интенсификации процесса гидратации и твердения, а также полифункционального эффекта модифицированно-пластифицирующих добавок, ускоряется кристаллизация высокопрочных гидратных соединений, уплотнение и упорядочение структуры изделий из золоцементных материалов.

5. Научно обоснованы факторы влияния водного раствора модифицированно-пластифицирующих добавок, извести и отдельной технологии приготовления на основные свойства литых золоцементных вяжущих материалов полиструктурного строения. Установлено, что при оптимальной температуре водного раствора добавки и активатора твердения - извести интенсифицируется взаимодействие стеклофазы золы с гидроксидом кальция с образованием гидросульфоалюминатов, увеличивается количество гидратных новообразований, происходит повышение скорости гидратации и пуццолановой реакции, а также рост блок-пакетов крупных пластинчатых кристаллов портландита во все сроки твердения.

6. Установлены закономерности сложной организации структуры по типу «структура в структуре» золоцементных вяжущих, представляющих собой многокомпонентную систему, и подобная организация структуры является объединяющим началом управления их свойствами, что дает возможность получать ряд положительных эффектов, связанных со снижением температуры при гелиотеплохимическом воздействии, сокращением расхода вяжущего при сохранении заданной прочности изделия, улучшением однородности, связанности и образованием условно-замкнутых пор, существенно влияющих на теплофизические, деформационные, реологические, седиментационные и тиксотропные свойства золоцементных вяжущих материалов.

7. Впервые определены возможности использования экологически приемлемой энерго - и ресурсосберегающей технологии для производства строительных материалов и изделий на базе гидрозолоудаления тепловых электростанций и сделан вывод об уникальном явлении – появлении зон «псевдооптимального» наполнения в мелкозернистых системах, содержащих 70 и более процентов низкокальциевой золы.

Новизна полученных результатов закреплена 4 предварительными патентами РУз и 2 авторскими свидетельствами на изобретение.

**Научная и практическая значимость результатов.** Значимость результатов исследований заключается в следующем:

- концептуальные идеи, методы и математические модели, представленные в работе, значительно расширяют возможности технологов, гелиотехников и экспериментаторов при проектировании объектов по производству золоцементных

материалов полиструктурного строения, гелиотеплотехнологических линий, а также комплексов механохимической активации;

- выполненные теоретические и экспериментальные исследования получили практическое воплощение при создании серии технологических линий и комплексов для гелиотеплохимического воздействия на золоцементные материалы и изделия из них;

- разработанные составы и рекомендации для применения высоконаполненных золоцементных материалов для монолитного и сборного сельского домостроения позволяют расширить сырьевую базу строительства, утилизировать отходы теплоэнергетики, сэкономить дефицитные материалы, обеспечить улучшение экологической обстановки в районах крупных ТЭЦ;

- для золоцементных материалов выявлены дозировки добавок извести (4%) и модифицированно-пластифицирующих добавок, таких как МПД - АЦФЗМ (0,32%), ФЕСМАЛ (0,30%), СДБМ (0,28%). Установлено, что введение МПД совместно с известковой активацией позволяет получать на основе низкоактивной золы бурых углей золоцементные материалы прочностью 7,5-12,5 МПа в области «псевдооптимального» (70-80%) наполнения. Турбулентное перемешивание смеси и регулируемое (импульсное, прерывистое) тепловое воздействие обеспечивает дополнительное увеличение прочности в среднем на марку;

- использование доступных и дешевых блоков и изделий на основе золоцементных материалов высокой степени наполнения позволяет снизить стоимость сельского строительства за счет применения метода гелиотеплохимической обработки.

**Реализация результатов работы.** Основные результаты диссертационной работы получены автором при выполнении НИР на кафедрах "Строительство инженерных коммуникаций" НамИПИ и «Теплоэнергетика» ТашГТУ им. Беруни. На их основе выполнен ряд научно-технологических разработок и обобщений принципов безотходной энерго- и ресурсберегающей технологии, основанной на комплексном анализе мелкозернистых материалов полиструктурного строения, как объектов гелиотеплохимической обработки и технологической переработки.

Теоретические положения и научные результаты диссертации апробированы в сельском монолитном домостроении путем изготовления монолитных стен из золоцементных материалов в колхозе «Ак-Алтын» Ташлакского района Ферганской области. Строительство одноэтажных домов осуществлялось ПМК-79 Треста №1 «Узагропромстроя». По данной технологии построено 20 домов усадебного типа (1991 г.). На кирпичном заводе Бувайдинского МХП «Агрокоммунстройремонт» построена технологическая линия, включающая комбинированную солнечную установку с аккумулятором тепла для сушки изделий из золоцементных материалов. Производительность кирпичного завода составила 3 млн. шт. в год, при поверхности гелионагревателя 300 м<sup>2</sup>. При этом экономический эффект составил 38 млн. сум в год (1994 г.). Экономический эффект от внедрения в АО «Намангануйкурулиш» при выпуске строительных изделий и монолитных конструкций по новой технологии составил 37 млн. сум в год (2003 г.). На КСМК строительного треста №10 АО «Наманганкурулиш» построен «Гелиополигон» (1999 – 2001 гг.) с годовым экономическим эффектом 10 млн. сум. В тресте «Наманган таълимкурулиш» г. Намангана разработанная технология внедрена с годовым экономическим эффектом 12751 сум (2001 – 2003 г.г), в «Наманган ижтимоийкурулиш» - с годовым экономическим эффектом 52 млн. сум.

Гелиотеплохимическая технология мелкозернистых золоцементных материалов внедрена также в многопрофильной частной фирме «Акмал-А» и других строительных организациях (1998 - 2002 г.г.) с экономическим эффектом 17 млн. сум (2002 г.). Совокупный годовой экономический эффект от внедрения результатов диссертационной работы на этих предприятиях составляет порядка 125 млн. 791 тыс. сумов в год (расчет на 2005 год), при использовании только в областях Ферганской долины экономический эффект может составить свыше 500 млн. сум в год (по ценам 2005 года).

**Реализация работы в учебном процессе.** Результаты диссертации используются в Наманганском инженерно–педагогическом институте при чтении лекции, проведении практических занятий и при подготовке выпускных работ и магистерских диссертаций по специальностям “Теплоэнергетика”, ”Строительство инженерных коммуникаций”, а также по дисциплине ”Использование нетрадиционных источников энергии”.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы доложены на: Республиканском научно-техническом совещании «Интенсификация приготовления бетонной смеси» (г. Фергана, 1986 г.); заседании Республиканской научно-практической школы молодых учёных и специалистов «Актуальные проблемы укрепления науки и производства» (г. Фергана, 1987 г.); Республиканской НПК «Использование возобновляемых источников энергии в практике народного хозяйства» (г. Карши, 1988 г.); Республиканской НПК «Эффективность применения пористых заполнителей и легких бетонов в строительстве» (г. Ставрополь, 1989 г.); научно-технических конференциях Ферганского политехнического института (г. Фергана, 1988, 1991 г.г.); научно-технических конференциях Наманганского Инженерно-педагогического института (1993 – 2005 г.г.); Республиканской НПК «Научно-технический прогресс и технология строительных материалов» (г. Алма-Ата, 1990 г.); Всесоюзной НПК «Использование вторичных ресурсов и местных материалов в сельском строительстве» (г. Челябинск, 1991 г.); Республиканской НПК «Использование солнечной энергии в народном хозяйстве» (Ташкент, 1991 г.); Международной НПК «Проблемы гелиотехнологии и долговечности бетонов в условиях сухого и жаркого климата» (Бухара, 1992г.); Республиканской НПК «Бино ва иншоотларнинг мустахкамлиги, зилзилабардошлиги, курилиш материаллари ва мухандислик коммуникациялари муаммолари» (г. Наманган, 1997 г.); Международной конференции «Актуальные вопросы сейсмостойкости зданий и сооружений Центральной Азии» (г. Самарканд, 1997 г.); Международной конференции «Новые перспективные материалы и процессы» (г. Ташкент, 1997 г.); Республиканском научно-практическом семинаре «Системы инженерных коммуникаций и охрана окружающей среды, проблемы и методы их решения» (Ташкент, 2001 г.); Республиканской НПК «Янги технологиялар – иктисодий тараккиётнинг асосий омили» (Наманган, 2003 г.); Международной НТИП «Энергия ва ресурсларни тежаш муаммолари» (Ташкент, 2003 г.); Международной НПК «Механика муаммолари ва иншоотлар сеймоди-намикаси» (Ташкент 2004 г.), Первом всемирном конгрессе «Альтернативная энергетика и экология» (г. Саров, Россия, 2006 г.)

**Опубликованность результатов.** Содержание диссертационной работы отражено в 84 публикациях, по предлагаемым техническим решениям получено 2 авторских свидетельства и 4 предварительных патента Республики Узбекистан на изобретения. Материалы диссертации вошли в отчет по теме ГНТП – 7.18.

**Объем и структура работы.** Диссертация изложена на 235 страницах компьютерного текста, содержит 33 таблиц и 54 рисунков, состоит из введения, шести глав, выводов, списка использованной отечественной и зарубежной литературы из 349 наименований и приложений.

## 2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** диссертационной работы обоснована актуальность темы, изложено современное состояние вопроса, сформулированы цели и задачи исследования, отражены научная новизна и основные положения, выносимые на защиту, раскрыты теоретическое и практическое значения, приведены сведения о практической реализации результатов работы.

**В первой главе** освещено современное состояние энерго – и ресурсосберегающей технологии получения золоцементных мелкозернистых материалов полиструктурного строения и изделий на их основе.

По материалам научно-технических изданий и патентной литературы проанализирована проблема интенсификации процесса твердения золоцементных строительных материалов с использованием тепла солнечной энергии. Сопоставительные сравнения различных методов ухода за свежеложенным материалом, покрытиями, гелиоформами, гелиокамерами, термоаккумулирующими стендами позволили выявить общий существенный недостаток – невозможность учёта теплоты экзотермии, управления и проектирования структурообразования золоцементных материалов полиструктурного строения.

На основе изучения и анализа отечественных и зарубежных конструкций солнечных теплогенерирующих установок гелиотеплового воздействия на структурообразующую среду были выявлены следующие основные недостатки:

- несовпадение графиков выработки и потребления нагретого теплоносителя;
- невозможность регулирования и обеспечения лучших условий технологического процесса;

- недостаточная степень изученности процессов тепло- и массопереноса структурообразующего мелкозернистого изделия полиструктурного строения во время гелиотеплохимического воздействия, дающих количественные характеристики изменения потенциалов тепла и массы в структурообразующем материале. Это обстоятельство выдвигает на первый план разработку и обобщение принципов безотходной и экологически приемлемой энерго – и ресурсосберегающей технологии получения мелкозернистых золоцементных материалов полиструктурного строения и изделий на их основе;

- проанализировано влияние различных видов модифицированно-пластифицирующих добавок (МПД). Исходя из механизма воздействия, выявлены их достоинства и недостатки. Установлено, что добавки технических лигносульфонатов замедляют темпы твердения за счёт торможения реакций гидратации цемента, что ещё более наглядно проявляется в золоцементных системах. Внедрение высокоэффективных суперпластификаторов сдерживается из-за их дефицитности. В результате сравнительного анализа выдвинута научная гипотеза о перспективности использования добавок, получаемых на основе модифицированных технических лигносульфонатов (СДБ-М), ацетоноформальдегидных (АЦФ-ЗМ) и модифицированных фенолоформальдегидных смол (ФЕСМАЛ).

Наличие высокоактивных химических групп, высокий пластифицирующий эффект и полифункциональность действия, недефицитность составляющих компонентов, невысокая стоимость, наличие промышленного производства - все это предопределило выбор МПД при гелиотеплохимическом воздействии на золоцементные вяжущие материалы.

В этой же главе приводятся данные по применению золы как пуццолановой добавки к вяжущим, а также в качестве основного компонента для замены части цемента или зольного заполнителя. Количество вводимой золы составило порядка 30% от массы вяжущего.

На основе полиструктурной теории многокомпонентных строительных материалов сделан вывод относительно появления зоны псевдооптимального наполнения в

высоконаполненных золоцементных системах, содержащих 70 и более процентов золы-уноса. Такой научный подход и разработанные технологические процессы позволят использовать золыные отходы взамен дефицитных мелких, дорогостоящих заполнителей типа керамзита для производства строительных материалов. Именно такие предпосылки послужили научной основой применения литьевой технологии при одновременном улучшении связности и однородности смеси, качества альbedo поверхности изделия.

В этом направлении успешно работали и работают в настоящее время Р.Р. Аvezов, Т.А. Атакузиев, П.П. Будников, П.И. Боженев, Ю.М. Бутт, Ю.С. Буров, А.В. Волженский, И.А. Иванов, В.И. Соломатов, Н.А. Самигов, В.И. Соловьёв, М.К. Тахиров, И.К. Касымов, А.О. Гурбанязов, Д.Н. Мухиддинов, В.К. Козлова, Г.И. Ступаков, А.Б. Ушеров-Маршак, М.М. Никитенко, М. Венюа, М. Кокубу, А. Смит, П. Шуберт, Д. Ямада.

Анализ литературных данных, в том числе и трудов вышеперечисленных авторов, показывает необходимость решения множества научно-технических задач, связанных с разработкой научно-технических основ создания и проведения опытно-промышленных испытаний гелеотеплохимической технологии получения золоцементных материалов полиструктурного строения, как объектов тепло- и массообработки.

Комплекс научно-технических задач, посвящённых решению проблем энерго- и ресурсосбережения при производстве золоцементных материалов, послужил основой для выполнения настоящей научной работы.

**Во второй главе** проведён комплексный анализ компонентов вяжущего материала как объектов гелиотеплохимической обработки и выбор технологии переработки.

В качестве основного материала для создания золоцементных материалов использовали золу Ферганской и Папской ТЭС. В проведении комплексных исследований были использованы методы петрографического, рентгеноструктурного и химического анализа. Оценивались также основные теплофизические, физико-технические и энергетические свойства полученных образцов.

Современными методами анализа определены химические, фракционные и фазовые составы и физические характеристики золы Ферганской и Ангренской ТЭС, извести и цемента АО «Кувасайцемент», АО «Ахангаранцемент». Химические составы используемых материалов приведены в табл. 1. Физические свойства и фракционный состав Ферганской золы приведены в табл. 2, 3. Минералогический состав кувасайского цемента приведен в табл. 4.

В качестве основного материала для приготовления золоцементных изделий использовалась зола Ферганской ТЭС. Сравнительные испытания в целях расширения сырьевой базы для внедрения на территории нашей республики были также испытаны золы Ангренской и Папской ТЭС.

Рациональным критерием гранулометрии золоцементных смесей может служить удельная поверхность золы, значение которой составляет  $2950 \text{ см}^2/\text{г}$ , что сопоставимо с удельной поверхностью цемента ( $3050 \text{ см}^2/\text{г}$ ) и не требует корректировки зернового состава.

По содержанию СаО зола относится к низкокальциевой, менее гидравлически активной, чем высококальциевые золы, имеет стабильный и однородный химический и зерновой состав.

Установлено, что благодаря высокому содержанию кремнезема (53%) и глинозема (18,2%), зола состоит, в основном, из силикатного и алюмосиликатного стекла, кристаллическая фаза представлена  $\alpha$ -кварцем ( $d/n = 0,267; 0,207 \text{ нм}$ ) и небольшим количеством муллита ( $d/n = 0,210; 0,322 \text{ нм}$ ).

Фракционный состав золы представляет собой мелкодисперсный порошок с размерами частиц от 10 до 100 мкм, при этом зола разделена на составляющие, обладающие полезными свойствами. Показано, что просеивание и разделение на фракции не снижает содержания остаточного углерода (от 9,46 до 3,0%). Необходимо отметить особые условия образования золыных частиц в виде твердых стеклянных сфер. Характер

их остеклованной поверхности предопределяет медленную пуццолановую реакцию золы, сопровождающуюся длительным структурообразующим процессом. Вследствие этого зола, как компонент вяжущего, нуждается в обогащении и механохимической активации.

В качестве основного вяжущего для экспериментальных исследований использовался портландцемент Кувасайского и Ахангаранского цементных комбинатов марки М 400. По минералогическому составу цемент является среднеалюминатным, с высоким содержанием трехкальциевого силиката, характеризуется ускоренным нарастанием прочности в начальный период тепловлажностной обработки и невысоким темпом набора прочности при увеличении продолжительности твердения.

В работе, как активатор твердения золы, применялась молотая негашеная известь Кувасайского завода, которая относится к кальциевой быстрогасящейся. Активность по окиси кальция и магния составляет 73%, время гашения – 4 мин, температура гашения – 61°С, содержание непогасившихся зерен – 6%, удельная поверхность – 3150 см<sup>2</sup>/г.

Таблица 1

Наименование материала	Химический состав используемых материалов										
	Химический состав, мас. %										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ппп
Зола Ферганской ТЭС	52,99	18,23	8,05	4,90	1,57	0,49	0,96	0,63	1,85	0,17	9,46
Зола Ангренской ТЭС	38,50	15,75	4,60	14,0	2,90	1,53	0,52	0,73	0,11	2,73	17,32
Зола Папской ТЭС	61,1	21,89	9,65	5,7	0,60	0,58	0,89	0,72	1,65	0,20	9,25
Портландцемент М 400 АО «Кувасайцемент»	22,29	4,38	4,78	64,93	1,65	0,60	-	-	-	-	1,67
Известь АО «Кувасайцемент»	1,88	0,26	0,25	77,28	4,34	0,15	-	0,13	0,12	-	15,59

Таблица 2

## Физические характеристики золы Ферганской ТЭС

Плотность, ρ, кг/м <sup>3</sup>	Объемная масса, V, кг/м <sup>3</sup>	Удельная поверхность, S, см <sup>2</sup> /г	Водо-потребность, %	Активность по поглощению извести, %	Модуль активности, M <sub>a</sub>	Модуль основности, M <sub>o</sub>
2100	1080	2950	39	16,5	0,34	0,08

Таблица 3

## Фракционный состав золы Ферганской ТЭС

Содержание фракций, % . мкм							
0-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-60	60-80	> 80
0,7	2,2	8,1	16,5	30,4	13,8	16,7	11,6

Таблица 4

## Минералогический состав портландцемента АО «Кувасайцемент»

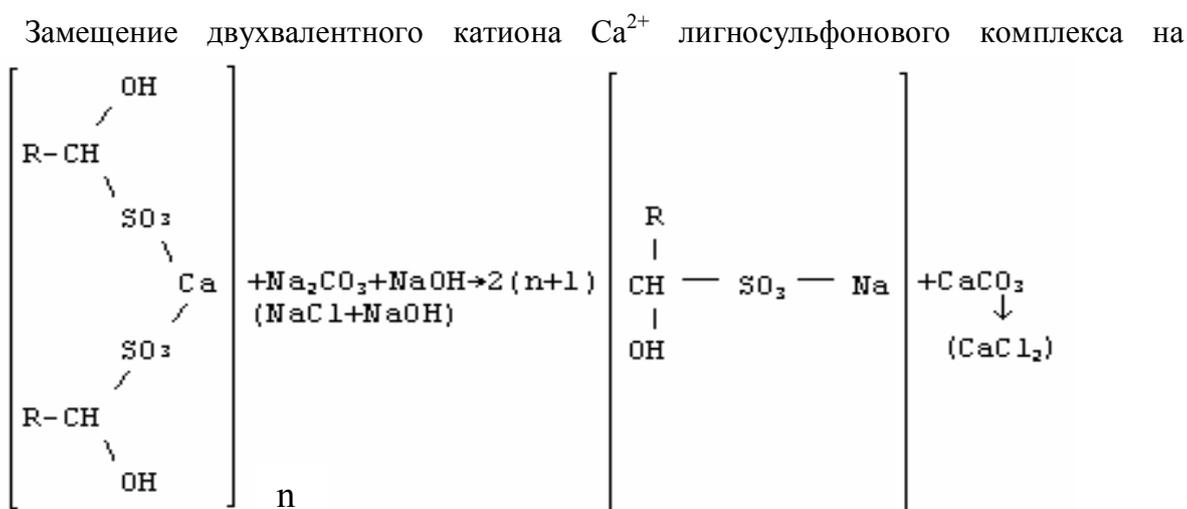
Содержание минералов, мас. %						
C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	КН	n	p
53	22	6	15	0,87	2,12	1,06

В работе подробно изложены научно-теоретические представления об основах действия модифицированно-пластифицирующих добавок (МПД) полифункционального действия на мелкозернистый золоцементный материал полиструктурного строения и представлены результаты исследования роли МПД при гелиотеплохимической обработке многокомпонентных мелкозернистых материалов.

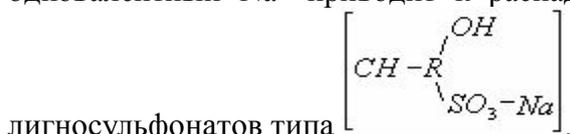
Многочисленные эксперименты и производственные испытания позволили разработать способ получения эффективного пластификатора на основе ЛСТ модификацией натриевыми солями. В качестве модификатора используется содосульфатный плав (ССП) – отход производства капролактама Чирчикского ПО «Электрохимпром».

По химическому составу СПП представляет собой смесь карбонатов, сульфатов и хлоридов натрия, мас. %:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  54 – 57,  $\text{Na}_2\text{CO}_4$  22 – 27,  $\text{NaCl}$  10 – 14,  $\text{NaOH}$  – 1,7, другие вещества 6,4 – 7,0.

Способ модификации состоит из введения в 15 - 30%-ный раствор МПД-3 30% СПП и перемешивания смеси в течение 2,0 - 2,5 ч. При этом температура среды находится в диапазоне 65-80°C. Предполагаемая химическая реакция протекает по следующей схеме:



одновалентный  $\text{Na}^+$  приводит к распаду первичного радикала на отдельные цепочки



В результате изменений радикалов снижается вязкость раствора и увеличивается стабилизирующий эффект дисперсной системы.

Полученный в результате данной реакции продукт отстаивается в течение 1 - 2 часов и отделяется от осадка.

Анализ существующих научно-технических решений по использованию солнечной энергии при производстве строительных материалов выявил их основные недостатки - невозможность комплексного использования солнечной энергии на различных технологических переделах, влияющих на гидратацию, фазовый состав и структурообразование золоцементных материалов; отсутствие единого подхода по регулированию и обеспечению лучших условий технологического процесса и этапы его структурообразования. С целью устранения вышеуказанных недостатков проведены исследования в рамках единой обобщающей энерго- и ресурсосберегающей технологии материалов полиструктурного строения (рис. 1).

**Энерго – и ресурсосберегающая технология вяжущих мелкозернистых материалов полиструктурного строения**



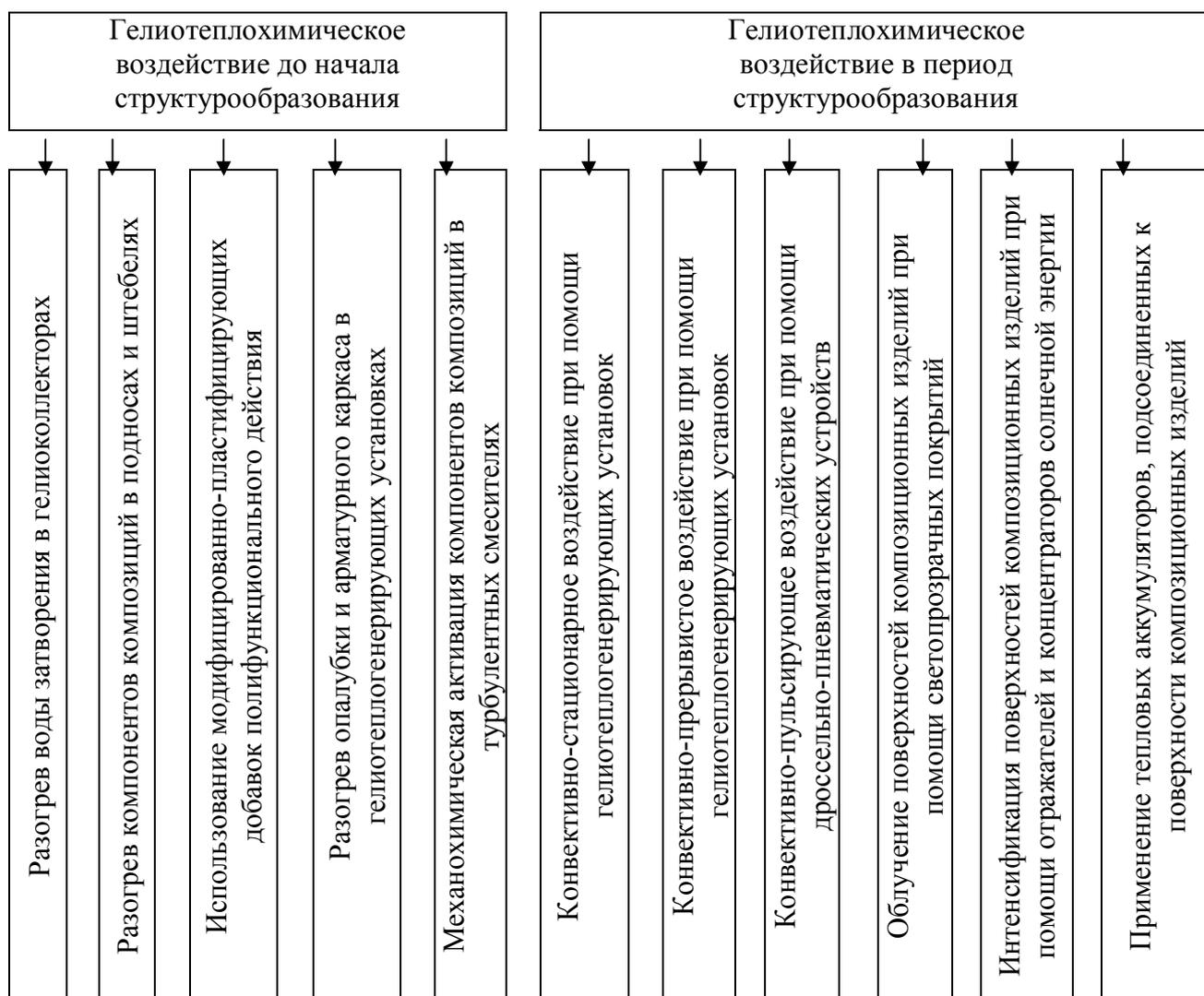


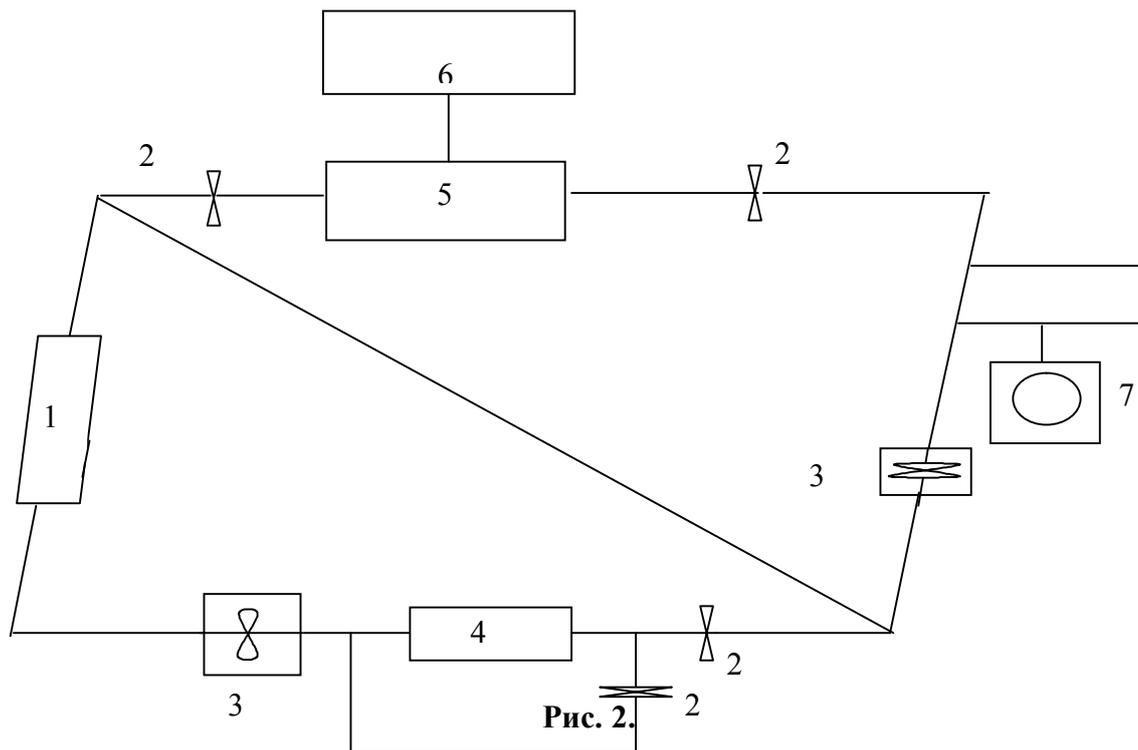
Рис. 1.

Рассмотрены схемы регулирования параметрами теплоносителя в комбинированных солнечных теплогенерирующих установках. Показана возможность энерго- и ресурсосбережения при производстве многокомпонентных строительных материалов полиструктурного строения путём качественно-количественного регулирования параметрами теплоносителя и режимов работы в комбинированных солнечных теплогенерирующих установках. Разработанная солнечная воздушная теплогенерирующая схема с аккумулятором из твердого наполнителя (рис. 2) состоит из гелиовоздухонагревателя 1, регулирующих заслонок 2, нагнетателей воздуха 3, аккумулятора тепла с твердым наполнителем 4, технологической камеры гелиообработки 5, дополнительного источника энергии 6.

Данная схема позволяет повысить экономичность установки путем исключения конвективных теплопотерь в период останова. Трубопровод наружного воздуха пропущен через аккумулятор и имеет заслонку на входе и выходе. В зоне аккумулятора трубопровод перфорирован. Разные комбинации положения заслонок позволяют обеспечить разные режимы работы установки, т.е. только гелиообработка; только зарядка аккумулятора; одновременно разрядка аккумулятора и гелиообработка, одновременно зарядка аккумулятора и гелиообработка.

**Солнечная воздушная теплогенерирующая схема с аккумулятором из**

## твёрдого наполнителя



Рекомендуемая схема солнечной установки с аккумулятором из твёрдого наполнителя позволяет исключить конвективные теплотери в периоды остановки, а также за счет возможности регулирования режима работы установки обеспечить лучшие условия технологического процесса, т.е. поддерживать температуру гелиообработки в наиболее благоприятном температурном режиме, что повышает качество гелиообрабатываемого материала.

**В третьей главе** рассмотрены рациональные методы исследования по оптимизации режимов гелиотеплохимической обработки для высоконаполненных золоцементных композиций мелкозернистого строения.

Известно, что существующие линейные модели неадекватно описывают свойства мелкозернистых композиционных материалов. Поэтому возникла необходимость перехода к планированию эксперимента второго порядка, описываемого в общем случае полиномом второй степени.

Для золоцементных систем в качестве переменных факторов были приняты: температура изотермического прогрева ( $X_1$ ) - в диапазоне 336 - 368K с шагом 288<sup>0</sup>; время предварительной выдержки ( $X_2$ ) 2 - 6 ч; продолжительность изотермического прогрева 8 - 16 ч.

Выходным параметром принята прочность ( $R_{сж}$ ), как важнейший показатель для изделий из золоцементных материалов марок 75 и 100 после гелиотеплохимической обработки:

с МПД – 1:

$$R_{сж}^{75} = 5,02 + 1,26X_1 + 0,24X_2 + 1,02X_3 + 0,46X_1^2 + 0,09X_3^2 - 0,58X_1X_3, \text{ МПа};$$

$$R_{сж}^{100} = 5,68 + 1,58X_1 + 0,33X_2 + 0,98X_3 + 0,65X_1^2 + 0,34X_3^2 + 0,17X_1X_2 + 0,27X_1X_3, \text{ МПа}.$$

Анализ приведённых математических моделей показал, что по значимости влияния на прочность изделий из золоцементных материалов исследуемые переменные факторы располагаются в следующей убывающий ряд  $X_1 > X_2 > X_3$ .

С целью сопоставления режимов гелиотеплохимической обработки построена регрессионная модель, отражающая оптимальную технологию теплохимической

обработки в зависимости от температуры теплоносителя ( $X_1$ ) – в диапазоне 358-418К с шагом 288<sup>0</sup>; скорости теплоносителя – 1-3 м/с; содержание МПД от массы Ц + З – 0,28-0,32% с шагом 0,02%. Установлено, что по значимости переменные факторы располагаются в следующий убывающий ряд  $X_2 > X_1 > X_3$ .

С МПД – 2:

$$R_{сж}^{75} = 5,42 + 1,38X_1 + 0,62X_2 + 1,31X_3 + 0,72X_1^2 + 0,09X_3^2 - 0,51X_1X_3, \text{ МПа};$$

$$R_{сж}^{100} = 50,02 + 2,1X_1 + 0,52X_2 + 1,04X_3 + 0,69X_1^2 + 0,57X_3^2 + 0,23X_1X_2 + 0,34X_1X_3, \text{ МПа}.$$

С МПД – 3:

$$R_{сж}^{75} = 5,8 + 1,62X_1 + 0,81X_2 + 1,51X_3 + 0,82X_1^2 + 0,12X_3^2 - 0,38X_1X_3, \text{ МПа};$$

$$R_{сж}^{100} = 6,24 + 2,32X_1 + 0,71X_2 + 1,34X_3 + 0,81X_1^2 + 0,82X_3^2 + 0,43X_1X_2 + 0,64X_1X_3, \text{ МПа}.$$

Полученные решения использовались при проектировании свойств и определении эффективности гелиотеплохимической обработки мелкозернистых золоцементных материалов полиструктурного строения классов В7,5÷В15 (табл. 5, 6).

Таблица 5

Классификация золоцементных материалов как объектов гелиотеплохимической обработки

Класс	Соотношение Ц:З	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> , кг				ПАВ, % от массы цемента	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Время турбулентной обработки, мин	Прочность на сжатие, R <sup>28</sup> <sub>ср</sub> , МПа		Коэффициент вариации прочности, V <sub>п</sub> , %	
		Ц	З	И	В				*	**	*	**
В 7,5	85:15	180	1020	51	475	0,32	1316	-	9,1	7,8	20,3	20,8
В 10	80:20	230	920	46	441	0,30	1360	-	11,8	10,3	17,6	19,7
В 12,5	75:25	290	870	43	430	0,30	1410	-	14,5	12,7	16,2	18,2
В 15	74:26	295	860	42	427	0,30	1530	60	16,5	15,2	12,2	14,6

Примечание: \* - прерывистая термообработка; \*\* - постоянная термообработка.

Таблица 6

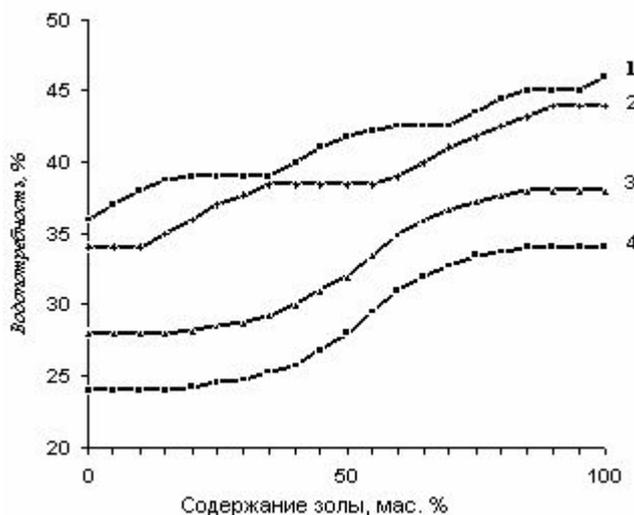
Физико-технические показатели золоцементных изделий класса В7,5

№	Соотношение компонентов, %			Расход воды, кг/м <sup>3</sup>	Добавка МПД		Осадок конуса, см	В/Т	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, через 28 сут, МПа
	цемент	зола	известь		тип	количество, %				
1	15	81	4	465	МПД-2	0,30	18-20	0,376	1325	7,9
2	16	80	4	470	МПД-1	0,32	18-20	0,380	1335	8,0

3	18	78	4	462	МПД-3	0,28	18-20	0,380	1350	7,8
---	----	----	---	-----	-------	------	-------	-------	------	-----

Рассмотрены структурообразующие факторы и их влияние на технические и прочностные свойства высоконаполненной литой золоцементной смеси. Золоцементная смесь не содержит крупных фракций заполнителей и является высокодисперсной наполненной системой. Следовательно, имеет высокоразвитую поверхность раздела твёрдой и жидкой фаз, что способствует развитию сил межмолекулярного сцепления и увеличивает связность системы в целом с одной стороны, а с другой – требует значительного расхода цементно-водного геля для обмазки частиц золы. Резкое увеличение водопотребности связано не только с ростом свободной и адсорбционной – связанной жидкости, но и с высокой пористостью самих частиц золы. Значительная водопотребность высоконаполненной золоцементной композиции, как показали наши исследования, отрицательно сказывается на её гидрофизических, пластометрических и тиксотропных показателях. Вместе с тем, теоретические исследования влияния степени наполнения смеси на её водопотребность показали, что, вопреки приводимым в различных литературных источниках данным о прямо-пропорциональной зависимости между водопотребностью и содержанием золы, получен ряд S-образных кривых (рис. 3). Установленное нами явление требует коренным образом обновить существующие энерготехнологии производства золоцементных материалов полиструктурного строения.

### Влияние добавок на водопотребность золоцементного теста при гелиотеплохимической обработке

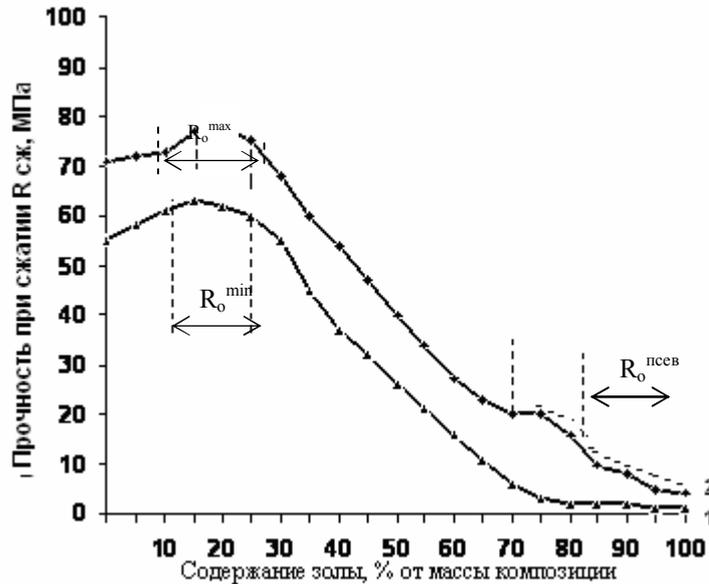


1 - с добавкой 10 % извести; 2 - 5 % извести; 3 - без добавок; 4 - с добавкой 0,3 % МПД-2

**Рис. 3.**

Проведенные эксперименты свидетельствуют, что при смешивании вяжущего и наполнителя с водой формируется золоцементная система, процесс твердения которой протекает на уровне образования микроструктуры. Прочностные же её свойства определяются процессами, протекающими во время контакта твёрдой и жидкой фаз, и зависят от количества наполнителя, физико-химической активности поверхности частиц и режима гелиотеплохимической активации. При содержании наполнителя в диапазоне 70-80% впервые обнаружен интересный эффект, а именно, эффект снижения прочности высоконаполненной структуры (рис. 4). Данный участок является, по-видимому, второй зоной «псевдооптимального» наполнения.

### Прочность на сжатие изделий из золоцементного материала в возрасте 28 суток



1 - без добавки; 2 - с добавкой МПД-2  
(0,3% от веса смешанного вяжущего)

**Рис. 4.**

Наряду с физическими процессами в контакте наполнитель - связующее протекают также процессы хемосорбционного срастания частиц золы с цементом. Природа такого взаимодействия зависит от энергетических характеристик поверхности частиц и увеличения контактной адгезии, что может быть обеспечено только комплексно - гелиотеплохимическим воздействием до начала и в период структурообразования многокомпонентных мелкозернистых материалов полиструктурного строения. Было установлено, что по пластифицирующему эффекту оптимальная дозировка добавок располагается в следующем убывающем ряду: МПД-1 > МПД-3 > МПД-2, что составляет соответственно 0,34; 0,30; 0,26 % для высоконаполненных (более 60 % золы) золоцементных смесей.

Оптимальное содержание извести в вышеуказанной системе составляет 5-6%. Наибольшее значение прочности на сжатие при 80%-ном наполнении достигнуто при введении 5% извести с МПД-1 (15,5 МПа); МПД-2 (15,1 МПа) и МПД-3 (13,7 МПа).

Модификация высоконаполненных зольных материалов добавками МПД-1 и МПД-2 без извести при стационарном тепловом воздействии не даёт столь высокого эффекта повышения прочности, однако полученные данные значительны и составляют – 11,5 и 12,3 МПа соответственно. Показано, что прерывисто-пульсирующее тепловое воздействие при введении добавки МПД обеспечивает рост прочности оптимально наполненной золоцементной композиции на 25-34%, при этом наблюдается кинетика снижения энергоресурсов в диапазоне 30-60%.

Следует отметить, что для модифицированной системы оптимальная степень наполнения сдвигается в сторону увеличения на 5-6% и составляет 20-30%. Максимальный же прирост прочности составляет 10-15%. При температуре воды, нагретой в гелиоколлекторе до 305-312К, модификация золоцементного материала добавками обеспечивает прирост прочности при изгибе на 20%, при оптимальном наполнении - 30%. Дальнейшее увеличение температуры жидкой среды и степени наполнения приводит к линейному падению  $R_{28}^{изг}$ , и «псевдооптимальная зона» в этом случае отсутствует.

С точки зрения совместного механохимического и теплового воздействия эти явления могут быть объяснены следующим образом: при оптимальной температуре

жидкости и турбулентном перемешивании возникают значительные скоростные градиенты в смеси, снижается вязкость, улучшаются тиксотропные свойства и повышается дисперсность системы. При соударениях частиц с их поверхности сдвигается инертная плёнка. Процесс диспергирования обеспечивает свободный доступ воды к частицам золы и цемента, что приводит к увеличению количества гидратных новообразований и более глубокому протеканию процесса гидратации.

**В четвертой главе** рассмотрено математическое моделирование гелиотеплохимических процессов структурообразования золоцементных вяжущих материалов при использовании солнечной энергии. При разработке оптимальных режимов теплопереноса с целью интенсификации твердения смеси было установлено, что, наряду с обеспечением высокого качества изделий, становится возможным также прогнозирование энергетически обоснованных условий технологического процесса при экономически оптимальном расходе энергетических ресурсов.

Исследованиями была найдена аналитическая зависимость, которая учитывает следующие факторы:

- подъём температуры в расчётной точке за счёт внутреннего тепловыделения с учётом коэффициента лучепоглощения

$$\Delta t_{q_i}^{j-1} = \frac{m_v \cdot \Delta \tau}{c \cdot \rho} \cdot q_{3,i}^i + q_l^i \cdot k_i,$$

где  $c$  – удельная теплоемкость (830-870 Вт/мК),  $m_v$  – масса цемента в 1 м<sup>3</sup> бетона (180-295 кг/м<sup>3</sup>),  $\rho$  – плотность изделия (1316-1530 кг/м<sup>3</sup>),  $q_3^o$  – интенсивность тепловыделения от гидратации цемента (Вт/м<sup>3</sup>),  $q_l^i$  – удельная теплота за счет поглощения солнечной радиации, (Вт/м<sup>3</sup>),  $k_i^i$  – коэффициент лучепоглощения при 80%-ном наполнении золой (0,81 Вт/м<sup>2</sup>К).

Количество теплоты, выделяющейся в объём изделия за время  $\Delta \tau$

$$Q_{\Sigma}^{ij} = m_v \cdot \Delta \tau \int_V q_{\Sigma}^j \cdot dv + \frac{1}{k_i} \int_V q_{\Sigma}^i \cdot dv \approx m_v \cdot \Delta \tau \cdot \Delta x \sum_{j=1}^K Q_l^j + \frac{1}{k_i} \sum_{i=1}^S Q_l^i;$$

где  $j, i$  – индекс момента времени, определяемый по методике равных тепловыделений и временем лучепоглощения.

Удельная интенсивность теплового потока  $q_3$ , генерируемая в комбинированной гелиоустановке

$$q_F = -\frac{\lambda}{\Delta x} (t_r^{j-1} - t_1^{j-1}) + \Delta x \cdot \lambda \cdot c \cdot \rho (t_r^j - t_1^j) \cdot 0,5 - \lambda \cdot m_v \cdot \Delta x \cdot q_3 \cdot 0,5 + \Delta x^2 + q \Delta x K$$

Количество теплоты, необходимое для обогрева изделия за счет гелиотепловой обработки

$$Q_F^{ji} = q_3^j \cdot \Delta \tau + q_1^i \cdot \Delta \tau + q_l^i \cdot \Delta r^1;$$

Коэффициент эффективности

$$K = \frac{Q_{\Sigma}}{Q_r} \cdot 100\%.$$

Алгоритм расчёта реализован на языке TURBO PASKAL 6.0 для Pentium-4. Время счёта каждого варианта 15-17 мин. Результаты поставленной задачи для  $l_1 \angle l_2 \angle l_3 \angle$  анализированы в трёх сечениях, которые соответствовали точкам  $N_2, N_3$  и  $N_4$ .

Установлены граничные показатели гелиотеплохимически обработанного золоцементного мелкозернистого изделия на прослойках (табл. 7).

Таблица 7

Граничные показатели гелиотеплохимически обработанного золоцементного мелкозернистого изделия на прослойках

Граничные точки	$L_1 = 0,1 \pm 0,001$ м			$l_2 = 0,2 \pm 0,001$ м			$l_3 = 0,4 \pm 0,001$ м		
	$\Delta t^I$ , °C	$t^I$ , °C	$Q_3^I$ МДж	$\Delta t^{II}$ , °C	$t^{II}$ , °C	$Q_3^{II}$ МДж	$\Delta t^{III}$ , °C	$t^{III}$ , °C	$Q_3^{III}$ МДж
N <sub>2</sub>	16,2	79,10	1,44	18,9	77,91	3,32	18,97	71,32	4,92
N <sub>3</sub>	14,6	80,45	1,31	18,1	76,21	3,11	14,17	60,62	3,41
N <sub>4</sub>	13,9	80,67	1,31	17,2	73,20	2,93	9,07	51,07	2,32

Отмечено, что полученные данные хорошо коррелируют с кинетикой тепловыделения золоцементных систем (табл. 8).

Наполнение золой на 20, 40, 60 и 80% снижает тепловыделение соответственно на 17, 40, 50 и 57%. Введение МПД снижает тепловыделение на 5; 6, 4; 8% в следующем порядке МПД-1 > МПД-3 > МПД-2. Это объясняется избирательной адсорбционной способностью модифицированных пластифицирующих добавок на активных центрах поверхности частиц золы и цемента.

При увеличении толщины прогрев внутренних слоёв изделия, как показывают исследования, значительно отстаёт от прогрева внешних слоёв. Поэтому величины максимумов и время их появления в исследуемых точках изделия значительно отличаются между собой, что указывает на интегральные показатели мелкозернистого многокомпонентного изделия во время гелиотеплохимической обработки (табл. 9).

Таблица 8

Временные показатели тепловыделения золоцементных материалов при гелиотеплохимической обработке

Сроки определения тепловыделения, ч	Превышение температуры (°C) при содержании золы, мас. %				
	0	20	40	60	80
5	18	9	7	5	4
10	38	28	21	12	8
15	29	25	23	29	16
20	17	18	16	19	16
25	13	12	10	9	8
30	8	7	6	6	6
35	6	5	5	4	4

Таблица 9

Интегральные показатели гелиотеплохимически обработанного золоцементного мелкозернистого изделия

$l$ , м	$q_3$ , кВт/м <sup>3</sup>	$\tau^{\max}$ , ч	$Q_3$ , МДж/м <sup>3</sup>	$Q^*$ , МДж/м <sup>3</sup>
$0,1 \pm 0,001$	4,86	5	4,31	42,10
$0,2 \pm 0,001$	4,11	6	8,20	39,81
$0,3 \pm 0,001$	2,07	8	15,31	38,21

$l$ , м	$t$ , °C	$\Delta t$ , °C	$Q_f^*$ , МДж/м <sup>3</sup>	$\tau$ , ч	$Q_3^*/Q_f^*$ , %	$Q_3^*/Q_{\text{треб}}^*$ , %
$0,1 \pm 0,001$	80,45	14,42	13,21	5	31,87	16,84

$0,2 \pm 0,001$	77,92	16,94	11,84	11	38,39	15,92
$0,3 \pm 0,001$	60,14	13,63	10,37	13	36,85	15,28

Анализируя результаты расчётов для мелкозернистых изделий различной толщины можно отметить следующее: толщина изделия влияет не только на количественные характеристики тепловыделения, но и изменяет его кинетику. Установлено также, что чем толще изделия, тем больше выделяется теплота в абсолютных единицах и тем большую долю она составляет в общем количестве тепла на прогрев. Это легко объясняется тем, что при увеличении толщины изделия в расчете на удельную площадь обогреваемой поверхности наблюдается и возрастание объёма изделия. В то же время надо отметить, что на удельный объём такой прямой зависимости уже не будет.

**В пятой главе** представлены закономерности процессов гидратации и структурообразования в золоцементных системах, установлена взаимосвязь физико-химических превращений гидратных новообразований и кинетики формирования «многоуровневых» структур. Показана стадийность развития периодической коллоидной структуры. Было установлено, что при гелиотеплохимической обработке наряду с индукционным периодом твердения в системе наблюдаются также периоды развития конденсационной структуры и дальнейшее её упрочение.

Выявленные закономерности позволяют описать физические, механохимические и теплофизические процессы структурообразования и разрушения изделий из золоцементных материалов. Кроме того, становится возможным установление количественных соотношений, особенно во втором периоде гелио-теплохимической обработки. При этом легко выделить две структуры на микро- и макроуровнях.

Следует отметить, что свойства формируемой микроструктуры определяются процессами, протекающими во время контакта жидкой и твердой фаз, т.е. зависят от многочисленных факторов: от количества наполнителя (15 - 80%) дисперсности, физико-химической активности поверхности вяжущего вещества, температуры жидкой фазы, количества интегральных и условно – замкнутых пор.

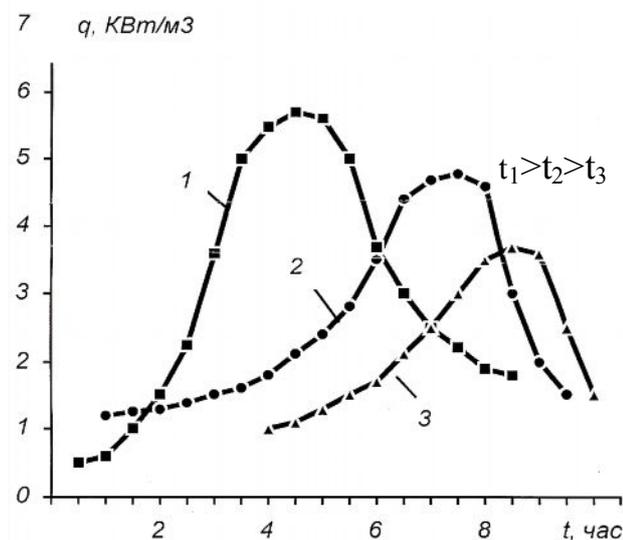
Анализы показывают, что золоцементные материалы представляют собой многокомпонентную систему со сложной организацией структуры по типу «структура в структуре». Подобная организация их структуры является объединяющим началом управления свойствами. Другими словами, при проектировании оптимальной структуры необходимо учитывать геометрические параметры золоцементных материалов, влияющие на процессы структурообразования на макроуровне, вид и свойства внутренних поверхностей раздела, характера физико-химических и теплофизических процессов взаимодействия компонентов, а также условия гелиотеплохимического воздействия на эти процессы.

Можно сказать, что все это в совокупности позволяет в достаточной степени четко прогнозировать свойства золоцементных материалов по свойствам исходных компонентов. При этом становится возможным получить ряд положительных эффектов, связанных со снижением примерно на 30-38% температуры при гелиотеплохимическом воздействии, сокращением расхода вяжущего на 10-15% при сохранении заданной прочности изделия, улучшением однородности, связности и образованием условно-замкнутых пор, существенно влияющих на такие теплофизические свойства, как теплопроводность ( $\lambda = 28-32$  Вт/мК), теплоемкость ( $C = 830-870$  Вт/кгК) и объемные тепловыделения (рис. 5).

Анализ результатов исследуемых образцов свидетельствует о том, что после гелиотеплохимического воздействия их свойства улучшаются. Также важно, что для многокомпонентных золоцементных изделий характерна кольматация пористой структуры. В работе была установлена прямо пропорциональная зависимость между коэффициентом морозостойкости, расходом и видом цемента, а также кинетикой деформации высоконаполненных образцов. Последняя оказывает существенное влияние

на увеличение адгезии в контактных зонах «зола-цемент». Это хорошо согласуется и с данными по увеличению прочности на сжатие и изгиб и результатами физико-химических исследований.

### Объемные тепловыделения в золоцементных материалах



1, 2, 3 - тепловыделение при температурах  $t_1, t_2, t_3$  соответственно

Рис. 5.

В шестой главе приведены прикладные и экономические аспекты разработанной энерго- и ресурсосберегающей технологии получения многокомпонентных золоцементных материалов и изделий из них методом гелиотеплохимической обработки. На основе сделанных выводов объясняется сокращение продолжительности структурообразования и получение экономического эффекта по ресурсам.

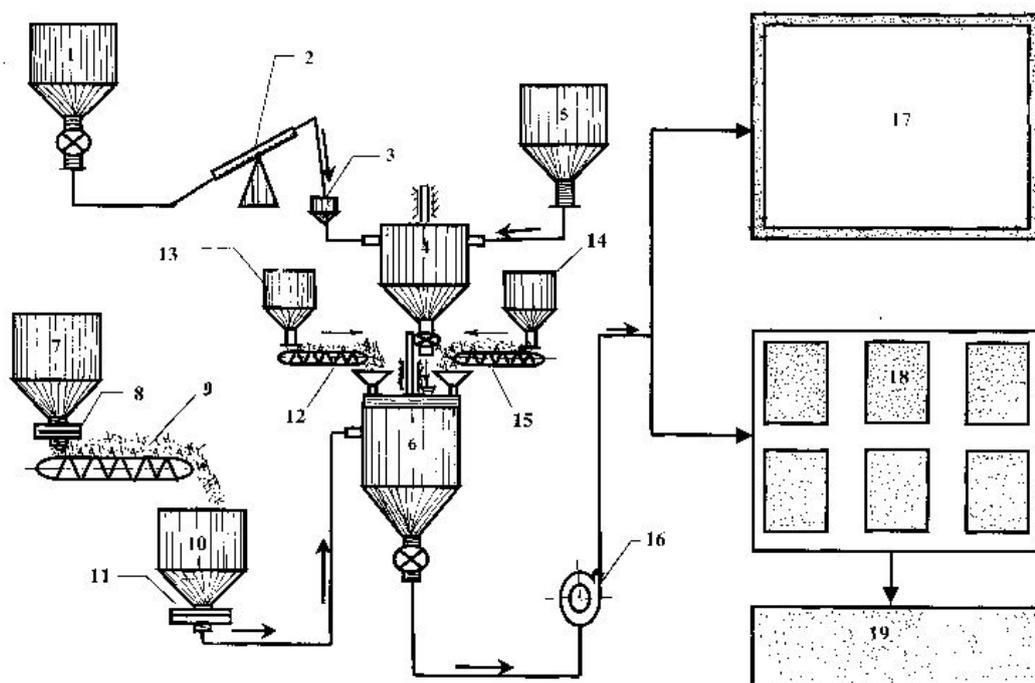
Использование добавок МПД и естественно нагретой бетонной смеси при гелиотеплохимическом воздействии позволяет существенно сократить продолжительность тепловой обработки изделия. Составлен восходящий ряд  $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$ , соответственно указывающий сокращение расхода энергии на 30; 34 и 38%.

Применение гелиотеплохимической обработки изделий из высоконаполненного золоцементного материала позволяет, прежде всего, получать такие положительные эффекты, как:

- снижение температуры и периода изотерического прогрева изделий на базе техногенных отходов;
- улучшение однородности, связности и пористой структуры золоцементной системы;
- сокращение продолжительности уплотнения смеси при формовании изделий;
- сокращение расхода вяжущего компонента и повышение прочности изделий из золоцементных материалов.

На основе проведённых опытно-производственных испытаний новой энергоэффективной технологии (рис. 6) была установлена адекватность расчетно-теоретических и экспериментальных результатов с вероятностью  $93 \div 95\%$ .

### Технологическая схема производства золоцементных материалов



1 – мерник; 2 – гелиоколлектор; 3 – ороситель для теплообмена; 4 – дозатор для МПД; 5 – ёмкость для жидких целевых добавок; 6 – турбулентная растворомешалка; 7 – ёмкость для золы; 8 – дозатор; 9 – шнек; 10 – сито; 11 – дозатор для золы; 12 – шнек для цемента; 13 – ёмкость для цемента; 14 – ёмкость для дисперсных целевых добавок; 15 – шнек для извести; 16 – растворный насос; 17 – сплошная опалубка для стен; 18 – формы для готовых изделий; 19 – комбинированная гелиоустановка

**Рис. 6**

Разработанная для производственных условий технология состоит из следующих стадий (рис. 6). Водопроводная вода через мерник 1 поступает в гелиоколлектор 2, где происходит ее нагрев до 38-41<sup>0</sup>С, после чего она попадает в ороситель для теплообменных аппаратов 3, где её температура доводится до оптимальной. Затем она направляется в дозатор 4, в который поступает также модифицированно-пластифицирующая добавка из ёмкости жидких целевых добавок 5. После перемешивания смесь (водный раствор) поступает в растворомешалку 6. Зола из ёмкости 7, пройдя дозатор 8, при помощи шнека 9 подается в сито 10 для удаления шлаков крупной фракции. Затем зола в определенной дозе подается к дозатору 11 и направляется в растворомешалку 6, в которую также шнеком подается цемент из ёмкости 13 и известь из ёмкости для дисперсных целевых добавок 14 шнеком 15. После получения однородной массы приготовленный раствор насосом 16 перекачивается к формам для формовки изделий (17, 18). Полученные изделия направляются в комбинированную гелиоустановку 19, где в процессе тепловой обработки изделия достигают требуемой прочности.

Важнейшими характеристиками золоцементных материалов, определяющих их долговечность, являются водопоглощение и морозостойкость. Анализ образцов после гелиотеплохимического воздействия показывает, что с увеличением плотности снижается их весовое и объёмное водопоглощение, коэффициент размягчения золоцементных материалов незначительно (3-4%). Резкое снижение водопоглощения наблюдается в случае механохимической активации системы при оптимальном температурном режиме, что говорит о значительном снижении капиллярной и открытой пористости структуры.

Гидрофизические показатели золоцементных материалов тесно связаны с морозостойкостью. Установлено, что во всех эксплуатируемых составах образцов с добавками МПД и извести наблюдается достаточно высокая морозостойкость, соответствующая требованиям строительных норм. Для золоцементных материалов

отмечена прямо-пропорциональная зависимость коэффициента морозостойкости и кинетики деформации при кратковременной нагрузке на образцы от расхода цемента.

Полученные данные о снижении деформативности золоцементных материалов при гелиотеплохимическом воздействии свидетельствует о повышенной адгезии в контактных зонах «зола-цемент», что хорошо согласуется с данными по увеличению прочности при сжатии и изгибе, а также данными физико-химических исследований. Кроме того, отмечаются высокие теплофизические свойства мелкозернистых строительных материалов, используемых для изготовления ограждающих конструкций.

Было также установлено, что теплопроводность структурообразующего золоцементного материала зависит от микроструктуры, плотности твердой фазы, влагосодержания и внутреннего давления парогазовой среды.

Экономический эффект при внедрении (1997-2001 г.г.) гелиотепло-химической технологии на КСКИ строительного треста №10 АО «Наман-ганкурилиш» в г. Намангане составил 12000 тыс. сум по ценам на 11.08. 2001 года. Экономический эффект от внедрения энерго- и ресурсосберегающей технологии (1987-1991 г.г.) при строительстве сельских домов в колхозе «Ак-Алтин» Ташлакского района Ферганской области ПМК-79 треста №1 «Узагроостроя» составил 23,89 тыс. сум по ценам 1990 года. Расчет фактической экономической эффективности от внедрения гелиотеплохимической технологии позволило домостроительному комбинату г. Намангана сэкономить энергоресурсы и дорогостоящий цемент, а также позволило использовать техногенные отходы, что улучшило экологическую обстановку в Ферганской долине. Экономический эффект при строительстве 1 двухквартирного приусадебного дома сельского типа составил:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = C_1 - C_2 = 945380,37 - 882424,82 = 62955,53 \text{ (сум).}$$

Годовая экономическая эффективность от внедрения новой технологии составляет  $\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E} \cdot A = 62955,53 \cdot 20 = 1259110,6$  сум (по ценам на 8.06. 98 г.)

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа мелкозернистых золоцементных материалов полиструктурного строения в качестве объекта гелиотеплохимической обработки и технологической переработки, впервые были обобщены принципы научных основ энерго- и ресурсосберегающей гелиотеплохимической технологии. Обоснована возможность и технико-экономическая эффективность применения в сельском строительстве высоконаполненных золоцементных материалов с модифицированно-пластифицирующими добавками полифункционального действия, что, в свою очередь, позволяет решить проблему утилизации крупнотоннажных отходов - золы гидроудаления ТЭС.

2. На основе комплексных физико-химических исследований установлены основные закономерности влияния условий экзотермии на процесс структурообразования мелкозернистого золоцементного изделия при гелиотеплохимической обработке. Впервые показаны граничные, временные, интегральные и другие его показатели.

Найдены оптимальные дозировки мелкозернистых золоцементных материалов при добавке извести и МПД. Было установлено, что применение добавок МПД совместно с известковой активацией позволяет получать на основе низкоактивной золы строительные материалы с прочностью 7,5-12,5 МПа в области «псевдооптимального» наполнения. Турбулентное перемешивание смеси приводит к механохимической активации смеси с образованием активных центров в структурообразующей среде, а регулируемое гелиотеплохимическое воздействие обеспечивает дополнительное увеличение прочности в среднем на марку.

3. Физико-химическими исследованиями выявлен фазовый состав и раскрыты особенности структурообразования высоконаполненных золоцементных строительных материалов при гелиотеплохимическом воздействии. Отмечена интенсификация взаимодействия стеклофазы золы с гидроксидом кальция, увеличение количества гидратных новообразований, активных центров и скорости гидратации, усиления

пуццолановой реакции на всех этапах твердения.

4. Впервые экспериментально подтверждено, что в результате фазовых изменений, интенсификации процесса структурообразования и проявление пластифицирующего эффекта при введении МПД ускоряется кристаллизация высокопрочных соединений, уплотнение и упорядочение структуры золоцементных материалов. Усадка золоцементных материалов с химическими добавками сопоставима с усадкой керамзитобетонов, морозостойкость и водопоглощение отвечают требованиям стандартов на легкие бетоны, а стойкость к сульфатной агрессии и теплопроводность значительно их превосходят.

5. Разработана система управления параметрами теплоносителя в комбинированных солнечных теплогенерирующих установках. При этом обоснован выбор устройств механохимической активации для линий гелиотеплохимической обработки золоцементных мелкозернистых материалов полиструктурного строения, включающей два уровня гелиотеплохимического воздействия: до начала и в период структурообразования. Составлена математическая модель тепловых процессов в системах, твердеющих при физико-химическом взаимодействии с жидкими средами.

6. Проведены комплексные исследования особенностей гелиотеплохимических процессов и разработаны методики учета теплового эффекта экзотермии с учетом коэффициента лучепоглощения в общем тепловом балансе при гелиотеплохимической обработке. Проведены оценочные расчеты относительно влияния режимов тепловыделения и лучепоглощения в изделиях от содержания золы в золоцементных вяжущих материалах.

7. Результаты диссертационной работы используются при разработке энерго- и ресурсосберегающей технологии получения золоцементных материалов и изделий методом гелиотеплохимической обработки. Концептуальные идеи, математические модели, разработанные методы и методики расчета и другие научно-технические результаты значительно расширят возможности технологов, гелиотехников и экспериментаторов при производстве строительных материалов полиструктурного строения, при проектировании и строительстве гелиотеплохимических линий, комплексов турбулизации и механохимической активации в области энерго- и ресурсосбережения. Научные и теоретические результаты диссертации использованы при проведении занятий в ВУЗах республики при чтении лекций и проведении практических занятий по специальностям «Охрана окружающей среды», «Теплоэнергетика», «Строительство инженерных коммуникаций» и по дисциплине «Использование нетрадиционных источников энергии».

8. Производственная апробация разработок показала технико-экономическую эффективность применения гелиотеплохимической технологии при производстве мелкозернистых золоцементных материалов полиструктурного строения. При этом, прежде всего, можно достичь существенной экономии энергии и ряда природных ресурсов, что, в конечном итоге, способствует также существенному улучшению экологической обстановки промышленных энергетических районов. Совокупный годовой экономический эффект от внедрения результатов диссертационной работы на этих предприятиях составляет порядка 125 млн. 791 тыс. сумов в год (расчет на 2005 год). При использовании разработанной технологии только в областях Ферганской долины экономический эффект может составить свыше 500 млн. сум в год (по ценам 2005 года).

#### 4. СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

##### Монографии и статьи, опубликованные в научных журналах.

1. Алиазаров А.Х., Мухиддинов Д.Н. Гелиохимтехнология производства золоцементных композиционных материалов (монография). Наманган: НИТИ, 1998.- 214 с.
2. Alinazarov A.Kh., Ikramov N.M. Solar Thermochemical Treatment of Ash-Cement Compositions. - Namangan:NIPI, 2005. - 51 p.
3. Алиазаров А.Х., Ахмадалиев А. Солнечные сушильные установки с аккумулятором тепла //РЖ АН СССР «Гелиотехника». Ташкент, 1989, №2. – С. 74-76.
4. Alinazarov A.Kh., Mukhiddinov D.N. Solar Thermochemical Treatment of Ash-Cement Compositions. Applied Solar Energy. Vol. 35, No. 4. Allerton Press, Inc. /New York. 1999., pp. 13-19
5. Alinazarov A.Kh. Effect of Solar Thermal Chemical Treatment on Deformable Indices of Ash-Cement Compositions. Applied Solar Energy. Vol. 36, No. 3. Allerton Press, Ins. /New York. 2000., pp.70-73
6. Alinazarov A.Kh., Atamov A.A., Mukhiddinov D.N. Hydrophysical Properties of Ash-Cement Compositions and their Effect on Solar Thermal Chemical Treatment. Applied Solar Energy. Vol. 37, No. 1. Allerton Press, Ins. /New York. 2001.,pp. 44-48
7. Alinazarov A.Kh., Mazhidov N.N. Mathematical Modeling of Thermal Processes in the Helio-thermochemical Treatment of Fine-Grained Polirtructual composite Products. Applied Solar Energy. Vol. 37, No. 2. Allerton Press, Ins. /New York. 2001., pp. 18-20
8. Nodirov Sh.M., Alinazarov A.Kh. The Effect of Calorific Power Control Accuracy on the Operation Modes of Solar Heat-generating Plants. Applied Solar Energy. Vol. 37, No. 3. Allerton Press, Ins. /New York. 2001., pp. 86-87.
9. Alinazarov A.Kh., Gulyamov A.G. Specufic Features of the Structure Formation of Ash-Cement Compositions by Solar Thermal Chemical Action. Applied Solar Energy, vol.38. No 1, Allerton Press, Ins / New York 2002. p.p. 58-64
10. Алиазаров А.Х., Гулямов А.Г. Принципы управления параметрами теплоносителя и оптимизация режимов тепловой обработки в гелиотехнологических установках //Альтернативная энергетика и экология, АЭЭ, 2005. - № 8 (28). –С. 40-42.
11. Алиазаров А.Х., Ражабова М.Н., Атамов А.А., Мажидов Н.Н. Кинетика твердения золоцементных композиций при механохимической активации //Проблемы механики, 2001. - №3 - 4. – С. 41 – 43.
12. Alinazarova M., Gulyamov A.G., Alinazarov A.Kh. Control Over the Thermal Propertis of Fine Composite Materials in Solar Thermochemical Treatment. Applied Solar Energy, vol.38, No 3, Allerton Press, Ins / New York 2002. p.p. 75-78
13. Алиазаров А.Х., Гулямов А.Г. Свойства золоцементных композиций при механохимической активации //Проблемы механики, 2002. - Вып. 5. – С. 48 - 51.
14. Алиазаров А.Х., Гулямов А.Г. Формирование свойств золоцементных композиций полиструктурного строения //Гелиотехника, 2003. - Вып. 1. – С. 86 – 88.
15. Алиазаров А.Х., Выровой В., Махмудов З. Особенности гетерогенности среды на распределение усадочных деформаций в золоцементных вяжущих материалах //Проблемы механики, 2005. - № 4. - С.7-10.
16. Алиазаров А.Х. Гелиотеплохимическая обработка золоцементных материалов //Альтернативная энергетика и экология, АЭЭ, 2006. - № 6 (38). - С. 114-116.
17. Алиазаров А., Холмирзаев А. Изменение температуры по толщине внецентренно – сжатых железобетонных колон из керамзитобетона при воздействии солнечной радиации // Гелиотехника, 2005. - Вып. 2 - С. 23-26.
18. Алиазаров А.Х., Икрамов Н.М. Комплексные многокомпонентные добавки и

их влияние на структурообразование композиционного материала при гелиотеплохимической обработке // Научно технический журнал ФерПИ, 2005. - № 3. - С. 4-6.

19. Алиазаров А.Х., Ражабова М.Н., Мажидов М.Н. Мавсумий куёш аккумуляторларининг ёкилки ресурсларини иктисод қилишдаги роли //В кн: Профессор-муаллимлар, аспирантлар ва талабаларнинг илмий ишлари, 2 тўплам. -Наманган: 1993. – 133 – 135-б.

20. Алиазаров А.Х., Атамов А., Мухиддинов Д.Н. Об организации структурообразования золоцементных композиций в комбинированной гелиоустановке //В кн.: Профессор-муаллимлар, аспирантлар ва талабаларнинг илмий ишлари, 4 тўплам. - Наманган: 1995. - 123 –126 б.

21. Алиазаров А.Х., Мамажанов М.Н. Исследование золы тепловых электростанций как основного наполнителя композиционных строительных материалов полиструктурного строения // Научно-техн. ж. ФерПИ, 2005. - № 2. – С. 42-45.

22.Алиазаров А.Х., Атамов А. Регулирование параметрами теплоносителя в комбинированных солнечных теплогенерирующих установках. В кн.: Профессор-муаллимлар, аспирантлар ва талабаларнинг илмий ишлари, 5- тўплам. – Наманган: 1998. - С. 87-88.

#### **Перечень авторских свидетельств и патентов на изобретения**

23.Рохлецов Л.П., Алиазаров А.Х. АС 1332121 МКИ F26 В 3/28. Солнечная сушильная установка. Бюл. № 31 от 1987г. По заявке № 3931611/24-06 от 19.07.85.

24.Патент Республики Узбекистан № 4234, ИНДР 9401058.1. Солнечный коллектор /Алиазаров А.Х., Атамов А.А., Негматов М.К. Оpubл. В Б.И. №1, 1997.

25.Патент № 4929, МКИ F 24; 2/04,ИНДР 9200534.1 Солнечный коллектор / Мухиддинов Д.Н., Алиазаров А.Х. Оpubл. В Б.И. №1, 1998.

26.Патент № 4933, МКИ F26 В03/28, ИНДР.9500385.1. Солнечная сушильная установка / Алиазаров А.Х., Мухиддинов Д.Н., Атамов А.А.

27.Патент №5426, МКИ 6F28C1/02, ИНДР/ 98.00067.1. Ороситель для теплообменных аппаратов / Мухиддинов Д.Н., Доскемпиров Б.М., Алиазаров А.Х.

28.Положительное решение государственной патентной экспертизы Республики Узбекистан. МКИ С 04 В 15/02, IDP 20010022. Сырьевая смесь для изготовления мелкозернистого бетона / Алиазаров А.Х., Гулямов А.Г.

29.Положительное решение государственной патентной экспертизы Республики Узбекистан. МКИ С 04 В 24/02, IDP 20010023. Способ приготовления мелкозернистой бетонной смеси / Алиазаров А.Х., Гулямов А.Г.

30.Положительное решение государственной патентной экспертизы Республики Узбекистан. МКИ 7F 26 В 3/28, IDP 20010123.Способ комбинированной сушки / Алиазаров А.Х., Гулямов А.Г.

31.Патент № 05223 МКИ 7F 28c1/02, IDP 20001 0021. Ороситель для теплообменных аппаратов / Мухиддинов Д.Н., Доскемпиров Б.М., Алиазаров А.Х., Ходжаев Р.П.

#### **Перечень статей, опубликованных в сборниках научных трудов, тезисов, депонированных научных работ.**

32. Алиазаров А.Х., Мамажонов М. Свойства золы Папской тепловой электростанции как основного наполнителя композиционных строительных материалов полиструктурного строения // «Ўзбекистонни ижтимоий иктисодий ривожлантиришнинг минтакавий муаммолари» Илмий-амалий конференция материаллари. I қисм. Наманган, 2005 й. - 150-152- б.

33. Алиназаров А.Х. Золобетон с различными добавками отходов промышленности предприятий Ферганской области // Межвуз. сб. научных трудов «Охрана окружающей среды и использование промышленных отходов». - Фергана: ФерПИ, 1989. – С. 41-48.
34. Алиназаров А.Х. Оптимизация режимов тепловлажностной обработки золоцементных композиций //Межвуз. сб. научн. тр. ТашГТУ. - Вып. 3 - Ташкент, ноябрь, 1997. - С. 85 - 89.
35. Алиназаров А.Х. Математическое моделирование тепловых процессов в композициях, твердеющих при физико-химическом взаимодействии с жидкими средами //Межвуз. сб. науч. тр. ТашГТУ. - Вып. 4. Тошкент, 1997. – С. 3-8.
36. Алиназаров А.Х., Тухтабоев А. Исследование закономерностей процессов кластерообразования в золоцементных композициях полиструктурного строения //Матер. Межд. конф. «Проблемы механики и сейсродинамики сооружений». – Тошкент, 2004 г. - С. 212-215.
37. Алиназаров А.Х., Атамов А.А., Гуломов А. Эффективность использования отходов ТЭЦ в производстве высоконаполненных золоцементных вяжущих материалов // «Ўзбекистонни ижтимоий иктисодий ривожлантиришининг минтакавий муаммолари» Илмий-амалий конференция материаллари. –Ч. I. – Наманган, 2005. - С. 41-46.
38. Алиназаров А.Х. Влияние режима гелиотеплохимической обработки на свойства высоконаполненной литой золоцементной композиции //Матер. Республ. НПК «Янги технологиялар – иктисодиёт тараккиётининг асосий омили». – Наманган, 2003. - С. 84 – 85.
39. Гулямов А., Алиназаров А.Х., Ражабова М.Н., Мансуров Р. Исследование сырьевой смеси для изготовления мелкозернистого композиционного материала полиструктурного строения // Матер. РНПК «Янги технологиялар – иктисодиёт тараккиётининг асосий омили». – Наманган, 2003. - С. 62-63.
40. Алиназаров А.Х., Мажидов Н.Н. Аналитический метод решения нестационарного теплопереноса при изменении мощности внутреннего источника во времени // Профессор-ўқитувчилар, аспирантлар ва талабаларнинг институт ташкил этилганлигининг 20 йиллигига бағишланган XX Манъанавий илмий-амалий конференцияси материаллари. Наманган, 1999. - С. 30-31.
41. Алиназаров А.Х., Якубов С.И., Негматов С.С. Ресурсосбережение и эксплуатационные свойства высоконаполненных золоцементных композиций полиструктурного строения при гелиотеплохимической обработке // Матер. Междунар. конф. «Энергия ва ресурсларни тежаш муаммолар». - Ташкент, 2003. – С. 93 – 95.
42. Алиназаров А.Х., Мамажанов А.У., Абдуназаров Х. Экономичный золобетон для монолитного домостроения //Региональная НПК молодых учёных и специалистов «Молодежь и научно-технический прогресс». - Фергана, 1988. – С. 71-73.
43. Алиназаров А.Х., Ахмадалиев А. О влиянии конструктивных условий на режимы работы солнечных воздухонагревательных установок // Республ. НПК «Основные направления опыта использования солнечной энергии в народном хозяйстве». – Карши, 1988. – С. 81-82.
44. Алиназаров А.Х., Ахмадалиев А., Абдуганиев А. и др. Солнечная сушильная установка для сушки строительного кирпича //Республ. НПК «Использование возобновляемых источников энергии в практике народного хозяйства республики». - Фрунзе, 1988. –С. 78-79.
45. Алиназаров А.Х. О теоретических основах комбинированных солнечных низкопотенциальных установок с управляемыми параметрами // Республ. НПК «Бино ва иншоотларнинг мастахкамлиги, зилзилабардошлиги, қурилиш материаллари ва муҳандислик коммуникациялари муаммолари», Наманган, 1997. - С. 151-152.
46. Алиназаров А.Х., Кусаинов К. Высоконаполненные золоцементные композиции для строительства домов приусадебного типа // Республ. НПК «Научно-технический прогресс в технологии строительных материалов», Алма-Ата, 1990. – С. 16.

47. Алиазаров А.Х., Мамажанов А.У., Закиров М.Х. Пути решения вопроса охраны окружающей среды г. Ферганы и повышение рентабельности предприятий строительной индустрии региона путём использования золы Ферганской ТЭЦ в производстве строительных материалов // Региональная НПК «Роль молодых ученых и специалистов в решении народнохозяйственных проблем», Фергана, 1990. – С. 33.

48. Алиазаров А.Х. Эффективные золоцементные смеси для строительства домов приусадебного типа // Областная НПК «Роль молодых ученых и специалистов в решении региональных проблем». Фергана, 1990. – С. 41-42.

49. Алиазаров А.Х. Эффективные золоцементные смеси для строительства домов приусадебного типа // Труды ВХО им. Д.И. Менделеева «Состояние и пути экономии цемента в строительстве», Ташкент, 1990. - С. 93-95.

50. Алиазаров А.Х., Соломатов В.И. Об интенсификации твердения изделий из золоцементных композиций в гелиоустановке // Всесоюзная НТК «Использование вторичных ресурсов и местных материалов в сельском строительстве», Челябинск, 1991. – С. 32-33.

51. Алиазаров А.Х., Закиров М.К., Соломатов В.И. Высоконаполненные золоцементные смеси для монолитных домов // Всесоюзная НТК «Использование вторичных ресурсов и местных материалов в сельском строительстве», Челябинск, 1991. – С. 44-45.

52. Алиазаров А.Х., Хатамов С., Мирзамахмудов Т.М. Об интенсификация твердения изделий из золоцементных композиций // Республ. НПК «Использование солнечной энергии в народном хозяйстве», Ташкент, 1991. – С. 56.

53. Алиазаров А.Х., Умаров Г.Я., Хатамов С. Исследование режимов работы солнечной сушильной установки в совхозе А. Икрамова Ферганской области // Республ. НПК «Использование солнечной энергии в народном хозяйстве», Ташкент, 1991. – С. 57.

54. Алиазаров А.Х., Атамов А.А. О способе интенсификации твердения золоцементных композиций в гелиоустановке // Республ. НПК «Олимлар ва мутахассислар ижтимоий-иктисодий муаммоларни хал этишда» (АСАТ. ИТИ). Ташкент, 1994. – С. 5.

55. Алиазаров А.Х. О регулировании параметрами теплоносителя в комбинированных солнечных теплогенерирующих установках // Республ. НПК «Бино ва иншоотларнинг мастахкамлиги, зилзилабардошлиги, курилиш материаллари ва мухандислик коммуникациялари муаммолари» Наманган, 1997. - С. 149-150.

56. Алиазаров А.Х. Параметрлари бошқарила оладиган комбинациялашган куёш курилмаларининг сейсмик мустахкамлиги тўғрисида // Матер. Междунар. конф. «Актуальные вопросы сейсмостойкости зданий и сооружений Центральной Азии» – Самарканд, 1997. - С. 49-50.

57. Высоконаполненные золоцементные композиции с пластифицирующими добавками и исследование конструктивных условий гелиотеплогенерирующих установок / Отчёт по х/д работе АСАТ-ИТИ. – Наманган, 1993. - 7,5 п. л. Рук-ль Алиазаров А.Х.

58. Алиазаров А.Х. Расчёт переноса теплоты в солнечных сезонных аккумуляторах с твёрдым наполнителем в течение дня // Областная НТК «Роль молодых ученых и специалистов в ускорении научно-технического прогресса». - Фергана, 1986. - С. 83-84.

59. Мамажанов А.У., Алиазаров А.Х., Игнатъева М.П., Абдуназаров Х.Т. Экономичный золобетон для монолитного домостроения в сельской местности // Областная НТК «Роль молодых ученых и специалистов в решении проблем утилизации промышленных отходов». - Фергана, 1990. - С.71-72.

60. Гелиотеплохимическая обработка золоцементных композиционных материалов. Отчёт о НИР ГНТП-7.18, Ташкент. 2005.-12,5 п.л. Руководитель темы Алиазаров.А.Х

**Личный вклад автора:** работы [5, 16, 33, 34, 35, 38, 45, 48, 49, 55, 56, 58] написаны лично автором. В работах, опубликованных в соавторстве, принадлежит постановка научной проблемы, пути и методы ее решения, теоретический анализ

результатов и обобщение выводов [1, 2, 8, 14], основная идея [3, 4, 6, 10, 16, 23, 24, 25, 26], теоретическое исследование и математическое описание гелиотеплохимических процессов [7, 34, 35, 37, 40, 58]. В работах [27, 28, 29, 30, 31] вклад соавторов распределяется в равной мере.

В заключении выражаю глубокую признательность и искреннюю благодарность профессору Джалалидину Насировичу Мухиддинову за постоянную поддержку, внимание и ценные советы при обсуждении полученных результатов данной работы.

Выражаю благодарность всему коллективу Наманганского инженерно-педагогического института за поддержку и дружескую атмосферу во время выполнения данной диссертации.

**Цитированная литература:**

1. Одного автора: В. И. Соломатов. Полиструктурная теория композиционных материалов. Известия вузов. Новосибирск, 1980.

2. А.Х. Алиазаров. Высоконаполненные золоцементные композиции с пластифицирующими добавками. Автореф. дис. канд. техн. наук. – Алма-Ата, ААСИ, 1989. – 24 с.

3. Двух авторов: А.Х. Алиазаров, Д.Н. Мухиддинов. Гелиотеплохимтехнология производства золоцементных композиционных материалов. - Наманган: Ибрат, 1998. – 214 с.

Техника фанлари доктори илмий даражасига талабгор Алиназаров Алишер Хайдаралиевичнинг 05.17.11 – «Силикат ва кийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси» ихтисослиги бўйича «Куёш-иссиклик-кимёвий ишлов бериш усули билан кулцементли материаллар ва буюмлар олишнинг энергия ва ресурстежамкор технологияси» мавзусидаги диссертация ишининг

### **ҚИСҚАЧА МАЗМУНИ**

**Калит сўзлар:** Куёш-иссиклик-кимёвий ишлови бериш, юкори даражада тўлдирилган кулцементли композиция, модификацияланган пластификацияловчи кўшимча, куёш энергиясидан, иссиклик ишлаб чиқариш қурилмаси, псевдобарқарор зона, қотишни фаоллаштирувчи, сув билан ҳайдалган қул, экология.

**Тадқиқот объекти:** Полиструктура тузилмалари қулцементли боғловчи материаллар ва улар асосидаги буюмлар.

**Ишнинг максоди:** Куёш-иссиклик-кимёвий ишлови бериш усулида полиструктура тузилмалари юкори даражада тўлдирилган кулцементли боғловчи материаллар ва улар асосидаги буюмларни ишлаб чиқарувчи энергия ва ресурстежамкор ишлаб чиқариш.

**Тадқиқот усули:** Псевдооптимал тўлдирилган зоналардаги иссиклик жараёнларини таҳлил этишнинг аналитик методлари ва математик моделларидан фойдаланилган; кулцементли материаллар ва улар асосидаги буюмлар хоссаларини тажрибавий тадқиқ қилишнинг умумэтироф этилган усуллари.

**Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги:** Юкори даражада тўлдирилган кулцементли боғловчи материаллар олиш учун энергия ва ресурстежамкор технология биринчи марта ишлаб чиқилган; кулцементли тизимларнинг гидратланиш ва улар қотганда структура шаклланишининг қонуниятлари ва механизмларини аниқлаш асосида қуёшиссиклик ишлаб чиқариш қурилмаларида иссиклик ташувчининг параметрларини бошқариш тизимлари қурилган.

**Амалий аҳамияти:** Қулцементли боғловчи материалларга қуёш-иссиклик-кимёвий ишлов бериш учун яратилган технологик линия ва комплекслар қурилишнинг моддий базасини кенгайтириш, энергетика саноати чиқиндиларини ишлайтиш, қамб материаллар ва энергия ресурсларини тежаш, йирик ИЭМ жойлашган районларнинг экологик муҳитини яхшилаш имқониятларини яратади.

**Тадқиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги:** «Фаргона-вилоятагроқурилиш» бирлашмаси томонидан Тошлок тумани «Ок-олтин» ширкат хўжалигида монолит уйлар қурилишида, Фаргона «Агрокоммунстройремонт» трестига қаршли Бувайда гишт заводида, Наманган шаҳар «Таълимқурилиш» трести, «Наманганқурилиш» ва «Намангануйқурилиш» акционерлик жамиятларида 125 млн. 791 минг сўм иқтисодий самара олинган (2005 йил нархи асосида).

**Қулланиш соҳалари:** Иссиклик энергетикаси, қурилиш материаллари ва буюмларини ишлаб чиқариш, гелиотехника, қурилиш иссиклик физикаси.

## РЕЗЮМЕ

диссертации Алиназарова Алишера Хайдаралиевича «Энерго- и ресурсосберегающая технология получения золоцементных материалов и изделий методом гелиотеплохимической обработки» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

**Ключевые слова:** Гелиотеплохимическая обработка, механохими-ческая активация, золоцементная композиция, модифицированно-пласти-фицирующая добавка, солнечная теплогенерирующая установка, псевдооптимальная зона, активатор твердения, зола гидроудаления, экология.

**Объект исследования:** многокомпонентные золоцементные вяжущие материалы полиструктурного строения и изделия на их основе.

**Цель работы:** Разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии получения золоцементных материалов полиструктурного строения и изделий на их основе методом гелиотеплохимической обработки.

**Методы исследования:** В работе использованы аналитические методы анализа и математические модели тепловых процессов в зонах псевдооптимального наполнения; общепринятые методы экспериментальных исследований свойств золоцементных материалов и изделий на их основе.

**Полученные результаты и их новизна.** Впервые разработана гелиотеплохимическая технология получения высоконаполненных золоцементных композиционных материалов; на основе установления закономерностей и механизма процессов гидратации и структурообразования построены системы управления параметрами теплоносителя в солнечных тепло-генерирующих установках.

**Практическая значимость.** Созданные технологические линии и комплексы для гелиотеплохимической обработки золоцементных вяжущих материалов позволяют расширить возможности при проектировании производств золоцементных материалов и изделий из них, расширить сырьевую базу строительства, утилизировать отходы промтеплоэнергетики, экономить дефицитные материалы и энергоресурсы, улучшить экологическую обстановку в регионе.

**Степень внедрения и экономическая эффективность:** в объединении «Ферганооблагрострой» при строительстве монолитных домов в ширкатном хозяйстве «Ак-Алтын» Ташлакского района, на кирпичном заводе Бувайдинского МХП треста «Агрокоммунстройремонт» Ферганской области, в строительном тресте «Таълимкурилиш», АО «Наманганкурилиш», АО «Намангануйкурилиш». Экономический эффект составляет 125 млн. 791 тыс. сум (в ценах на 2005 год).

**Область применения:** Промышленная теплоэнергетика, технология производство строительных материалов и изделий, гелиотехника, строительная теплофизика.

## RESUME

of thesis of Alinazarov Alisher Khaydaralievich on the scientific degree competition on specialty 05.17.11 - Technology of the silicate and refractory nonmetallic materials subject: "Energy-and resource saving technology of the reception sol-cement materials and products by method solar thermo-chemical treatment"

**Key words:** solar thermo-chemical processing (treatment) mechanical-chemical activation, sol-cement composition, modifying - plasticizing agent, solar thermo-reproduction device, pseudo-optimal zone, divided technology, the system of activating the plasticity, sol hydromoving, ecology.

**Objects of the research:** Multicomponent sol-cement binding materials polystructural structure and products on their bases.

**Aim of the research:** Development of scientific basis of energy and resource-saving technology of the preparation of sol-cement materials polystructural structure and products on their bases by method of solar thermo-chemical processing.

**Method of the research:** In this work were used the analytical methods of analysis and mathematical models of thermal process in zones of pseudo-optimum filling; the standard methods of experimental investigation of sol-cement materials properties and products on their bases.

**Achieved results and their novelty:** For the first time was developed the energy-and resource saving technology of obtaining the highly filled of sol-cement compositional materials; it was assumed the direction systems of heat carrier parameters in solar heat- generative devices on the bases of established regularity and mechanism of hydrotation process and structural-forming.

**Practical value:** Created technological lines and complexes for solar thermal-chemical treatment of sol-cement compositional materials allows to extend possibilities in projection of production of sol-cement materials and products on their bases, extend the source of raw materials of construction, utilization of heat-and-power engineering industry, to save on deficit materials and energy resources, improve the ecology at the region.

**Degree of embed and economic effectivity:** In the association of "Ferganooblagrostroy" at construction of the monolithic houses in private farm "Ak-Altyn" Tashlak region, on brick plant Buvaydo MHP trust "Agrokommunstroyremont" Fergana area, in building trust "Ta'limkurilish", JC "Namangankurilish", JC "Namanganuykurilish". The economic effect is 125 mln. 791 thous. sum (in the prices on 2005 year).

**Sphere of usage:** Heat-and-power engineering industry, technology of the production of building materials and products, solar radiation engineering, building thermal physics.