Зайналов Шамиль Магомедович. Безобжиговый жаростойкий пеношамот-силикат-натриевый теплоизоляционный материал : Технология и свойства : диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.05.- ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕ, 2002.- 162 с.: ил. РГБ ОД, 61 02-5/2731-X

ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ЗАИНАЛОВ Шамиль Магомедович

УДК 666.974.2

БЕЗОБЖИГОВЫЙ ЖАРОСТОЙКИЙ ПЕНОШАМОТ-СИЛИКАТ- НАТРИЕВЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (технология и свойства)

Специальность: 05.23.05 - Строительные материалы и изделия

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

наук^трофессор

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: академик Российской инженерной академии, доктор технических

Б. Д. Тотурбиев

2002г.

Махачкала

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ 11

1.1. Анализ производства и применения обжиговых жаростойких шамотных теплоизоляционных материалов 11

1.2. Жаростойкие и теплоизоляционные материалы из

безводных силикат-натриевых композиций 23

1.3. Выводы 32

1.4. Цель и задачи исследований 34

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ 37

2.1. Характеристика исходных

сырьевых материалов 37

2.2. Методика проведения исследований 41

2.3. Методы физико-механических исследований 42

2.4. Методы теплофизических исследований .44

2.5. Физико-химические методы исследований 48

2.6. Методы статистической обработки результатов исследований

и построение экспериментально-статистических моделей 50

2.7. Методика предварительного разогрева в процессе перемешивания смеси 55

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВЫКЛАДКИ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗОБЖИГОВОГО ЖАРОСТОЙКОГО ПЕНОШАМОТ-СИЛИКАТ- НАТРИЕВОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО

МАТЕРИАЛА 58

3.1. Изучение растворения безводного силиката натрия в пеношамот- силикат-натриевой композиции 61

3.2. Влияние концентрации безводного силиката натрия на основные физико-механические свойства пеношамот-силикат-натриевой композиции 67

4. РАЗРАБОТКА БЕЗОБЖИГОВОГО ЖАРОСТОЙКОГО ПЕНОШАМОТ-СИЛИКАТ-НАТРИЕВОГО

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА 72

4.1. Влияние технологических факторов на вяжущие свойства пеношамот-силикат-натриевой композиции 72

4.1.1. Влияние кремнеземистого модуля и тонкости помола безводного силиката натрия (БСН) на основные физико-механические свойства

теплоизоляционного материала 72

4.1.2. Влияние температуры предварительного разогрева композиции на растворимость

БСН 77

4.1.3. Влияние водотвердого отношения на

растворимость БСН в композиции 79

4.1.4. Влияние времени перемешивания композиции

на растворимость БСН 82

4.2. Подбор оптимального состава

шамот-силикат-натриевой композиции 85

4.3. Выбор режима тепловой обработки шамот-силикат-натриевой композиции 94

4.4. Исследование влияния содержания пены на физико-механические свойства теплоизоляционного материала .....95

4.5. Исследование основных теплофизических свойств безобжигового жаростойкого пеношамот-силикат-натриевого

теплоизоляционного материала 106

4.5.1. Дилатометрические исследования пеношамот-силикат- натриевого теплоизоляционного материала 106

4.5.2. Исследование деформаций под нагрузкой (0.2 МПа) при высоких температурах пеношамот-силикат-натриевого

теплоизоляционного материала 112

4.5.3. Теплопроводность жаростойкого пеношамот-силикат-натриевого

теплоизоляционного материала 115

4.5.4. Исследование термической стойкости жаростойкого пеношамот-силикат-натриевого теплоизоляционного материала 117

4.6. Физико-химические свойства безобжигового жаростойкого пеношаомот-силикат-натриевого

теплоизоляционного материала 119

4.6.1 ..Дифференциально-термический анализ 119

4.6.2..Рентгеноструктурный анализ ...121

5. ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕЗОБЖИГОВОГО ПЕНОШАМОТ-СИЛИКАТ- НАТРИЕВОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО

МАТЕРИАЛА ...132

5.1. Опытно-промышленная проверка

результатов исследований 132

5.2. Технико-экономическая эффективность производства и применения безобжигового пеношамот-силикат-

натриевого теплоизоляционного материала 137

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ 140

ЛИТЕРАТУРА 143

ПРИЛОЖЕНИЯ.. 155

ВВЕДЕНИЕ

АКТУАЛЬНОСТЬ. Современное состояние производства и применения теплоизоляционных материалов показывает, что развитие промышленности теплоизоляционных материалов в связи с программой экономики топливно-энергетических ресурсов относится к сфере высших народнохозяйственных приоритетов страны.

Здесь особое место занимают теплоизоляционные материалы и изде¬лия, предназначенные для тепловой изоляции горячих поверхностей с темпе¬ратурой 600-1600 °С. На практике для этих целей используют в основном вы¬сокопористые керамические теплоизоляционные материалы, получаемые пу¬тем введения и выжигания выгорающих добавок, введением высокопористых наполнителей, способами газового вспучивания (газообразованием) и пено- образования. При этом окончательное закрепление полученной высокопо¬ристой структуры и придание прочности изделиям во всех случаях достига¬ется в процессе высокотемпературного обжига.

Анализ вышеперечисленных традиционных способов получения высокопористых керамических теплоизоляционных материалов показывает, что они не соответствуют современным требованиям, технология многодельна, высокоэнергоемка и требует большой затраты ручного труда. Следовательно, необходимо проводить непрерывные и систематические исследования по совершенствованию известных и созданию новых технологических приемов для производства высокопористых керамических теплоизоляционных материалов.

Отсюда вытекает актуальность исследований, направленных на разработку и внедрение новых эффективных жаростойких теплоизоляционных материалов, прежде всего безобжиговых, для высокотемпературной изоляции тепловых агрегатов различного назначения.

Исследования проведены в соответствии с межвузовской НТП «Архи¬тектура и строительство», тематическими планами секции «Строительство» РИА и Дагестанского государственного технического университета.

ЦЕЛЬЮ настоящей диссертационной работы является разработка тех¬нологии получения безобжигового жаростойкого шамотного теплоизоляци¬онного материала на безводном силикат-натриевом композиционном вяжу¬щем по безавтоклавной пенобетонной технологии с повышенными эксплуа¬тационными свойствами.

Достижение поставленной цели и подтверждение рабочей гипотезы по¬требовало решения следующих задач:

♦ теоретического и экспериментального обоснования принципов получения безобжигового жаростойкого пеношамот-силикат- натриевого теплоизоляционного материала на безводном силика¬те натрия;

♦ исследование влияния технологических факторов на вяжущие свойства пеношамот-силикат-натриевой композиции;

♦ исследование кинетики растворения и гидролиза тонкодисперс¬ного безводного силиката натрия в пеношамот-силйкат- натриевой композиции при низких температурах (сушке);

♦ определение оптимальных составов пеношамот-силикат-

\

натриевой композиции для изготовления высокопористого жаро¬стойкого теплоизоляционного материала различной плотности;

♦ исследование влияния технологических факторов на высокопористую структуру безобжигового жаростойкого шамотного теплоизоляционного материала;

♦ исследование влияния предварительного разогрева и режима температурной обработки на процессы твердения пеношамот- силикат-натриевого теплоизоляционного материала;

♦ изучение физико-химических процессов, протекающих в пено¬шамот-силикат-натриевой композиции при низких (сушке) и вы¬соких температурах;

♦ исследование основных теплофизических свойств высокопорис¬того безобжигового жаростойкого шамотного теплоизоляционно¬го материала;

♦ проверка результатов теоретических и экспериментальных исследований в производственных условиях и оценка технико¬экономической эффективности применения разработанного теп¬лоизоляционного материала;

НАУЧНАЯ НОВИЗНА заключается в теоретическом обосновании, экспериментальном и практическом подтверждении возможности получения безобжигового жаростойкого теплоизоляционного материала на основе пе- ношамот-силикат-натриевой композиции, твердеющего при низкотемпера¬турной обработке.

Предложен научно-обоснованный состав пеношамот-силикат- натриевой композиции, модифицированный портландементным клинкером, обеспечивающий получение теплоизоляционного материала с низкой огне¬вой усадкой и с повышенными эксплуатационными свойствами. Установле¬ны закономерности изменения основных физико-механических, теплофизи¬ческих характеристик композиции от дисперсности, водотвердого отноше¬ния, содержания безводного силиката-натрия и пены, температуры разогрева в процессе перемешивания смеси и режимов тепловой обработки, протекания физико-химических процессов в разработанном теплоизоляционном мате¬риале при низких (90-200 °С) и высоких (до 1200 °С) температурах твердения и эксплуатации.

ДОСТОВЕРНОСТЬ полученных результатов обеспечена комплексны¬ми экспериментальными исследованиями, выполненными с использованием современных физико-механических, теплофизических, физико-химических методов испытания и определений с привлечением математического аппара¬та, широкой проверкой их результатов в условиях производства и подтвер¬ждения практикой эффективности производства и применения разработанно¬го нового вида безобжигового жаростойкого теплоизоляционного материала на безводном силикате натрия.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ работы состоит в разработке эффектив¬ной технологии получения нового класса жаростойких материалов на без¬водных силикатах натрия по упрощенной малоэнергоемкой технологии и расширении области их применения.

Получен безожиговый жаростойкий теплоизоляционный материал на основе пеношамот-силикат-натриевой композиции по безавтоклавной пено¬бетонной технологии с повышенными эксплуатационными свойствами и технико-экономическими показателями не уступающими аналогичным тра¬диционным обжиговым огнеупорам.

Выявлено, что предварительный разогрев при 80-90 °С в процессе пе-ремешивания шамот-силикат-натриевой композиции (до введения пены) по¬вышает растворимость безводного силиката натрия и гомогенность смеси не¬зависимо от концентрации силиката натрия в композиции.

Установлено, что плотность безобжигового жаростойкого пеношамот- силикат-натриевого теплоизоляционного материала полностью регулируется количеством пены введенного в состав шамот-силикат-натриевой компози-

\*3

ции и составляет: рср = 400-1400 кг/м соответственно 840-435 литров. При этом показатели пористости, усадки и прочности при сжатии при равных ус¬ловиях получения теплоизоляционного материала зависят от плотности ма¬териала.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ. Выпущена опытная партия изделий из разработанного безобжигового жаростойкого пеношамот- силикат-натриевого теплоизоляционного материала в опытно¬промышленном цеху по производству пенобетонных цементных изделий Г осударственного унитарного научно-производственного предприятия «Стройматериалы» Госстроя Республики Дагестан.

Разработанный теплоизоляционный материал, изделия из него были использованы для устройства стен и футеровки съемных металлических крышек кольцевой печи кирпичного цеха ЗАО «Дагестанского завода фос¬форных солей».

Расчетный годовой экономический эффект от монолитной футеровки съемных крышек кольцевой печи для обжига кирпича из разработанного теп¬лоизоляционного материала по сравнению с аналогичными обжиговыми пе¬ношамотными изделиями составил 100400 руб.

Результаты внедрены также в учебный процесс, что нашло отражение в лекционных курсах по строительным материалам для специальностей «Теп- логазоснабжение и вентиляция» и «Промышленное и гражданское строи¬тельство» в Дагестанском государственном техническом университете.

НА ЗАЩИТУ ВЫНОСЯТСЯ:

• теоретическое и экспериментальное обоснование принципов полу¬чения безобжигового жаростойкого пеношамот-силикат-натриевого теплоизоляционного материала на безводном силикате натрия;

• результаты исследований влияния технологических факторов на вяжущие свойства пеношамот-силикат-натриевой композиции;

• результаты исследований кинетики растворения и гидролиза тонко- диспергированного безводного силиката натрия в процессе предва-рительного разогрева (80-90 °С) при одновременном перемешива¬нии формовочной смеси и последующего твердения изделий из не¬го в зависимости от изменения режимов сушки, дисперсности без¬водного силиката натрия, водосодержания масс;

• зависимости физико-механических и других эксплуатационных свойств от вещественного состава разработанного теплоизоляционного материала, технологических параметров изготовления и температурного нагрева;

• основные закономерности протекания физико-химических процес¬сов в разработанном теплоизоляционном материале в период твер¬дения (сушки при 180-200 °С)и эксплуатации при высоких температурах (1200-1350 °С);

• результаты опытно-промышленного внедрения разработанного теплоизоляционного материала и его технико-экономическая целесообразность.

АПРОБАЦИЯ И ПУБЛИКАЦИЯ РАБОТЫ. Основные положения дис¬сертации докладывались на III международной научно-практической конфе¬ренции, г. Пенза-2001г.; XXIII научно-технической конференции Дагестан¬ского государственного технического университета, г. Махачкала - 2001 г. Основное содержание диссертации изложено в 7 печатных работах, в том числе 1 монографии.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИССЕРТАЦИИ. Диссертация состоит из вве¬дения, пяти глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 157 страницах, включающая 33 рисунка и 19 таблиц.

**ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

1. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждена воз­можность получения нового класса жаростойких материалов на безводных силикатах натрия по упрощенной малоэнергоемкой технологии.
2. В результате комплексных научных исследований разработан безоб- жиговый жаростойкий пеношамот-силикат-натриевый теплоизоляционный материал по безавтоклавной пенобетонной технологии с повышенными экс­плуатационными свойствами и технико-экономическими показателями.
3. Исследованиями установлено, что формирование высокопористой структуры пеношамот-силикат-натриевой композиции складывается из таких процессов как: придание вяжущих свойств силикат-натриевой шамотной композиции путем обводнения силикат-натриевого составляющего (БСН) предварительным нагревом (90 °С) и перемешиванием непосредственно в композиции; введение пены в обводненную высоковязкую жидкостекольную композицию для получения устойчивой высокопористой силикат-натриевой пеномассы и окончательное упрочнение высокопористой структуры под дей­ствием тепла (200 °С).
4. Изучены влияние технологических факторов на вяжущие свойства шамот-силикат-натриевой композиции: количество силиката натрия в компо­зиции и его кремнеземистый модуль; дисперсность и равномерность распре­деления; исходная влажность формовочных масс; вид тонкодисперсного твердого компонента; его соотношение с силикатом натрия по массе; режим тепловой обработки. Проведенные исследования показали, что управлять ос­новными свойствами шамот-силикат-натриевой композиции можно изменяя ряд технологических факторов: содержание силиката натрия и равномерное распределение в композиции; тонкости помола компонентов (3000-4000 см /г); количество воды затворения (В/Т = 0.45-0.6); температуры предвари­тельного разогрева (90 °С) и времени перемешивания (6 минут).
5. Предварительный разогрев при одновременном перемешивании сме­си шамот-силикат-натриевой композиции по сравнению с традиционной тех­нологией повышает растворимость силиката натрия (концентрации в раство­ре Si02 в 20 раз и NaOH в 14 раз), при этом выявлен высокий уровень одно­родности смеси независимо от концентрации силиката натрия в композиции.
6. Методами математического планирования эксперимента определены оптимальный состав шамот-силикат-натриевой композиции и гранулометрия заполнителя. Наилучшие свойства композиции получены для состава (%по массе): мелкий шамотный заполнитель (фракции 3-2.5 мм - 50-25%; 1.25-0.63 мм - 50-30%; менее 0.14 мм - 30-20%) - 80, тонкомолотый шамот - 16 и си­ликат-натрия - 4.
7. Установлено, что плотность безобжигового жаростойкого пеноша- мот-силикат-натриевого теплоизоляционного материала полностью регули­руется количеством пены введенного в состав шамот-силикат-натриевой

**л**

композиции и составляет: рср = 400-1400 кг/м соответственно 840-435 лит­ров. При этом показатели пористости, усадки и прочности при сжатии при равных условиях получения теплоизоляционного материала зависят от плот­ности материала.

1. Физико-химическими исследованиями установлено, что при нагре­вании системы «пеношамот-силикат-натрия» в интервале температур 800- 1200°С под воздействием щелочи часть кристаллического кварца шамота пе­реходит в стеклофазу. При температурах выше 1250°С идет кристаллизация кристобалита, что свидетельствует о частичном или полном улетучивании щелочи.
2. Предположение возможности снижения дополнительной усадки при высоких температурах эксплуатации безобжигового жаростойкого пеноша- мот-силикат-натриевого теплоизоляционного материала со средней плотно-

і

стью 400-600 кг/м путем введения в его состав третьего компонента - моло­того портландцементного клинкера исследованиями полностью подтверди­лась. Введение в состав композиции портландцементного клинкера 5-6% по массе не только исключает усадку, но и повышает прочность при сжатии по­сле обжига при высоких температурах (1200°С).

1. Исследованиями установлено, что твердение разработанного тепло­изоляционного материала обусловлено не только за счет геля, кремниевой кислоты, но и наличием химического взаимодействия водного раствора си­ликата натрия с минералами портландцементного клинкера и гидратом окси­да кальция, выделяющегося в результате гидратации C2S; С3А в гидросили­каты и гидроалюминаты. Продуктами взаимодействия являются гидросили­каты кальция, гидроалюминаты, ферриты и гидрогранаты кальция, а при вы­соких эксплуатационных температурах высокотемпературные силикатные новообразования типа двухкальциевого силиката, алюмината кальция, мул­лита и др.
2. Комплексные дилатометрические и теплофизические исследования, а также изучение других эксплуатационных свойств безобжигового жаро­стойкого пеношамот-силикат-натриевого теплоизоляционного материала по­зволили качественно оценить эффективность его производства и применения в различных тепловых агрегатах с рабочей температурой 1100-1300°С.
3. Опытно-промышленное апробирование технологии изготовления безобжигового жаростойкого пеношамот-силикат-натриевого теплоизоляци­онного материала в условиях действующего опытно-промышленного цеха по производству пенобетонных изделий Государственного унитарного научно­производственного предприятия «Стройматериалы» Госстроя Республики Дагестан и применения его в качестве теплоизоляции стен и футеровки ме­таллических съемных крышек обжиговой кольцевой печи кирпичного цеха ОАО «Дагфос» полностью подтвердила справедливость рабочей гипотезы и результаты теоретических и экспериментальных исследований.
4. Расчетный экономический эффект от опытно-промышленного вне­дрения монолитной футеровки съемных металлических крышек обжиговой кольцевой печи из безобжигового жаростойкого пеношамот-силикат- натриевого теплоизоляционного материала по сравнению с аналогичными обжиговыми пеношамотными изделиями составил 100.4 тыс. руб./год.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Адлер Ю.И., Маркова Е.В., Грановский Ю.В.. Планирование эксперимен­та при поиске оптимальных условий. -М.: Наука, 1976. - 282 с.
2. Акопов Е.К., Дробашева Т.И. Общая химия. Часть 2 - Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1992. 256 с.
3. Алхасова Ю.А. Жаростойкий цирконовый бетон ни цирконо-силикат- натриевом композиционном вяжущем: Диссертация кандидаа технических наук. - М., 1999. - 192 с.
4. А.с. 1701693 СССР, МКИ5 С04 В 28/24, 40/00. Способ изготовления без- обжиговых огнеупоров/Б.Д.Тотурбиев, Ш.Д.Батырмурзаев. (СССР) //Открытия. Изобретения. -1991. -№ 48.
5. А.с. 1261926 СССР, МКИ4 С04 В 28/24. Смесь для жаростойкого бетона /Б.Д.Тотурбиев, Ю.П.Горлов (СССР) // Открытия. Изобретения. -1986. -№

37.

1. А.с. 1715763 СССР, НКИ5 С04 В 28/26, 14/18. Сырьевая смесь для изго­товления теплоизоляционных изделий /Б.Д.Тотурбиев, З.А.Мантуров и др. (СССР) // Открытия. Изобретения. -1992. -№ 8.
2. А.с. 1102785 СССР, МКИ3 С04 В 19/00. Бетонная смесь /Б.Д.Тотурбиев, Ю.П.Горлов, А.Э.Ахмедханова, В.Н. Соков, Н. А. Дубовик (СССР) //Открытия. Изобретения. -1984. -№ 26.
3. А.с. 1174402 СССР, МКИ4 С04 В 14/02. Сырьевая смесь для изготовления строительных изделий /Ю.П.Горлов, А.П.Меркин, Ю.А. Астахов, Б.Д.Тотурбиев, М.А.Бочаров (СССР) //Открытия. Изобретения. -1985. -№

31.

1. А.с. 1520041 СССР МКИ4 С04 В 28/20. Сырьевая смесь для изготовления силикатных изделий /Б.Д.Тотурбиев, А.Ш.Шахаев (СССР) //Открытия. Изобретения. -1989. -№ 41.

Ю.А.с. 1418322 СССР, МКИ4 С04 В 28/08. Сырьевая смесь для получения легкого жаростойкого бетона /Б.Д.Тотурбиев, Ю.А.Горлов, А.М.Даитбеков (СССР) //Открытия. Изобретения. -1988. -№ 31.

1. A.C. 1011603 СССР МКИ3 С04 В 35/10, 15/00. Бетонная смесь /Б.Д.Тотурбиев, А.М.Даитбеков, З.Т.Гусейнов, Э.И.Гусев (СССР) //Открытия. Изобретения. -1983. -№ 14.
2. A.C. 1645256 СССР, МКИ5 С04 В 28/24. Способ сушки и выводки на рабо­чий режим тепловых агрегатов /Б.Д.Тотурбиев, Ю.П.Горлов, Т.А.Адамов, Ш.Б.Батырмурзаев (СССР) //Открытия. Изобретения. -1991. -№ 16.
3. А.с. 1828854 СССР МКИ5 С04 В 35/14, 28/26. Способ изготовления футе­ровки тепловых агрегатов /Б.Д.Тотурбиев, Ш.Д.Батырмурзаев, А.М.Даитбеков (СССР) //Открытия. Изобретения. -1993. -№ 27.
4. **А.С. 1557139** СССР МКИ5 С04 В **35/20.** Шихта для изготовления форсте- ритовых огнеупоров /Б.Д.Тотурбиев, А.М.Даитбеков, А.Ш.Рамазанов, Ш.Д.Батырмурзаев (СССР) //Открытия. Изобретения. **-1990. -№ 14.**
5. А.С. 1507756 СССР МКИ5 С04 В 35/56. Способ изготовления двухслойно­го элемента /Б.Д.Тотурбиев, Н.О.Габибов, В.В.Шалупов, Г.С.Щербаков, А.М.Даитбеков, Н.Г.Азаев (СССР) //Открытия. Изобретения. -1989. -№ 34.
6. А.с. 1698218 СССР, МКИ СО 4 В 28/20. Сырьевая смесь для изготовления стеновых строительных изделий. Б.Д.Тотурбиев, Г.Н.Хаджишалапов и др. // Б.И.-1991.-№ 46.
7. A.C. 1698218 СССР МКИ5 С04 В 28/20. Сырьевая смесь для изготовления стеновых строительных изделий / Б.Д.Тотурбиев, Э.К.Пашабеков, С.П.Ханукаев (СССР) //Открытия. Изобретения. -1991. -№ 46.
8. А.С. 1701693 СССР, МКИ СО 4 В 28/24, СО 4 В 40/00. Способ изготовле­ния безобжиговых огнеупоров. Б.Д.Тотурбиев, Ш.Д.Батырмурзаев // Б.И.- 1991.-№48.
9. **А.С. 1652317** СССР МКИ5 С04 В **38/08.** Сырьевая смесь для изготовления легкого бетона /Б.Д.Тотурбиев, М.Г.Чентемиров, Ю.П.Горлов, А.П.Меркин, В.В.Жуков (СССР)//Открытия. Изобретения. **-1991.** -№ **20.**
10. **А.С. 1168537** СССР МКИ4 С04 В **28/26.** Сырьевая смесь для изготовления огнеупорного бетон/Б.Д.Тотурбиев, Ю.П.Горлов, Г.С.Щербаков, А.М.Даитбеков, Н.А.Дубовин, В.Л.Чеченов (СССР) //Открытия. Изобре­тения. **-1985.** -№ **27.**
11. **А.С. 1294797** СССР, МКИ4 С04 В 40/00, В **28/26.** Способ изготовления жа­ростойкой бетонной смеси /Б.Д.Тотурбиев, К.Д.Некрасов, А.П.Тарасова (СССР) //Открытия.Изобретения. **-1987.- № 27.**
12. **A.C. 1763431** СССР, НКИ5 С04 В **40/02.** Способ изготовления бетонных изделий /Б.Д.Тотурбиев (СССР) //Открытия. Изобретения. **-1992.** -№ **35.**
13. **A.C.** по заявке **№3821344/04** (СССР). Способ получения корундового во­локнистого материала. (Соков В.Н., Зыкин О.И., Винокурова Н.И., Г орлов М.Ю. и др. Публикации не подлежит.
14. **A.C. №541820** (СССР). Способ получения легких бетонов. /Горлов Ю.П., Соков В.Н. - Опубл. в Б.И., 1977, №1.
15. **A.C.** №586144 9СССР). Способ получения теплоизляционных материалов. /Горлов Ю.П., Соков В.Н., Сидоренко Н.А. - Опубл. в Б.И., 1977, №48.
16. **А.С. №603739** (СССР). Шихта для изготовления корундового легковесного материала. /Горлов Ю.П., Соков В.Н., Розанова B.C. Опубл. в Б.И., **1978,** №21.
17. **A.C. №697483** (СССР). Композиция для изготовления теплоизоляционных изделий. / Горлов Ю.П., Меркин А.П., Соков В.Н., Харитонов Л.А. Опубл. в Б.И., **1979, №42.**
18. Бабич Е.П. Применение циркона в литейном производстве. Техническая информация. -Омск: Западно-Сибирский Совнархоз, 1963. С.1-5.
19. Баженов П.И. Технология автоклавных материалов. -Л.: Стройиздат, 1978.-357с.
20. Бажёнов Ю.М. Технология бетона.-М.:Стройиздат, 1978.-455с.

31 .Батырмурзаев Ш.Д. Жаростойкий шамотный бетон на силикат-натриевом композиционном вяжущем: Дисс. ...канд. техн. наук. - М., 1986. - 195 с.

1. Буров В.Ю. Жаростойкие бетоны для футеровки зоны спекания цемент­ных вращающихся печей: Автореф. дис.... д-ра.техн.наук.-М.,1994.-31с.
2. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. -М.:Финансы и статистика, 1981.­263с.
3. Гоберис С.Ю., Мерлинская П.И. Футеровка крышек агрегата АВМ -1,5а жаростойким бетоном и исследование некоторых его свойств// Опыт при­менения жаростойкого бетона в промышленности и строительстве. - Днепропетровск, 1978. -134с.
4. Горлов Ю.П., Буров В.Ю., Крашенинников B.C. Жаростойкие магнезито­хромитовые бетоны на силикат-натриевом композиционном вяжу- щем//Вопросы ресурсосбережения в промышленности строительных ма­териалов. -М.: МИСИ, 1989.-С. 155-171.
5. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. - М; Высшая школа, 1989 г., 288-294.
6. Горлов Ю.П., Соков В.Н., Миньков Д.Б. Корундовый легковес из глино- земно-полистирольных масс. - Огнеупоры, 1973, №3, с. 5-6.
7. Горлов Ю.П., Соков В.Н., Сулайманов А.М. Высокоглинеземистые легко­весные изделия из самоуплотняющихся масс. - Огнеупоры, 1977, №1, с. 10**-**11**.**
8. Горлов Ю.П., Соков В.Н., Сулейманов А.М. Использование отходов поли- стирольного производства для получения легковесных огнеупоров. - Сб. «Производство и переработка пластмасс и синтетических смол», М.: 1977, №2, с. 5-7.
9. Горлов Ю.П., Соков В.Н. Эффективный легковесный огнеупор из керамо- полистирольных масс. - Сб. «Применение огнеупорных материалов в тех­нике», JL: 1976, с. 12-14.
10. Горлов Ю.П., Соков В.Н., Омаров Ш.Е. Корундовый легковес по беспрес- совой технологии. - экспресс-информация Госстроя Каз.ССР, Алма-Ата, 1976, 6 с.
11. Гребенщиков И.В. Химическая реакция на поверхности силикатов и их значение для техники/ Известия АН СССР. Отделение техн.наук. -1937.- № 1.
12. Григорьев П.П., Матвеев М.А. Растворимое стекло.-М.: Стройиздат, 1956. -356с.
13. Гузман И.Я. Высокоогнеупорная пористая керамика.-М.: Металлургия, 1971.-208с.
14. Даукнис В.И., Какакевичюс К.А. и др. Исследование термической стойко­сти огнеупорной керамики. Вильнюс, МИНТС, 1971. - 151 с.
15. Десов А.Е., Чуркин Ю.М. Распространение и отражение колебаний в же­стких бетонных смесях при поверхностном вибрировании// Сб.трудов/ НИИЖБ.-М.: Госстройиздат, 1962.-Вып.29.
16. Джалилова Н.А. Исследование добавки порошкообразного силиката на­трия на свойства пропариваемого бетона: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. -М., 1979.-20с.
17. Жаростойкие бетоны/Под ред. К.Д.Некрасова. -М.: Стройиздат, 1964.­292с.
18. Жаростойкие бетоны/Под ред. К.Д.Некрасова. -М.: Стройиздат, 1974.­176с.
19. Жаростойкий бетон на основе композиций из природных и техногенных стекол/ Ю.П.Горлов, А.П.Меркин, М.И.Зейфман, Б.Д.Тотурбиев. -М.: Стройиздат, 1986.- 144с.
20. Жуков В.В. Основы стойкости бетона при действии повышенных и высо­ких температур: Дис.... д-ра техн.наук. -М., 1982. -437с.

52.3ажигаев Л.С., Кишьян А.А., Раманинов Ю.И. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента. -М.:Атомиздат, 1978.­232с.

53.Замятин С.Р. и др. Огнеупоры. 1974.- № 4. -С.38-43

54.3едгинидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования много­компонентных систем. -М.: Наука, 1976.- 377с.

1. Инструкция по технологии приготовления жаростойких бетонов/ СН 156­
2. - М.: Стройиздат, 1979.- 40с.
3. Исследования и опыт применения жаростойких бетонов/ Обзор по мате­риалам международного симпозиума. -М.: ЦНИИС, 1974. -41с.
4. Кайнарский И.С. Процессы технологии огнеупоров. -М.: Металлургия, 1969. -350с.
5. Кингери У.Д. Измерения при высоких температурах. -М.: Металлургиз- дат, 1963. - 179с.
6. Кирилишин В.П. Кремнебетон. -Киев.: Будівельник, 1975.
7. Коренькова С.Ф., Хлыстов А.И., Шенна Т.В. Применение жаростойкого бетона на основе силикатно-натриевого композиционного вяжуще­го/Бетон и железобетон.-1992.- №9.-С.4-7.
8. Кремнеземистые бетоны и блоки. А.К.Пургин, И.П.Цибин, А.В.Жуков, П.И.Дьячков. -М.: Металлургия, 1975. -216с.
9. Крылов Б.А. Вопросы теории производственного применения электриче­ской энергии для тепловой обработки бетона в различных температурных условиях. Дис.... д-ратехн.наук. -М.: НИИЖБ, 1970. -475с.
10. Крылов Б.А., Ли А.И. Форсированный электроразогрев бетона. -М.: Стройиздат, 1975.-160с.
11. Куколев Г.В. Химия, керамика и физическая химия силикатов. -М.: Выс­шая школа, 1966. -463с.
12. Маргулис О.М. К вопросу о термической стойкости огнеупоров из чистых окислов//Сб.трудов/УНИИО.-Харьков, 1960.-Вып.2.-С.50-62.
13. Матвеев М.А. Влияние продолжительности растворения и температуры воды на растворимость гидратированных стекловидных силикатов на­трия// Сборник научных работ по химии и технологии силикатов. -М.: Промстройиздат, 1956. -146с.
14. Матвеев М.А. Растворимость стеклообразных силикатов натрия. -М.: Стройиздат, 1957. - 95с.
15. Матвеева Ф.А., Куликова А.А. Влияние текстуры на свойства алюмосили- катных огнеупоров/Сб. Физико-химические исследования алюмосиликат- ных цирконийсодержащих систем и материалов. -Новосибирск: Из-во наука. Сиб.отдел, 1972.- С. 109-115.
16. Медведев В.М., Батраков В.Г. Кислотостойкие композиции на основе по­рошкообразного щелочного силиката /Коррозия бетона в агрессивных средах/. -М., 1971. - с.36-39.
17. Меркин А.П., Холманский И.А. Ускоренный метод определения однород­ности смесей и растворов// Сб.статей семинара «Статистический контроль качества бетонов»/ МДНТП им. Ф.Э.Дзержинского. -М., 1969. - с. 14-20.
18. Мето дика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. -М.: Экономика, 1977.-36с.
19. Москвин В.М. Кислотоупорный бетон. -М., 1935. -280с.
20. Мурашко JI.H. Сырьевая база для производства керамики/ Строительные материалы.-1998.-№ 3.-С.7-8 .
21. Накагаки, Фукунда. Основы коллоидной химии.- Изд. «Дай ниппонтосё», 1969. -233с.
22. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экс­тремальных экспериментов.-М.: Наука, 1965.- 340с.
23. Наценко А.И. Термостойкость хрупких материалов// Сб.трудов /УНИИО.- Харьков: 1971.-Вып.5.-С.189-208
24. Налимов В.В. Новые идеи в планировании эксперимента. -М.: Наука, 1969.- 334с.
25. Некрасов К.Д., Жуков В.В., Гуляева В.Ф. Тяжелый бетон в условиях по­вышенных температур. -М.: Стройиздат, 1972. -128с.
26. Некрасов К.Д., Масленникова М.Г. Легкие жаростойкие бетоны на порис­тых заполнителях. -М.: Стройиздат, 1982.-152с.
27. Некрасов К.Д., Самойленко В.А., Усков И.Н. Жаростойкие бетоны и кон­струкции из них. -М.:ЦИНИС Госстроя СССР, 1977.-80с.
28. Некрасов К.Д. Технология и применение жаростойких бетонов/Изв.АН СССР. Неорганические материалы.- **1984.-t.20.-** №6. - с.67-72.
29. Новое в технологии жаростойких бетонов/ Под ред. К.Д.Некрасова. -М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1981.-11 Ос.

83.Отто Ферворнер, К. Берндт. Огнеупорные материалы для стекловаренных печей. М., Стройиздат, 1984 г., с. 115-118.

84.Огнеупорные бетоны/ С.П.Замятин, А.К.Пургин, Л.Б. Хорошавин и др. - М.: Металлургия, 1982. -192с.

85.Отрепьев В.А., Путляев И.Е. и др. Кислотостойкие бетоны на активных заполнителях и модифицированном вяжущем/ Бетон и железобетон.- 1978.- № 8.- с.8

1. Панферов В.М. К вопросу о конструкционной термопрочности и долго­вечности работы огнеупорных материалов в Каупере. - М.: НИИМеханики МГУ.- 1967.-№666.-85с.
2. Парамазова Ф.Ш. Жаростойкий бетон на комплексном вяжущем. Диссер­тация кандидата технических наук - Ростов-на-Дону, 1995 - 190 с.
3. Плаченов Т.Г. Разработка конструкций поромеров для изучения структу­ры пористых тел методом вдавливания ртути/ Прикладная химия.- 1955.- № 4. -245с.
4. Полубояринов Д.Н., Лукин Е.С., Сысоев Э.П. Исследование ползучести и длительной прочности керамики из алюмомагнезиальной шпинели/ Огне­упоры.- 1970.- № 12.- С.26-27
5. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для работ в условиях воздействия повышенных и высо­ких температур// СНиП 02.03.04-84/ ЦИПТ Госстроя СССР, 1987. - 74с.
6. Пустовалов Д.В., Ремнев В.В. Модифицированный жаростойкий бетон/ Строительные материалы.- 1996.- № 3.- С.14-15
7. Пьяных Е.Г., Антонов Г.И. Влияние зернового состава и давления прессо­вания на свойства магнезиальных образцов/- Огнеупоры.- 1973.- № 10.- С.46-53
8. Рекомендации по применению методов математического планирования эксперимента в технологии бетона.- М.:НИИЖБ Госстроя СССР,1982.- 103с.
9. Ремнев В.В., Горкуненко С.П. Жаростойкие бетоны на основе модифици­рованного портландцемента/ Строительные материалы.- 1996.- № 10.- С.18-19
10. Ремнев В.В. Жаростойкие бетоны и возможности их использования для тепловых агрегатов/ Строительные материалы.- 1996.- № 3.- С. 18-19
11. Ремнев В.В. Перспективные вяжущие для жаростойких бетонов/ Строи­тельные материалы.- 1995.-№ 10.-С.2-3
12. Рыжов И.В., Толстой B.C. Физико-химические основы формирования свойств смесей с жидким стеклом. Издательство Харьковского универси­тета. 1975. - 50 с.
13. Семенов С.И., Семенов В.А., Тарков А.А. Исследование теплопроводно­сти материалов при положительных температура// Сб. Конструкции и строительство специальных сооружений/ ВНИПИТеплопроект. -М., 1978.- Вып.47. - с.34-39.
14. Соков В.Н. Теория и практика создания новых эффективных теплоизоля­ционных материалов: Диссерт. д.т.н. - М., 1985, - 395 с.
15. Соков В.Н. Бесшамотные ультралегковессы на основе отсева бисерного полистирола. - М.: ВНИИЭСМ, серия 4, 1981, №12, с. 11-12.