

2008-349

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СТРОИТЕЛЬСТВА, ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ**

Диссертационный совет Д 05.07.361

На правах рукописи  
УДК 666.942

**КАСЫМОВ ТУРАТБЕК МУГАЛИМОВИЧ**

**ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ БЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ  
НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТОВ ИЗ БАЗАЛЬТОСОДЕРЖАЩИХ  
СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ**

Специальность 05.23.05 - строительные материалы и изделия

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Бишкек — 2008

Диссертационная работа выполнена в Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры на кафедре «Производство и экспертиза строительных материалов, изделий и конструкций».

Научный руководитель: кандидат технических наук,  
и.о. профессора Б.Т. Ассакунова

Официальные оппоненты: академик НИА РК, доктор технических наук, профессор В.И. Соловьев

кандидат технических наук, доцент  
А.У. Чымыров


Ведущая организация: Алматинский архитектурно-строительный институт

Защита состоится 26 сентября 2008 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 05.07.361 при Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры (КГУСТА) по адресу: 720020, г.Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КГУСТА.

Автореферат разослан 06 08 2008 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
к.т.н., доцент

 Л.В. Ильченко

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** В связи с повышением темпов жилищно-гражданского строительства в Кыргызской Республике весьма важным является обеспечение строительства специальными видами цемента и декоративно-отделочными бетонными изделиями на их основе.

Для выпуска специальных цементов перспективным высокорекреационным сырьем, обеспечивающим снижение температуры обжига клинкера, являются базальтовые породы, запасы которых в Кыргызстане имеются в достаточном количестве. Причем некоторые из них характеризуются повышенным содержанием минералов кальция и использование их для производства цементов будет способствовать снижению расхода известняка и расширению сырьевой базы цементной промышленности.

Кыргызская Республика располагает значительными запасами мраморов, гранитов, сиенитов и других природных материалов, которые могут быть использованы в качестве заполнителей для изготовления декоративно-отделочных бетонных изделий. В качестве окрашивающей добавки для получения декоративных цементов могут найти применение местные охристые глины, мумие и другие красители.

В связи с вышеизложенным разработка энергосберегающей технологии получения специальных цементов с использованием базальтовых пород и декоративно-отделочных бетонов на их основе, обеспечивающих эффективность строительства, является весьма актуальной проблемой.

Работа выполнена в рамках «Государственной комплексной программы развития науки, техники и новых технологий» в Кыргызской Республике (раздел «Строительство и стройиндустрия») и по плановой научно-исследовательской тематике кафедры «ПЭСМИК» КГУСТА с участием института «КыргызНИИП сейсмостойкого строительства».

**Цель работы:** разработка энергосберегающей технологии получения декоративно-отделочных бетонных изделий на основе специальных цементов из базальтосодержащих сырьевых смесей.

### Задачи исследования:

- разработать базальтосодержащие сырьевые смеси для получения портландцементного клинкера из местных материалов;
- исследовать процесс клинкерообразования базальтосодержащих смесей на основе низкорекреационного карбонатного компонента;

- методом экспериментально-статистического моделирования оптимизировать состав комплексных минерализующих добавок и выявить особенности их воздействия на процесс клинкерообразования трудноспекаемых сырьевых смесей;

- разработать теоретические основы получения сульфоминеральных клинкеров из базальтосодержащих сырьевых смесей и композиционных декоративных вяжущих на их основе;

- исследовать физико-механические свойства специальных цементов из базальтосодержащих сырьевых смесей;

- разработать технологию и исследовать свойства бетонов для декоративно-отделочных изделий на основе специальных цементов и заполнителей различного химико-минералогического состава;

- провести апробацию разработанных составов базальтосодержащих смесей и декоративно-отделочных бетонов в промышленных условиях и определить их технико-экономическую эффективность.

#### Научная новизна:

- на основе экспериментально-теоретических исследований впервые разработаны энергосберегающая технология и составы декоративно-отделочных бетонных изделий на основе цементов из базальтосодержащих сырьевых смесей;

- выявлены особенности механизма клинкерообразования базальтосодержащих сырьевых смесей на основе низкорекреационного карбонатного сырья, который сказывается в эффективном минерализующем действии составляющих базальта на протекание жидкофазных процессов - снижении температуры образования, количества и вязкости клинкерного расплава, что обуславливает ускоренное и более полное протекание минералообразования;

- впервые установлено, что при совместном воздействии базальта и флюоритовой породы на процесс клинкерообразования трудноспекаемой сырьевой смеси на основе низкорекреационных известняка и песчаника (с малым содержанием плавней) температура обжига клинкера снижается на 100–150 °С, а полученный клинкер характеризуется белизной, близкой к белизне III сорта белого портландцемента (КО=60 %), и может использоваться как декоративный цемент;

- впервые раскрыты и научно обоснованы тенденции направленного минералообразования сульфоклинкером на основе базальтосодержащих

сырьевых смесей, где в качестве гипсосодержащего компонента используются природные глиногипсы и глинокарбонатогипсы.

Новизна научных решений подтверждается изобретениями и разработанными техническими условиями.

Достоверность научных результатов работы обоснована и подтверждается рациональным использованием современных средств и методов математического моделирования; планированием многократного эксперимента при использовании современных приборов и оборудования КГУСТА, института «КыргызНИИП сейсмостойкого строительства» и использованием методов физико-химических и физико-механических исследований с сопоставлением полученных результатов с опытными данными экспериментальных исследований других авторов.

#### Практическое и экономическое значение работы:

- разработаны базальтосодержащие сырьевые смеси, характеризующиеся пониженной температурой обжига клинкера (1300–1350 °С) в сравнении с температурой обжига традиционных сырьевых смесей (1450 °С), что обуславливает снижение удельного расхода топлива и себестоимости продукции;

- установлена возможность использования базальтовой породы в качестве минерализующей и железосодержащей добавки в традиционных сырьевых шихтах, что обеспечивает снижение температуры обжига на 80–100 °С;

- доказаны и научно обоснованы способы получения и организации производства портландцемента различного минералогического состава из базальтосодержащих сырьевых смесей, которые характеризуются повышенной активностью, морозостойкостью и стойкостью к сульфатной агрессии;

- разработана энергосберегающая технология и составы для отделочно-декоративных изделий на основе цементов из базальтосодержащего сырья;

- разработаны технические условия ТУ 1411-001-00824646-2004 «Базальтовый камень для производства портландцемента» и ТУ 2651-001-00824646-2004 «Портландцемент с использованием базальтового камня».

Результаты исследований использованы при организации выпуска декоративных бетонных изделий в ОсОО «БИОР».

Экономический эффект при использовании базальтовой породы в производстве цемента при выпуске 100 тыс.т цемента составляет 1,8 млн сом, а при организации выпуска декоративных изделий - 320 тыс.сом на 1000 м<sup>2</sup> плиток.

### Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Автор защищает:

- научное и экспериментальное обоснование способов получения портландцемента повышенной активности из базальтосодержащих смесей на основе низкорреакционного карбонатного компонента;
- механизм клинкерообразования трудноспекаемых сырьевых смесей из низкорреакционного сырья с использованием комплексной минерализующей добавки (базальт + флюоритовая порода);
- достоверные представления о минеральном составе цемента из базальтосодержащих смесей;
- физико-механические свойства бетонов для декоративно-отделочных изделий на основе специальных цемента из базальтосодержащих смесей;
- результаты опытно-промышленного внедрения предлагаемой технологии и технико-экономические показатели производства декоративно-отделочных бетонов и цемента из базальтосодержащих сырьевых смесей.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации доложены и обсуждены на международной научно-практической конференции, посвященной 45-летию образования строительного факультета КГУСТА (г.Бишкек, 2000 г.); 5-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов КГУСТА, посвященной году образования и молодежи (г.Бишкек, 2000 г.); научно-практической конференции «Наука и наукоемкие горные технологии» (г.Бишкек, 2000 г.); республиканской научно-практической конференции «Проблемы строительной отрасли и пути решения», посвященной 10-летию суверенитета Кыргызской Республики (г.Бишкек, 2001 г.); научно-практической конференции по вопросу развития малых городов и поселков городского типа Кыргызской Республики (г.Токмок, 2001 г.); научно-практическом семинаре «Особенности прогнозирования и строительства горных поселков в Кыргызской Республике», посвященном Международному году гор (г.Бишкек, 2002 г.); международном семинаре «Новые производственные технологии и материалы» (г.Лиссабон, Португалия); практическом семинаре «Использование эффективных строительных материалов» (г.Китами, Япония); 3-й Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы базальтовых технологий» (г.Пермь, Россия, 23-24 апреля 2004 г.). Экспонаты разработок демонстрировались на стендах выставок, проходивших в Кыргызской Республике (2003-2008 гг.).

По результатам диссертационной работы опубликованы научные статьи и доклады, изданы методическое пособие и рекомендации.

Диссертационная работа включает комплекс исследований, проведенных автором в лаборатории кафедры «ПЭСМИК» КГУСТА и института «КыргызНИИП сейсмостойкого строительства» в соответствии с планом НИР Государственной программы до 2010 года.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов и приложений. Текстовая часть изложена на 150 стр. В работе содержатся 48 таблиц, 24 рисунка, список использованных источников из 165 наименований, в том числе 15 на иностранных языках.

### ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Введение** раскрывает и научно обосновывает актуальность и перспективность применения специальных цемента из базальтосодержащих сырьевых смесей и декоративных бетонов на их основе. Сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и направления практической реализации результатов исследований.

**Первая глава** работы посвящена литературному обзору совершенствования технологии производства портландцемента и декоративно-отделочного бетона на его основе.

Рассмотрены перспективы использования в цементной промышленности базальтовых пород местных месторождений и специальных цемента из базальтосодержащих сырьевых смесей.

Во **второй главе** приведены физико-механические характеристики применяемых сырьевых материалов и методы исследований.

В работе были использованы известняки Агалатасского и Курментинского месторождений, отличающиеся химико-минералогическим составом, базальт месторождения Сулутерек, суглинков, песчаник Согутинского месторождения, зола-унос Бишкекской ТЭЦ.

Химический состав базальтов характеризуется содержанием оксидов в %:  $\text{SiO}_2$  – 43...52;  $\text{TiO}_2$  – 0,7...2,6;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 12,0...17,0;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 5,0...13,0;  $\text{FeO}$  – 0,4...6,0;  $\text{MgO}$  – 3,0...6,4;  $\text{CaO}$  – 4,5...13,4;  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  – 2,7...5,5;  $\text{SO}_3$  – 0,01...0,1;  $\text{MnO}$  – 0,1...0,25;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,1...0,7; ППП – 6,0...8,0.

Для получения клинкера сульфоминерального состава использована гипсовая порода Сарджиагачского месторождения, характеризующаяся

содержанием следующих минералов в %:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 80,84;  $\text{CaCO}_3$  – 6,50;  $\text{MgCO}_3$  – 5,20; глинистых примесей – 22,54;  $\text{SiO}_2$  – 4,15;  $\text{MgSO}_4$  – 0,21.

В качестве красящей добавки для получения декоративных цементов используется охристая глина. В качестве заполнителей для декоративно-отделочных материалов были использованы дробленый песок и щебень из мрамора, глинжа, гранита и сиенита местных месторождений.

Физико-химические исследования выполнены с использованием рентгенофазового и дифференциально-термического, электронно-микроскопического методов анализа. Исследование процесса клинкерообразования с комплексными минерализующими добавками проводилось с использованием метода экспериментально статистического моделирования. Физико-механические испытания проведены с использованием современных методов и подходов, принятых в области строительных материалов.

Третья глава посвящена разработке базальтосодержащих сырьевых смесей на основе агалатасского и курментинского известняков, в которых в качестве глиноземкремнеземистого компонента была использована базальтовая порода.

Исследование процесса клинкерообразования базальтосодержащих смесей на известняках различного химико-минералогического состава показало, что использование базальтовой породы обуславливает интенсификацию процесса клинкерообразования как на стадии протекания твердофазовых процессов, так и с участием жидкой фазы и снижение температуры обжига клинкера, что подтверждается характером усвоения свободной извести, приведенном на рис. 1.

Минерализующее воздействие базальта на сырьевые шихты на низкорреакционном курментинском известняке более эффективно. Процесс клинкерообразования завершается при температуре 1300 °С, тогда как на агалатасском известняке – при 1350 °С.

Для уточнения воздействия базальта на протекание твердофазовых процессов были проведены дериватографические исследования чистого курментинского известняка и смеси известняка с содержанием базальта 10 и 25 %. На ДТА чистого известняка глубокий эндотермический эффект, начинающийся при 750 °С, с максимумом при 920 °С и завершением при 940 °С, характеризует процесс декарбонизации. С добавлением известняку 10 % базальта декарбонизация сдвигается в область более низких температур,

соответственно: 710 °С, 900 °С и 930 °С, а с увеличением содержания базальта до 25 % указанные температуры снижаются до 700 °С, 890 °С и 920 °С.

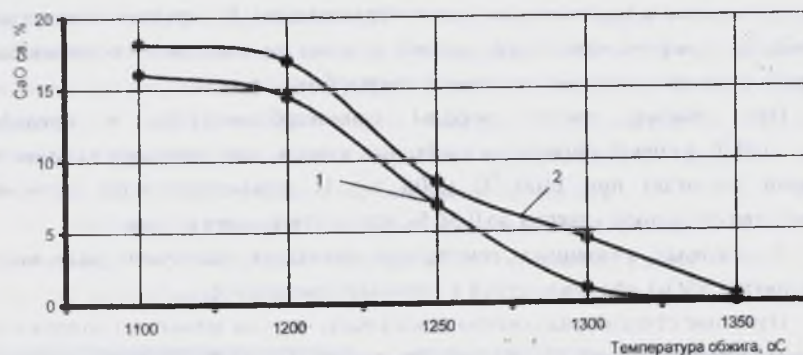


Рис. 1. Усвоение  $\text{CaO}_{\text{св}}$  в базальтосодержащих сырьевых смесях: 1 – на курментинском известняке, 2 – на агалатасском известняке

Интенсификация процессов с участием жидкой фазы обусловлено химико-минералогическим составом базальтовой породы, который способствует увеличению количества жидкой фазы ввиду того, что присутствие в смеси магнийсодержащих соединений (оливина) совместно с ионами железа и титана способствует формированию легкоподвижного расплава и ускоряет минералообразование. Расчетное количество жидкой фазы рассматриваемых смесей составляет 36,27...35,68 %, а вязкость клинкерного расплава – 0,258 Па·с, что в шесть раз ниже вязкости обычного портландцементного клинкера (1,5...2,0 Па·с).

Методом экспериментально-статистического моделирования исследовано влияние комплексной минерализующей добавки (базальт + флюоритовая порода) на клинкерообразование трудноспекаемой сырьевой смеси, которая описывается уравнением:

$$Y = 17,9 - 13X_1 - 4,1X_2 - 5,44 X_3,$$

где  $Y$  – усвоение свободной  $\text{CaO}$ ;  $X_1$  – температура обжига, °С;  $X_2$  – добавка базальта;  $X_3$  – добавка флюоритовой породы.

Область усвоения свободной извести лежит в интервале 2–10 % базальтовой породы и 0,5–1,0 % флюоритовой породы, при температуре обжига 1300 °С.

Разрабатывались теоретические основы получения из базальтосодержащих сырьевых смесей эффективных цементов сульфоминерального состава, характеризующихся повышенной активностью, безусадочностью и пониженным высолообразованием. В сырьевых шихтах для клинкеров сульфоминерального состава в качестве гипсовой составляющей впервые были использованы местные глинокарбонатогипсы.

При обжиге чистой породы глинокарбонатогипса в пределах 700...1300 °С в спеках образуется свободная известь, максимальное количество которой достигает при 1100 °С (5,06 %). В дальнейшем идет снижение количества свободной извести до 0,36 %, что подтверждает ее усвоение.

В пределах указанных температур протекает частичное разложение ангидрита ( $\text{CaSO}_4$ ), сдерживаемого в глинокарбонатогипсе.

Изучение степени разложения показывает, что она зависит от содержания глинистой составляющей (5...15 %) и достигает 19...31 %. Но основная масса свободной извести в сырьевой шихте образуется в процессе разложения известняка, усвоение которой начинается с 900...1000 °С, т.е. создаются все условия для протекания минералообразования в пределах указанных температур.

Фазовый состав клинкера, полученного при 1300 °С, подтверждается рентгенографическими исследованиями (рис.2). В составе спеков образуется сульфоалюминат кальция  $n(\text{CA}) \text{CaSO}_4$ , двухкальциевый силикат  $\text{C}_2\text{S}$ , двухкальциевый феррит  $\text{C}_2\text{F}$ .

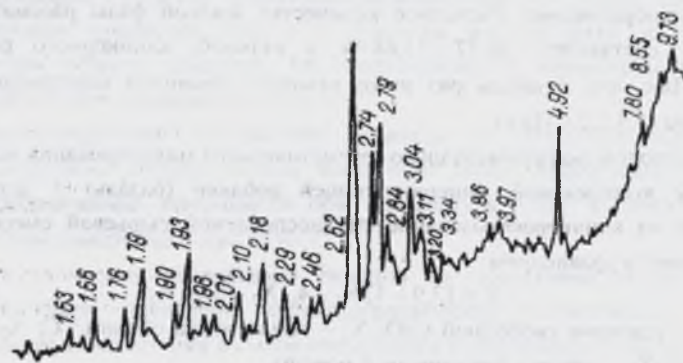


Рис.2. Рентгенограмма спеков

Испытание цементов сульфоминерального состава показало, что максимальной прочностью характеризуются цементы из шихт с содержанием

10 % гипса ( $R_{сж} = 48,2$  МПа). Установлено, что открытая пористость сульфоцементов в 1,2...1,5 раза ниже в сравнении с пористостью цементного камня из обычного портландцемента, что обусловлено образованием в процессе гидратации гидросульфоалюмината кальция, характеризующегося способностью к расширению (линейное расширение 0,26...0,27 %). На рис.3 приведена электронная микрофотография сколов с поверхности затвердевшего сульфоминерального цементного камня, где ярко проглядывается блочно-ритмическая структура, состоящая из агрегатов-чешуек, которые представлены игольчатыми кристаллами гидросульфоалюминатов кальция.

На основе клинкеров сульфоминерального состава (40 %), разбеливающей, окрашивающей добавки и гипсового камня получены смешанные декоративные цементы.

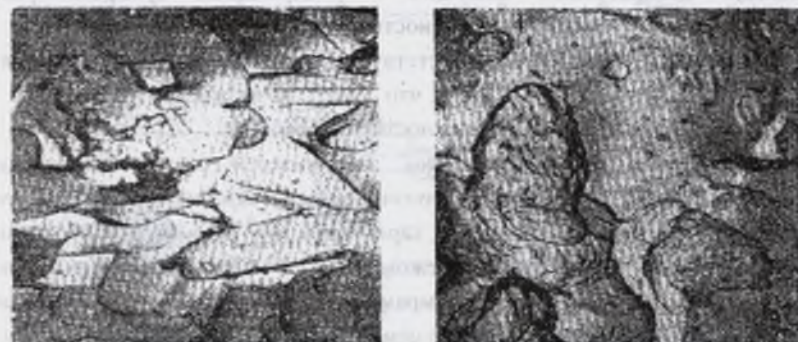


Рис.3. Электронные фотографии с поверхности цементного камня сульфоминерального состава (увеличено в 1000 раз)

В качестве разбеливающей добавки была использована мраморная мука (30...40 %), а окрашивающей - охристые глины (10...30 %). Количество гипса вводилось свыше требуемого стандартом (5...15 %), так как он является дополнительным источником разбеливания, а также регулятором структурообразования цементов, содержащих сульфоалюминат кальция ( $\text{C}_3\text{A}_3\text{CS}$ ). Декоративные смешанные цементы характеризуются прочностью (30,2...38,9 МПа) и цветами от насыщенно-красного до светло-красного.

Четвертая глава посвящена исследованию свойств цементов из базальтосодержащих сырьевых смесей и бетонов на их основе. Установлено, что по водопотребности, срокам схватывания, тонкости помола цементы из

базальтосодержащих шихт незначительно отличаются от цементов из традиционных сырьевых смесей и соответствуют требованиям ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия». По прочности на сжатие цементы в основном относятся к марке М400, однако характеризуются повышением прочности при тепловлажностной обработке (80...85 % марочной прочности), морозостойкостью (75...100) и сульфатостойкостью ( $K_c=0,8...0,9$ ).

На основе смешанных декоративных цементов были изготовлены бетонные смеси различного состава, в которых расход вяжущего составляет 310...340 кг/м<sup>3</sup>. При использовании в качестве заполнителя мрамора, сненита, гранита получены бетоны, характеризующиеся прочностью 32,9...33,6 МПа, а с использованием глежез прочность составляет 31,6 МПа. Бетоны на основе смешанных декоративных вяжущих с содержанием сульфоминералов характеризуются повышенной прочностью в первые сроки твердения: в суточном возрасте прочность соответствует 50 % марочной прочности, а в трехсуточном возрасте - 70 %, что дает возможность исключить в технологическом процессе тепловлажностную обработку.

Исследование контактной зоны заполнителей различного химико-минералогического состава с композиционным вяжущим показало, что повышенная адгезионная прочность характерна для бетонов с карбонатным заполнителем ( $R_{адг}=2,2$  МПа) и с глежезом ( $R_{адг}=2,8$  МПа). Достаточно высокое сцепление цемента с поверхностью мрамора происходит за счет эпитаксии - средства кристаллической решетки цементного камня, контактной зоны и заполнителя. Контактная зона с мрамором представлена гидрокарбонатом кальция. В контактной зоне с глежезом образуются гидрогранаты кальция и волокнистые гидросиликаты типа CSH(B), что и создает плотную и прочную структуру.

На основе проведенных экспериментально-теоретических исследований разработана технология изготовления декоративно-отделочных бетонных изделий с использованием цементов из базальтосодержащих смесей (рис.4).

В пятой главе приведены результаты проведения промышленных испытаний и их экономическая оценка.

На Курментинском цементном заводе проводились промышленные испытания по получению портландцемента с использованием базальта, где в качестве сырьевых материалов были использованы известняк и глина Курментинского месторождения, а базальтовая порода - в качестве корректирующей добавки. Подготовка сырьевых шихт производилась по

действующей технологии цементного завода. Физико-механические испытания полученных цементов проводились по ГОСТ 310.1-76, ГОСТ 310.3-76, ГОСТ 310.4-81. Выпущенный цемент соответствует требованиям ГОСТ 10178-85.

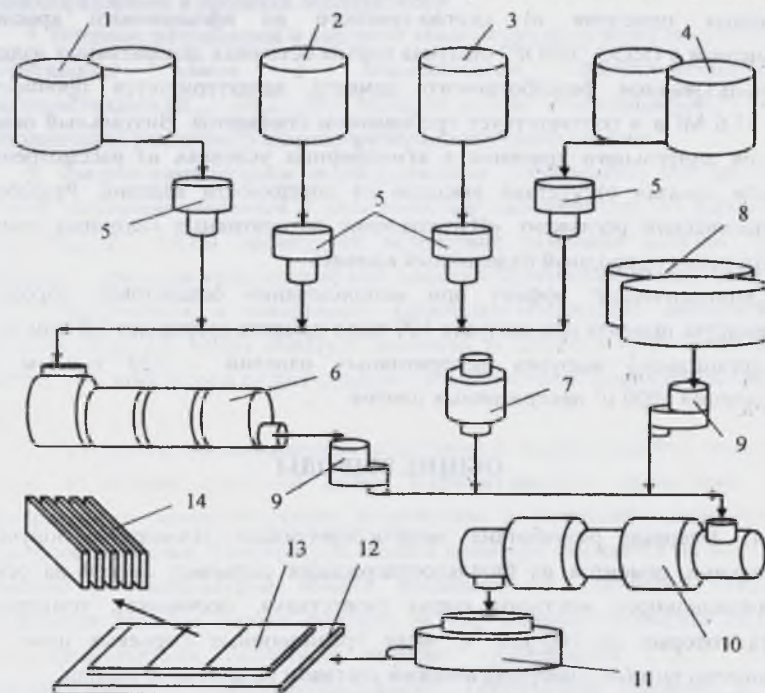


Рис.4. Технологическая схема производства декоративно-отделочных бетонных изделий:

1 - силос для хранения клинкера сульфоминерального состава из базальтосодержащего сырья; 2 - бункер мраморной муки (разбеливающая добавка); 3 - бункер охристой глины (окрашивающая добавка); 4 - бункер гипсового камня; 5 - питатель; 6 - шаровая мельница; 7 - добавка; 8 - бункер для заполнителя; 9 - дозатор; 10 - бетономешалка; 11 - бадья; 12 - виброплощадка; 13 - формы; 14 - готовые изделия

На основе результатов проведенной работы разработаны технические условия: ТУ 1411-001-00824646-2004 «Базальтовый камень для производства портландцемента», ТУ 2651-001-00824646-2004 «Портландцемент с использованием базальтового камня».

В ОсОО «БИОР» получена опытная партия смешанных декоративных цементов на основе клинкеров сульфоминерального состава с добавлением разбеливающей и окрашивающей добавки, который характеризуется прочностью в 28-суточном возрасте 36,2...38,2 МПа. Цвет полученных смешанных цементов от светло-красного до насыщенного красного. Выпущенная в ОсОО «БИОР» опытная партия бетонных декоративных изделий с использованием разработанного цемента характеризуется прочностью 32,9...33,6 МПа и соответствует требованиям стандартов. Визуальный осмотр образцов длительного хранения в атмосферных условиях из рассмотренных составов показал отсутствие высолов на поверхности изделий. Разработан технологический регламент «Изготовление декоративных бетонных плиток, имитирующих природный отделочный камень».

Экономический эффект при использовании базальтовой породы в производстве цемента при выпуске 100 тыс.т цемента составляет 1,8 млн.сом, а при организации выпуска декоративных изделий – 320 тыс.сом при изготовлении 1000 м<sup>2</sup> декоративных плиток.

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Впервые разработана энергосберегающая технология получения специальных цементов из базальтосодержащих сырьевых смесей на основе низкорреакционного местного сырья (известняка, песчаника), температура обжига которых на 100-150 °С ниже традиционных сырьевых шихт, что обусловлено химико-минералогическим составом базальтовой породы.

2. Впервые разработаны оптимальные составы базальтосодержащих сырьевых смесей с использованием местных глинокарбонатогипсов и научно обоснованы процессы минералообразования сульфоминеральных клинкеров, характеризующихся повышенной прочностью (40...40,2 МПа) и безусадочностью в процессе твердения (линейное расширение 0,26 %).

3. Методом экспериментально-статистического моделирования установлен эффект воздействия комплексной минерализующей добавки (базальт и флюоритовая порода) на клинкерообразование трудносжигаемой сырьевой смеси из низкорреакционных известняка и песчаника с коэффициентом насыщения КН=0,92 со снижением температуры обжига на 150 °С (1300 °С).

4. Разработан быстротвердеющий композиционный декоративный цемент на основе сульфоминерального клинкера из базальтосодержащей сырьевой

смеси с модифицирующими добавками, характеризующийся высокой прочностью ( $R_{сж} = 48,2$  МПа) и плотностью цементного камня, в 1,2...1,3 раза превышающей плотность камня из портландцемента, что предотвращает высолообразование в процессе эксплуатации.

5. Впервые разработана и внедрена технология получения искусственного декоративного камня с повышенными физико-механическими характеристиками ( $R_{сж} = 30,2...38,9$  МПа) на основе композиционного цемента и заполнителей различного химико-минералогического состава.

6. Физико-химическими исследованиями установлено, что достаточно высокое сцепление цементов с поверхностью заполнителей из карбонатных пород ( $R_{адг} = 2,2$  МПа) происходит вследствие усиления адгезии за счет эпитаксии – сродства кристаллической решетки цементного камня; контактной зоны и заполнителя, а поверхность кремнеземсодержащих заполнителей с цементом ( $R_{адг} = 2,8$  МПа) образует прочную и плотную структуру за счет переплетения кристаллов гидрогранатов с волокнистыми гидросиликатами типа CSH(V).

7. Результаты промышленных испытаний с использованием базальтовой породы в составе сырьевой смеси Курментинского цементного завода подтвердили ее минерализующее воздействие и интенсификацию процесса клинкерообразования. Температура обжига клинкера снижается на 80-100 °С в сравнении с температурой обжига традиционных клинкеров (1450 °С). Выпущенная опытная партия цемента на АО «Курментыцемент» по своим физико-механическим свойствам отвечает требованиям ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия». В ОсОО «БИОР» выпущена опытная партия композиционных смешанных цементов и декоративно-отделочных материалов с высокими техническими свойствами (32,0-33,0 МПа).

8. Разработаны технические условия: ТУ 1411-001-00824646-2004 «Базальтовый камень для производства портландцемента», ТУ 2651-001-00824646-2004 «Портландцемент с использованием базальтового камня» и технологический регламент «Изготовление декоративных бетонных плиток, имитирующих природный отделочный камень», которые приняты в производство.

9. Экономический эффект при использовании базальтовой породы в производстве цемента при выпуске 100 тыс.т. цемента составляет 1,8 млн.сом, а при организации выпуска декоративных изделий – 320 тыс.сом при изготовлении 1000 м<sup>2</sup> декоративных плиток.



**Основные результаты исследований опубликованы  
в следующих работах**

1. Ассакунова Б.Т., Абдыраев Ж.М., Касымов Т.М. Использование базальтов как корректирующей добавки в производстве цементов / Сборник научных трудов КыргызНИИПостроительства. – Бишкек: Илим, 1999. – С.178-181.

2. Ассакунова Б.Т., Касымов Т.М., Маразыкова Б.Б. Влияние состава и свойства сырьевой смеси на процессы клинкерообразования и характеристики базальтовых клинкеров // Сборник трудов НАН КР. – Бишкек: Илим, 1999. – С.120-126.

3. Ассакунова Б.Т., Касымов Т.М. Использование базальтовой породы в производстве цементов // Проблемы строительства и архитектуры на пороге XXI века: Материалы международной научно-практ. конф., посв. 45-летию образов. строит. факультета. – Бишкек, 2000. – С.140-146.

4. Касымов Т.М. Малоэнергоемкая технология получения портландцемента с использованием базальта // Проблемы строительной отрасли и пути их решения: Сборник трудов республиканской научно-практической конференции (4-6 июля). Часть I. – Бишкек: Технология. – С. 69-71.

5. Касымов Т.М. Влияние примесных оксидов базальтовой породы на процессы минералообразования и свойства цемента // Научно-техн. конф. по вопросу развития малых городов и поселков городского типа КР. – Бишкек, 2002. – С.104-108.

6. Ассакунова Б.Т., Касымов Т.М. Влияние базальтовой породы на процесс клинкерообразования клинкеров на основе известняка с различным содержанием оксидов железа // Проблемы и перспективы развития химии и химической технологии в Кыргызстане: Сборник научных трудов НАН КР. – Бишкек: Илим, 2002. – С.145-149.

7. Касымов Т.М. Энергосберегающая технология получения портландцемента с использованием базальтового сырья КР // Особенности прогнозирования и строительства горных поселков в КР / Матер. научно-практ. сем. – Бишкек: Илим, 2002. – С.142-151.

8. Ормонбеков Т.О., Абдыкалыков А.А., Касымов Т.М. Использование горных пород для производства неорганических волокон // Вестник КГУСТА. Бишкек, 2004. – С.41-44.

9. Ассакунова Б.Т., Касымов Т.М., Омурбеков И.К. О возможности использования базальтовых пород в производстве цемента на Курментинском

цементном заводе // Вестник НИИСтромпроекта. Науч.техн.журнал, № 1-2 (5). Алматы, 2005. – С. 23-27.

10. Ассакунова Б.Т., Касымов Т.М. Характеристика базальтсодержащих сырьевых смесей и клинкеров на их основе // Композиционные материалы на основе базальтовых волокон: Матер. научн. сем. по проекту # KR-548. – Бишкек: Илим, 2007. – С.99-105.

11. Ассакунова Б.Т., Касымов Т.М. Получение цементов из базальтсодержащих сырьевых смесей на Курментинском цементном заводе // Композиционные материалы на основе базальтовых волокон: Матер. научн. сем. по проекту # KR-548. – Бишкек: Илим, 2007. – С.105-109.

## РЕЗЮМЕ

**Касымов Туратбек Мугалимович**

«Декоративно-отделочные бетонные изделия на основе цементов из базальтосодержащих сырьевых смесей»

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Специальность 05.23.05 – строительные материалы и изделия.

**Ключевые слова:** базальтовая порода, добавка, клинкер, цемент, клинкерообразование, декоративный бетон, искусственный камень, гидратация.

Работа посвящена разработке декоративно-отделочных бетонных изделий на основе специальных цементов из базальтосодержащих сырьевых смесей. Химико-минералогический состав базальтовой породы, используемый в качестве сырьевого компонента и добавки, обуславливает интенсификацию процесса клинкерообразования сырьевых смесей из низкорекреационного сырья и снижение температуры обжига клинкера. С использованием базальтовой породы и глинокарбонато-гипсов получены специальные клинкеры сульфоминерального состава, на основе которых разработан композиционный декоративный цемент.

Выпущенная в производственных условиях опытная партия цемента на основе базальтосодержащей сырьевой смеси позволила снизить энергоемкость производства цементного клинкера. На основе композиционных вяжущих с содержанием сульфоминералов выпущена опытная партия декоративно-отделочных бетонных изделий, что позволило повысить эффективность и снизить себестоимость строительства.

## КОРУТУНДУ

**Касымов Туратбек Мугалимович**

«Базальт тоо тегинин кошулмасы болгон чийки зат аралашмасынан алынган цементтин негизиндеги декоративдүү жасалгалоочу бетон буюмдары»

Техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук наамын алууга арналган диссертация. Адистик 05.23.05 – курулуш материалдары жана буюмдары

**Негизги сөздөр:** базальт тоо теги, кошулма, клинкер, цемент, клинкер пайда болуусу, декоративдүү бетон, жасалма таш, катышы.

Бул жумуш базальт тоо тегинин кошулмасы болгон чийки зат аралашмасынан алынган цементтин негизиндеги декоративдүү жасалгалоочу

бетон буюмдарын иштеп чыгуусуна арналган. Чийки зат компоненти жана кошулма катары колдонулган базальт тоо тегинин химия жана минералогикалык курамы төмөнкү реакцияда турган чийки зат кошулмалардын тез клинкер пайда болуу процессине жана клинкердин алуу температурасынын төмөндөшүнө ыңгайлуу шарт түзөт. Базальт тоо тегинин жана топурак карбонату курамындагы гипс колдонуу менен сульфоминералдуу клинкер алынды жана анын негизинде декоративдүү цемент алынды.

Өнүдүрүш ыкмасында базальт тоо тегинин кошулмасы болгон чийки зат аралашмасынан цемент чыгарылды. Өнүдүрүштө базальт тоо тегинин кошулмасы клинкер алуудагы энергиянын кубаттуулугунун төмөндөшүнө ыңгайлуу шарт түздү. Сульфоминералдуу курамындагы композитүү чапташтыргычтын негизинде декоративдүү жасалгалоочу бетон буюмдары өнүдүрүштүк ыкмада чыгарылды, анын негизинде курулуштун баасынын төмөндөшүнө жана эффективдүүлүгүнө алып келди.

## RESUME

**Kasymov Turatbek Mugalimovich**

“Decorative finish concrete articles made on the basis of cement from basalt-bearing raw mix”

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences. Speciality 05.23.05 – Building materials and goods

**Key words:** basalt rock, addition, clinker, cement, clinker forming, decorative concrete, artificial stone, aquation.

Given work is dedicated to development of decorative finishing concrete articles on the basis of special cements made from basalt-bearing raw mix. Chemical – mineralogical composition of basalt rock, which is used as raw material component and addition, stipulates intensification of clinker forming process of raw mix from low reaction raw material and reduction of temperature of clinker firing. Using basalt rock and clay carbonate gypsum there were received special clinkers of sulfo mineral composition, on the basis of which the composite decorative cement was produced.

Pilot lot of cement from basalt-bearing raw mix, produced in production conditions, allows reduce of power intensity of cement clinker production process. On the basis of composite bonding materials containing sulfo minerals the pilot lot of decorative finish concrete articles was produced, what allows raise the effectiveness and cut in costs of construction.

**Касымов Туратбек Мугалимович**

**ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ БЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ  
НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТОВ ИЗ БАЗАЛЬТОСОДЕРЖАЩИХ  
СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ**

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Редактор *С.Е. Аксененко*

Подписано в печать 23.06.2008 г.

Формат 60x84 1/16. Объем 1,19 печ.л.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

Тираж 100 экз. Заказ 248

---

720020, г.Бишкек, ул.Малдыбаева, 34,б  
Кыргызский государственный университет  
строительства, транспорта и архитектуры