Камбалина Ирина Владимировна. Шлакогазобетон на композиционном шлаковом вяжущем : диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.05. - Новосибирск, 2006. - 124 с. : ил. РГБ ОД,

**Министерство образования и науки Российской Федерации Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)**

На правах рукописи



Камбалина Ирина Владимировна

**ШЛАКОГАЗОБЕТОН НА КОМПОЗИЦИОННОМ ШЛАКОВОМ ВЯЖУЩЕМ**

05.23.05.- Строительные материалы и изделия

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель Действительный член

Российской академии естественных наук, доктор технических наук, профессор В.Ф. Завадский

Новосибирск 2006

**Содержание**

Введение 6

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО ПРОБЛЕМЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬ­НЫХ МАТЕРИАЛОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ 10

1. Проблема использования доменных шлаков в производстве

строительных материалов 10

1. Классификация отходов металлургии, как сырья для производства строительных материалов 10
2. Способы активации минеральных композиций 11
3. Применение шлаков в бетонах и строительных раство­рах 14
4. Составы и технологические параметры производства газобе­тона 17
5. Составы смесей для производства ячеистых бетонов 17
6. Зависимость свойств газобетона от параметров приго­товления формовочной смеси и формования изделий 20
7. Влияние параметров твердения газобетонных изделий

на их свойства 22

1. Анализ проблемы и постановка задач исследований 24

ГЛАВА 2 МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВА­НИЙ И ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕ­НИЯ ШЛАКОГАЗОБЕТОНА 27

1. Объект и методы проведения исследований 27
2. Объект исследований 27
3. Методологическая схема проведения исследований 28
   1. Характеристика доменного шлака - как наполнителя в составе

шлакового вяжущего и шлакогазобетона 30

* + 1. Общие сведения о металлургических шлаках 30

**2**

* + 1. Физико-механические характеристики доменных шла­ков металлургических предприятий Кузбасса 32
    2. Минералогический состав шлаков 33
    3. Химический состав доменных шлаков 37
    4. Исследование доменных шлаков на силикатный рас­пад 38
  1. Получение и изучение свойств композиционного шлакового вяжущего 39
     1. Характеристика исходных материалов для получения

композиционного шлакового вяжущего 39

* + 1. Оптимизация состава шлакового вяжущего 44
    2. Изучение свойств композиционного шлакового вяжу­щего 47
    3. Минералогический состав шлакового вяжущего 49
  1. Теоретические предпосылки формирования пористой структу­ры шлакогазобетона с применением композиционного шлако­вого вяжущего 51

Выводы по второй главе 53

ГЛАВА 3 ПОДБОР СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

ПОЛУЧЕНИЯ ШЛАКОГАЗОБЕТОНА 54

1. Изучение свойств растворных смесей на основе шлакового на­полнителя и композиционного вяжущего, получение плотных растворов 54
2. Влияние состава растворной смеси на свойства затвер­девшего раствора 54
3. Зависимость прочности шлаковяжущих растворов от ус­ловий твердения 55
4. Свойства формовочных шламов для получения шлакогазобето­на 56
5. Влияние текучести на кинетику вспучивания 57

3

1. Влияние вида и тонкости помола шлакового наполните­ля 60
2. Изучение свойств шлакогазобетонных формовочных смесей 62
   1. Планирование многофакторного эксперимента по подбору ра­циональных параметров получения шлакогазобетона 64
      1. Подбор оптимальных технологических параметров 64
      2. Расчет коэффициентов регрессии 67
   2. Разработка режимов твердения шлакогазобетона 72
      1. Сравнительные характеристики поризованных образцов, твердевших при различных режимах 72
      2. Минеральный состав шлакогазобетона 74
   3. Изучение свойств газобетонных образцов на основе доменных шлаков 79
      1. Характер пористости 79
      2. Теплофизические свойства 80
      3. Морозостойкость 81

Выводы по третьей главе 85

ГЛАВА 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ТЕХНИКО­

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО И ГАЗОБЕТОНА НА ОСНОВЕ ДОМЕННОГО ШЛАКА 86

1. Технология производства вяжущего и газошлакобетона 86
2. Технологические параметры получения композиционно­го вяжущего 86
3. Описание технологии шлакогазобетона 89
4. Опытно-промышленные испытания и разработка технологиче­ского регламента 91
5. Результаты опытных испытаний 91
6. Основные положения технологического регламента 92

**4**

1. Технико-экономическое обоснование технологии производства

и применения изделий из неавтоклавного газошлакобетона 93

Основные выводы 97

Список использованных источников 99

Список приложений 112

Приложение 1 Заявка на выполнение научно-исследовательской работы по

проблеме переработки доменного шлака 113

Приложение 2 Свидетельство радиационного качества на доменный гранули­рованный шлак 114

Приложении 3 Заключение по оценке токсичности доменного гранулирован­ного шлака 115

Приложение 4 Патент на изобретение №2232139 «Декоративный шлаковый

цемент» 116

Приложение 5 Акт испытания образцов на теплопроводность 121

Приложение 6 Технологический регламент на изготовление декоративного

шлакового цемента на основе техногенных продуктов металлургии 122

Приложение 7 Технологический регламент на производство изделий из ячеи­стых бетонов на основе доменных гранулированных шлаков 123

Приложение 8 Акт проведения опытно-промышленных испытаний образцов из шлакогазобетона на ООО ПК «Кузнецкий цементный завод» 124

**Введение**

В районах с развитой металлургической промышленностью, к которым относится и Кузбасс, экономически выгодно использовать для производства строительных материалов доменные шлаки. Кузбасские металлургические комбинаты: Кузнецкий (КМК) и Западно-Сибирский (ЗСМК) ежегодно по­ставляют в отвалы около 5 млн. т. доменного шлака. Маркетинговые иссле­дования показали, что утилизировать и перерабатывать шлак на местах их образования наиболее эффективно, чем перевозить его как сырье для произ­водства строительных материалов. Одним из реальных и экономически вы­годных направлений использования шлаков является получение на его осно­ве вяжущих и различных видов бетонов, в том числе ячеистых.

В связи с изменениями требований СНиП 23.02.03 «Тепловая защита зданий» увеличился спрос на теплоизоляционные и конструктивно­теплоизоляционные изделия из ячеистых бетонов.

Ячеистые бетоны эффективны в качестве ограждающих конструкций отапливаемых зданий по сравнению со стенами из кирпича и керамзитобето- на. Установлено, что энергоемкость 1 м стены толщиной 64 см из керамиче­ского кирпича составляет 116 уел. топлива, стены из керамзитобетона плот- ностью 1000 кг/м толщиной 40 см - 101 кг, стены из ячеистого бетона плот­ностью 600 кг/м3 - 55 кг, т.е. в 2 раза меньше, чем у кирпичной. Кроме того, ячеистый бетон не выделяет токсичных веществ или подобных им газов. По данным Минздрава РФ коэффициент экологичности, например, для стен из дерева равен 1, автоклавного ячеистого бетона - 2, керамического кирпича - 10, керамзитобетона - 20.

В России суммарная годовая мощность производств по выпуску изде­лий из ячеистых бетонов (в основном автоклавного твердения) составляет

■j

около 3 млн. м , из которых более половины предназначено для изготовления мелких стеновых блоков. Годовой объем изделий из неавтоклавного ячеисто­го бетона не превышает 10% указанного выпуска.

В основном в качестве наполнителя ячеистых бетонов применяют мо­лотый кварцевый песок с удельной поверхностью 200 - 220 м2/кг, реже при­меняют золы ТЭЦ и доменные шлаки.

Актуальность работы обоснована увеличением объемов использова­ния промышленных отходов металлургии для производства строительных материалов, в том числе газобетона, при научно-экспериментальном обосно­вании пригодности отходов для этих целей.

Работа выполнена по плану НИР НГАСУ на 2004-2006гг. раздел 7.5.1.133 «Разработка параметров получения газобетона и гранулированных материалов из тонкодисперсного природного и техногенного сырья» и раз­дел 7.5.2 «Шлакогазобетон на композиционном шлаковом вяжущем», а также по заказу ООО ПК «Кузнецкий цементный завод» (Приложение 1).

Задача расширения номенклатуры и объема выпуска строительных ма­териалов из местного сырья координируется с планом развития строительно­го комплекса Кузбасса.

Научная новизна работы

* разработаны составы шлакогазобетона на шлаковом вяжущем, по­зволяющие получать шлакогазобетонные изделия со средней плотностью 600-700 кг/м3, прочностью при сжатии 1,8-3 МПа, фактической теплопровод­ностью 0,12-0,17 Вт/м°С.;
* установлено, что повышение температуры формовочного шлама вы­зывает увеличение средней плотности газобетона, что связано с быстрым на­бором структурной прочности, препятствующей дальнейшему вспучиванию смеси. Оптимальной является температура формовочного шлама 38-40°С. Повышение температуры формовочного шлама приводит к снижению проч­ности шлакогазобетона;
* установлено, что первоначальная тепловлажностная обработка шла­когазобетона активизирует процесс набора прочности, при дальнейшем его твердении в нормальных условиях за счет ускорения процессов гидратации аморфной и кристаллической фаз составляющих шлак в присутствии щелоч­ного и сульфатного компонентов, увеличение прочности составляет 45-60%;
* установлено, что применение в качестве наполнителя газобетона от­вального доменного шлака кристаллического строения вызывает прирост прочности в 1,8-2 раза за счет комплексного твердения композиционного шлакового вяжущего и гидравлической активности шлака как наполнителя.

**Практическая значение и реализация работы:**

* разработан состав композиционного шлакового вяжущего на основе отходов металлургии, включающего в себя доменный гранулированный шлак 71-79 %, газоочистную известковую пыль 15-20 %; отработанную формовоч­ную смесь 3-6 %; сульфатный компонент 3-5 % и определены его свойства (патент №2232139 от 10.07.2004);
* предложены составы газобетона на основе композиционного шлако­вого вяжущего и наполнителя в виде тонкомолотого доменного гранулиро­ванного шлака;
* разработаны математические уравнения, устанавливающие зависи­мости влияния состава и технологических факторов на свойства шлакогазо­бетонных изделий;
* определены режимы технологического процесса получения газобе­тона с использованием отходов металлургии. Разработан технологический регламент на производства шлакогазобетонных стеновых блоков;
* проведено производственное апробирование предложенных соста­вов и технологии на ООО ПК «Кузнецкий цементный завод» (г. Новокуз­нецк);
* результаты исследований внедрены в учебный процесс СибГИУ и НГАСУ при подготовке инженеров и используются при чтении лекций, вы­полнении лабораторных работ и курсовых проектов по курсу «Технология стеновых материалов».

Публикации. Результаты исследований опубликованы в 7 научных статьях, в том числе в журнале с внешним рецензированием («Известия ву­зов. Строительство»). Получен патент РФ на состав композиционного шла­кового вяжущего (№2232139 от10.07.2004). Отдельные результаты исследо­ваний включены в 3 главу монографии «Ячеистые бетоны на основе новых видов дисперсных наполнителей» В.Ф. Завадский, Г.Н. Фомичева //НГАСУ.- Новосибирск, 2006.-С.82-86.

Апробация работы Результаты исследований докладывались и обсуж­дались на ежегодных научно-технических конференциях в НГАСУ (г. Ново­сибирск, 2004-2006 г.), международных конференциях НГАУ

(г.Новосибирск, 2004-2006 г.), международной научно-практической конфе­ренции БГТУ (г.Белгород, 2005 г.), научно-практических семинарах СибГИУ (г. Новокузнецк, 2003-2006 г.), медународном семинаре Азиатско-

Тихоокеанской академии материалов (г. Новосибирск, 2006 г.).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из 4 глав, 9 основ­ных выводов, списка литературы, включающего 122 наименования, содержит 112 страниц текста, 31 рисунок, 28 таблиц и 8 приложений.

Автор защищает:

* состав и технологические параметры получения газобетона на осно­ве композиционного шлакового вяжущего и наполнителя в виде тонкомоло­того доменного гранулированного шлака;
* результаты исследования зависимости основных свойств шлакога­зобетона от состава, параметров изготовления газобетонной смеси и режима твердения изделий;
* технологию производства изделий из газобетона на основе доменно­го гранулированного шлака.

Автор благодарен к.т.н., доценту кафедры Архитектуры и строитель­ных материалов СибГИУ Пановой В.Ф. за консультации при постановке и выполнении некоторых технологических экспериментов.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Определены физико-химический состав и свойства доменных гранулиро­ванных шлаков металлургических предприятий Новокузнецка, как заполни­теля для неавтоклавного газобетона и компонента композиционного вяжуще­го.
2. Установлено, что по химическому составу шлаки относятся к группе кислых (модуль основности менее 1) и содержат в своем составе до 90% стеклофазы.
3. Шлаки стойки к силикатному распаду, потеря по массе после испытаний составила 3,5%. Шлаки требуют дополнительной активации с целью приме­нения их как компонента вяжущего и шлакогазобетона.
4. Разработано композиционное шлаковое вяжущее, включающее следую­щие компоненты: доменный гранулированный шлак 71...79 %, газоочистную известковую пыль 15...20 %; отработанную формовочную смесь 3...6 %; сульфатный компонент3...5 %.
5. Методом математического планирования эксперимента и обработки дан­ных определен оптимальный состав и технологические параметры получения газобетона на основе тонкомолотого доменного гранулированного шлака. Оптимальными параметрами являются температура формовочного шлама 38- 40 °С, водотвердое отношение 0,5-0,52 при отношении шлакового заполните­ля к вяжущему от 0,9 до 1,1.
6. Тепловлажностная обработка отформованных изделий на основе домен­ного гранулированного шлака ускоряет процесс набора прочности в 1,5...2 раза и увеличивает конечную прочность шлакогазобетона на 45-60%.
7. Газобетонные изделия, полученные на основе тонкомолотого доменного граншлака, имеют среднюю плотность 550-700 кг/м3, прочность при сжатии 1,8-3,0 МПа, фактическую теплопроводность 0,12-0,17 Вт/(м-°С).
8. После 35 циклов замораживания и оттаивания образцы шлакогазобетона показали снижение их прочности при сжатии на 5-7,5%, потеря массы соста­вила 3-4%. У образцов шлакогазобетона, твердевших 12 месяцев в натурных условиях, отмечен прирост прочности на 10-15%.
9. Разработан технологический регламент на производство газобетонных стеновых блоков на основе доменного шлака. Результаты исследований ап­робированы на технологической линии по производству газобетонных стено­вых блоков ООО ПК «Кузнецкий цементный завод» (г. Новокузнецк).

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ источников**

1. Баженов Ю.М. Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов. / Ю.М. Баженов - М.: Стройиздат.- 1986. - 206 с.

2 Попов К.Н. Новые строительные материалы и материалы из промышленных отходов. / К.Н. Попов - М.: Логос-Развитие.- 2002. - 152 с.

1. Павленко, С.И. Мелкозернистый бетон из отходов промышленности /С.И Павленко. - М.: АСВ.- 1997. - 176 с.
2. Волженский, А.В. Минеральные вяжущие вещества / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, B.C. Колокольников - М.: Стройиздат.- 1973. - 480 с.
3. Горшков B.C. Комплексная переработка и использование металлургических шлаков в строительстве / B.C. Горшков - М.: Стройиздат,- 1985.-272 с.
4. Волженский А.В. Комплексная переработка и использование металлургических шлаков в строительстве / А.В. Волженский // Строительные материалы. - 1986. - №5. - С.28.
5. Долгарев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов. Справочное пособие. / А.В. Долгарев - М.: Стройиздат.- 1983. - 456с.
6. Долгопол В.И. Экономика использования металлургических шлаков /

В.И. Долгопол - М.: Металлургиздат.- 1964. - 156 с.

1. Рекитар Я.А. Эффективность использования промышленных отходов в строительстве / Я.А. Рекитар - М.: Стройиздат.- 1975. - 184с.
2. Чистяков Б.З. Использование минеральных отходов промышленности в производстве строительных материалов / Б.З. Чистяков,

А.Н. Лялинов-Л.: Стройиздат. - 1984. - 152с.

1. Путляев И.Е. Основные проблемы ресурсосбережения производства легких бетонов / И.Е. Путляев // Ресурсосберегающие технологии производства бетона и железобетона/ Под ред. Б.А. Крылова. - М.: НИИАСБ. - 1988.-С. 3-16.
2. Уфимцев В.М. и др. Вяжущие из высококальциевых зол теплоэнергетики и перспективы их применения в строительстве / В.М. Уфимцев и др. // Изв. вузов. Строительство. - 1994. - № 11. - С. 84 - 87.
3. Будников П.П. Гранулированные доменные шлаки и шлаковые цементы / П.П. Будников, И. А. Значко-Яворский - М.: Госстрой из дат.- 1953. -351 с.
4. Панфилов М.И. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии / М.И. Панфилов, Я.Ш. Школьник, Н.В. Орининский - М.: Металлургия.- 1987. - 238 с.
5. Применение молотого доменного гранулированного шлака в строительстве США // ВНИИНТПИ. Сер. Строительные конструкции и материалы: ЭИ.-2002.-№1 .-С.28-32.
6. Будников П.П. Повышение гидравлической активности доменных шлаков методом направленной кристаллизации / П.П. Будников, B.C. Горшков // Строительные материалы, 1964. - №9. - С. 22-23.
7. Рояк С.М. Структура доменных шлаков и их активность / С.М. Рояк, В.А. Пьячев, Я.Ш. Школьник // Цемент. - 1978. - №8. - С. 4-5.
8. Вишневский В.Б. Гидравлические свойства доменных шлаков / В.Б. Вишневский, А.М. Ружинский, И.Н. Годованная // Цемент. - 1991. - №1-2. - С. 55-58.
9. Евтушенко Е.И. Процессы кристаллизации и активность доменных граншлаков / Е.И. Евтушенко, И.В. Старостина, Е.И. Кравцов // Современные проблемы строительного материаловедения. Материалы пятых авдемических чтений РААСН. Воронеж. -1999. С. 130-133.
10. Каушанский В.Е. Термообработка доменного гранулированного шлака как один из способов его гидравлической активности. / В.Е. Каушанский, О.Ю. Баженова, А.С. Трубицын // Известия вузов. Строительство.- 2002.- №4.- С.54- 56.
11. Юіассен В.К. Изменение структуры и фазового состава доменных шлаков при нагревании. / В.К. Классен, И.И. Борисов, А.Н. Классен, А.Н. Мануйлов // Известия вузов. Строительство.-2002.-№4.-С.56-60.
12. Рубанов Ю.К. Активация и технологические свойства шлаков, склонных к силикатному распаду. / Ю.К. Рубанов, И.В. Старостина, Е.И. Евтушенко // Современные проблемы строительного материаловедения. Материалы пятых акдемических чтений РААСН. Воронеж. -1999. С.380-383.
13. Мусин В.Г. Состав и свойства смешанных вяжущих на основе металлургических шлаков и полиминеральных добавок. / В.Г. Мусин // Строительные материалы. -1991.-№2. -С. 7-8.
14. Патент на изобретение №1689317 РФ Бюл. №41 / МПК С 04 В 5/00. Установка обработки шлакового расплава. / Лерке П.П., Шнайдер В.В.
15. Патент на изобретение №1678793 РФ Бюл. №35 / МПК С 04 В 5/06. Способ обработки шлака / Чеботарев В.Л., Крапля А.Ф., Дмитриев П.Н. и др.
16. Гончаров Ю.И. и др. Композиты на основе низкоосновных доменных шлаков. / Ю.И. Гончаров и др. // Современные проблемы строительного материаловедения: Материалы пятых академических чтений РААСН.- Воронеж: ВГАСА.- 1999. - С. 94 - 104.
17. Гончарова М.Ю. Влияние различных активаторов на твердение и фазовый состав новообразований шлакового вяжущего. / М.Ю. Гончарова // Современные проблемы строительного материаловедения: Тез. Докл. Международн. Научно-технической конф. - Пенза.- 1998. - С. 24-26.
18. Гончарова М.Ю. Строительные материалы гидратационного твердения из низкоосновных доменных шлаков: Автореф. дис.канд.техн.наук / М.Ю. Гончарова; Белгород, гос. технолог, акад. строит, материалов.- Белгород.- 2000.-16 с.
19. Калашников В.И. Кинетика процессов структурообразования шлаковых вяжущих. / В.И. Калашников, В.Ю. Нестеров // Актуальные проблемы современного строительства. Сборник статей докторантов. Санкт- Петербург. СПбГАСУ.- 1994. С. 43-50.
20. Естемесов З.А. Контактная зона мелкозернистого бетона на основе гранулированного шлака. / З.А. Естемесов, А.С. Куртаев, М.З. Естемесов // Бетон и железобетон.-1998.-№6.-С. 27-29.
21. Рахимбаев Ш.М. Регулирование прочности межфазных контактных связей в искусственных конгломератах. / Ш.М. Рахимбаев // Проблемы материаловедения и совершенствование технологии производства строительных изделий. - Белгород: БТИСМ, 1980. - С. 51 - 60.
22. Гончаров Ю.И. Шлакобетоны с активным заполнителем. / Ю.И. Гончаров, Ш.М. Рахимбаев, М.Ю. Гончарова // Бетон и железобетон в третьем тысячелетии: Материалы международной научно - практической конференции. - Ростов - н/Д - 2000. - С 128 - 133.
23. Павленко С.И. Бесцементный мелкозернистый композиционный бетон из вторичных минеральных ресурсов. / С.И. Павленко, В.И. Малышкин, Ю.М. Баженов.- Новосибирск. Изд. СО РАН.- 2000. 142 с.
24. Корнеев А.Д. Строительные композиционные материалы на основе шлаковых отходов. / А.Д. Корнеев, М.А. Гончарова, Е.А. Бондарев - Липецк.- 2002.- 120 с.
25. Юдин А.В. Металлургические и топливные шлаки в строительстве /

А.В. Юдин - Ижевск: Удмуртия.- 1995 - 160 с.

1. Павленко С.И. Мелкозернистые бетоны из отходов промышленности. / С.И. Павленко - М.:Изд-во АСВ.-1997.-176с.
2. Федынин Н.И. Высокопрочный мелкозернистый шлакобетон. /

Н.И. Федынин, М.И. Диамант - М.: Стройиздат.- 1975.- 176с.

1. Гольденберг Л.Б. Структура и свойства мелкозернистых бетонов с химическими добавками. / Л.Б. Гольденберг, У.Х. Магдеев // Проблемы и пути создания композиционных материалов и технологии комплексного извлечения металлов из вторичных минеральных ресурсов. - Новокузнецк.- 2002. -С.81-89.
2. Баженов Ю.М. Мелкозернистые бетоны. / Ю.М. Баженов, У.Х. Магдеев и др. - М.: МГСУ. - 1998. - 190с.
3. Свистун Г.В. Мелкозернистый активированный шлакобетон для изготовления железобетонных изделий шахтной крепи. / Г.В. Свистун - Реф. Информ. ВНИИЭСМа. Сер. Использование отходов и попутных продуктов для изготовления строительных материалов, изделий и конструкций. - М.,1976.- вып.№3.-С. 17-19.
4. Павленко С.И. Мелкозернистый бетон на основе шлаков и зол ТЭС. / С.И. Павленко, Б.А. Крылов // Энергетическое строительство. - 1989. №1. - С.26-27.
5. Павленко С.И. и др. Разработка составов и технологии суперморозостойкого и водостойкого мелкозернистого шлакозолобетона. / С.И. Павленко и др. // Проблемы и пути создания композиционных материалов и технологии комплексного извлечения металлов из вторичных минеральных ресурсов. - Новокузнецк.- 2000.-С.94-98.
6. Корнеев А.Д. Строительные композиты на основе шлаковых отходов. / А.Д. Корнеев // Современные проблемы строительного материаловедения. - Воронеж, 1999. - С. 215-216.
7. Корнеев А.Д. Строительные композиты на основе шлаковых отходов. / А.Д. Корнеев, Н.Ф. Сапронов, М.А. Гончарова // Современные проблемы строительного материаловедения: Материалы пятых академических чтений РААСН. - Воронеж: ВГАСА.- 1999. - С. 215.
8. Уруев В.М. Использование доменных шлаков для изготовления дорожных железобетонных изделий. / В.М. Уруев, В.П. Куранов - Реф. Информ. ВНИИЭСМа. Сер. Использование отходов и попутных продуктов для изготовления строительных материалов, изделий и конструкций. - М., 1980. - вып. №4.
9. Корнеев А.Д. Строительные композиты на основе шлаковых отходов / А.Д. Корнеев, Н.Ф. Сапронов, М.А. Гончарова // Современные проблемы строительного материаловедения: Материалы пятых академических чтений РААСН. - Воронеж: ВГ АСА. - 1999. - С. 215.
10. Бабачев Г.Н. Использование металлургических шлаков/ Г.Н. Бабачев, С.С. Петров.- София.: Техника.- 1980.- 354 с.
11. Волженский А.В. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, Б.Н. Виноградов, К.В. Гладких.- М.: Изд-во лит-ры по стр-ву.- 1969.-392 с.
12. Александров С.Е. Литой щебень из доменных шлаков и бетоны на его основе / С.Е. Александров, В.А. Здоренко, И.В. Колпаков, П.А. Кривилев.- М.: Стройиздат.- 1979.- 208 с.
13. Григорьев B.C. Технология производства пористых шлаковых заполнителей для легких бетонов / B.C. Григорьев.- Киев.: Госстройиздат УССР.- 1963.- 146 с.
14. Кутас О.Н. О факторах, вызывающих порообразование в термозите/

О.Н. Кутас, С.Н. Крашенников // - Строительные материалы.- 1958.- № 1 О.- C. 33.

1. Семенов П.С. Исследование вспучивемости доменных шлаков без искусственных побудителей / П.С. Семенов.//- В кн.: Металлургические шлаки и применение их в строительстве /.- М.: Госстройиздат.- 1962.- С. 261- 275.
2. Камбалина И.В. Оценка качества шлаков металлургического производства/ И.В.Камбалина, С.А.Панов // Проблемы и пути создания композиционных материалов, технологий из вторичных минеральных ресурсов: Сб. трудов научно-практического семинара.- Новокузнецк.- 2003.-

С.105-121.

1. Панова В.Ф. Оценка техногенных отходов, как сырья для производства строительных материалов / В.Ф.Панова, И.В.Камбалина // Современные строительные материалы и ресурсосберегающие технологии. Труды НГАСУ.- Новосибирск: НГАСУ, 2003.- Т.6, №2 (23).- С.98-102.
2. Камбалина И.В. Исследование дисперсных материалов на водоотделение / И.В.Камбалина, В.Ф.Завадский, В.Ф.Панова // Современные

строительные материалы и технологии их производства. Тезисы докладов 61- ой научно-технической конференции НГАСУ.- Новосибирск.- 2004.- С.30-31.

1. Панова В.Ф. Разработка декоративного шлакового цемента / В.Ф. Панова, B.C. Фельдман, С.А. Панов, И.В. Камбалина // Современные строительные материалы и ресурсосберегающие технологии. Труды НГАСУ.- Новосибирск: НГАСУ, 2003.- Т.6, №2 (23).- С.92-97.
2. Горяйнов К.Э. Технология минеральных теплоизоляционных материалов и легких бетонов / К.Э. Горяйнов и др.- М.: Стройиздат.- 1966- 430с.
3. Волженский А.В. Шлаки и золы в производстве ячеистобетонных изделий / А.В.Волженский, К.В.Гладких, И.Ю.Данилович // Строительные материалы.-1969.- №8.- С. 32-33.
4. Волженский А.В. Изготовление изделий из неавтоклавного газобетона / А.В.Волженский // Строительные материалы.- 1993.- № 8.- С. 12-

13.

1. Волженский А.В. Применение зол и шлаков в производстве строительных материалов / А.В.Волженский и др.- М.: Стройиздат.- 1984.- 255 с.
2. Гладких К.В. Изделия из ячеистых бетонов на основе шлаков и зол / К.В. Гладких.- М.'.Стройиздат,- 1976,- 256с.
3. Чистяков Б.З. Использование минеральных отходов промышленности / Б.З.Чистяков, А.НЛялинов.-JI.: Стройиздат.- 1984,- 150 с.
4. Багров Б.О. Производство теплоизоляционного материала из отходов цветной металлургии / Б.О.Багров.- М.: Металлургия.- 1985.- 64 с.
5. Горяйнов К.Э. Технология теплоизоляционных материалов и изделий / К.Э. Горяйнов, С.К.Горяйнова. М.: Стройиздат.- 1982.- 376 с.
6. Федынин Н.И. Отделка газобетонных изделий уплотнением и гидрофобизацией поверхностного слоя / Н.И.Федынин // Строительные материалы,- 1968.-№ 10.- С. 25-26.
7. Федынин Н.И. Технология неавтоклавного ячеистого золобетона повышенной прочности и долговечности. / Н.И. Федынин // Строительные материалы. - 1990. -№11. - С. 8-11.
8. Малуев И.И. Активированный шлакопенобетон. / И.И. Малуев, М.А. Арабкерцева // Труды совещания по комплексному использованию доменных шлаков в строительстве. Киев: изд. Лит-ры по строительству и архитектуре УССР. - 1956. - 450 с.
9. Величко Е.Г. Неавтоклавный ячеистый шлакощелочной бетон / Е.Г.Величко и др. // Строительные материалы.- 1995.-№ 4.- С. 17-19.
10. Величко В.Г. Неавтоклавные ячеистые бетоны на основе шлакощелочного вяжущего / В.Г.Величко, В.М.Зубенко, С.А.Кузнецов // Строительство и проблемы экологии: Тез. докл. науч. конф.- Симферополь, 1992.- С. 68-69.
11. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М.Баженов.- М.: Изд-во АСВ.- 2003.- 500 с.
12. Ахманицкий Г.Я. Технология и оборудование для производства изделий из неавтоклавного ячеистого бетона / Г.Я.Ахманицкий // Строительные материалы.- 1993.-№ 8.- С. 14-16.
13. Косых А.В. Повышение эффективности газобетонов,

изготовленных с использованием техногенных отходов / А.В.Косых // Современные строительные материалы и ресурсосберегающие технологии. Труды НГАСУ.- Новосибирск: НГАСУ, 2003.- Т.6, №2(23).- С. 44-48.

1. Лесовик B.C. Электрофизический способ изготовления

ячеистобетонных изделий / В.СЛесовик, Д.И.Гладков, М.Ю.Елистраткин // Вісник Придніпровьскої академії будівництва та архітектури.-

Дніпропетровськ: ПДАБтаА, 2003.-№ 3-5.- С.88-92.

1. Патент на изобретение № 17703115 РФ Бюл. №39 / МПК С 04 В 38/02. Сырьевая смесь для изготовления газобетона / Р.А. Елисеев.
2. Патент на изобретение № 1830058 РФ Бюл. №27 / МПК С 04 В 38/02. Сырьевая смесь для изготовления теплоизоляционного ячеистого бетона / Т.Н. Спинжар, Г.А. Раценберг и др.
3. Патент на изобретение № 2107675 РФ Бюл. №9 / МПК С 04 В 38/02, 28/30. Газобетон / В.Н. Воронин, А.Н. Мякишев и др.
4. Патент на изобретение № 2101264 РФ Бюл. №19 / МПК С 04 В 7/14. Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона / В.в. Могунов,
5. C. Пивкин и др.
6. Патент на изобретение № 2159757 РФ Бюл. №33 / МПК С 04 В 38/02. Сырьевая смесь для изготовления теплоизоляционного материала /

А.П. Прошин, В.А. Береговой.

1. Патент на изобретение № 2123484 РФ Бюл. №35 / МПК С 04 В 28/01. Шлакощелочной ячеистый бетон / Ж.С. Беликова, Е.Г. Величко и др.
2. Патент на изобретение № 2148044 РФ Бюл. №11 / МПК С 04 В 28/26, 38/02. Композиция для изготовления ячеистого материала / В.М. Зорин, В.Н. Провин, С.а. Морозов и др.
3. Эскуссон К.К. Использование зол и шлаков в производстве ячеистых бетонов за рубежом / К.К.Эскуссон // Строительные материалы.- 1993,- №8.- С. 18.
4. Щукина Ю.В. Производство неавтоклавного газобетона по энергосберегающей технологии. / Ю.В. Щукина, Г.И. Овчаренко, Е.В. Горобец, Ю.Н. Савкина // Строительные и отделочные материалы. Стандарты XX века. Труды XII международного семинара Азиатско- Тихоокеанской академии материалов. Том 2. - Новосибирск..-2006.- С. 40-42.
5. Кокунько В.К. Создание и развитие сырьевой базы строительных материалов на основе попутнодобываемых пород и отходов горно-рудных предприятий / В.К.Кокунько // Строительные материалы.- 1994.- №4,- С. 4-6.
6. Завадский В.Ф. Оптимизация параметров получения газобетона на новых видах дисперсных наполнителей / В.Ф.Завадский // Изв.вузов. Строительство.- 2005.- №4.- С.58-63.
7. Фомичева Г.Н. Технологические параметры получения неавтоклавного альбитофирового газобетона / Г.Н.Фомичева, В.Ф. Завадский, О.В.Котельникова // Изв.вузов. Строительство.- 2004.- №12.- С. 26-30.
8. Завадский В.Ф. Неавтоклавный лигногазобетон / В.Ф.Завадский,

В.А.Безбородов // Изв. вузов. Строительство.- 1995.-№2.- С. 65-67.

1. Завадский В.Ф. Лигноминеральные строительные материалы /

В.Ф.Завадский // Строительные материалы.- 1997.-№8.- С. 3-5.

1. Reinsdorf S. Leichtbeton. Band II. Porobeton / Berlin: VEB Verlag fur Bauwesen, 1963.-316 s.
2. Ежиков В.Б. Совершенствование технологии и повышение качества газозолобетона / В.Б.Ежиков // Бетон и железобетон.-1996.-№ 1 .-С.8-10.
3. Патент на изобретение № 1597355 РФ Бюл. №37 / МПК С 04 В 38/02. Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона / А.А. Азимов, А.А Султанов и др.
4. Патент на изобретение № 2058969 РФ Бюл. №12 / МПК С 04 В 38/02. Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона и способ ее приготовления / Краснодарский политехнический институт им. И.А. Полухина.
5. Патент на изобретение № 2127712 РФ Бюл. №8 / МПК С 04 В 38/02. сырьевая смесь для приготовления поризованных бетонов / И.А. Нешецина, АЛ. Хохлов, Г.П. Сабурова.
6. Удачкин И.Б. Повышения качества ячеистобетонных изделий путем использования комплексного газообразователя / И.Б.Удачкин и др. // Строительные материалы.- 1983.-№ 6.- С. 11-12.
7. Меркин А.П. Снижение энергоемкости производства и повышение качества ячеистобетонных панелей при использовании песка композиционного состава / А.П.Меркин, М.И.Зейфман, И.Б.Удачкин, А.Н.Филатов, Р.ГІ.Филатова // Строительные материалы.-1981.- № 3.- С.4-5.
8. Соломатов В.И. Взаимосвязь микро- и макроструктуры в ячеистых композитах. / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, Е.С. Шинкевич // Эффективные композиты и конструкции.-Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 1988.- С.75.
9. Шинкевич Е.С. Анализ структуры и изучение свойств модифицированных ячеистых композитов / Е.С. Шикевич, Е.С. Луцкин // Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сборник научных трудов. Выпуск 1. - Днепропетровск: ПГАСА, 2005.-С. 57-61.
10. Гладких К.В. Изделия из ячеистых бетонов на основе шлаков и зол / К.В. Гладких. - М.: Стройиздат.-1976.-256 с.

98 Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий / Ю.П.Горлов.- М.:Высшая школа, 1989.-С.77-89.

1. Чернов А.Н. Автофреттаж в технологии газобетона / А.Н.Чернов // Строительные материалы,- 2003.- №11.- С. 22-23.
2. Попов С.В. Ячеистые бетоны с применением золошлаковых отходов Кураховской ТЭС / С.В. Попов, В.П. Давиденко//Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сборник научных трудов. Выпуск 1. - Днепропетровск: ПГАСА, 2005.-С. 196-201.

101 Ухова Т.А. Перспективы развития производства и применения ячеистых бетонов / Т.А.Ухова // Строительные материалы.- №1.- 2005.- С. 18-

**20.**

1. Ахманицкий Г.Я. Технология и оборудование для производства изделий из неавтоклавного ячеистого бетона / Г.Я.Ахманицкий // Строительные материалы.- 1993.- № 8.- С. 14-16.
2. Паплавскис Я.М. Предпосылки дальнейшего развития производства и применения ячеистого бетона в современных условиях / Я.М.Паплавскис, П.В.Эвинг, А.И.Селезский, С.Н.Кучихин, С.АЛашков // Строительные материалы.-№3.- 1996.- С.2-6.
3. Коновалов В.М. Энергетические затраты при производстве ячеистых бетонов / В.М. Коновалов // Строительные материалы.- 2003,— №6,- С. 6-7.

105 Розенфельд JI. М. Автоклавная обработка, фазовый состав и физико-механические свойства газошлакобетона / JI. М. Розенфельд, А. Г.Нейман, Т.Д.Васильева // Строительные материалы. - №11.- 1965,- С. 15-18.

1. Волженский А.В. Технология и свойства изделий из неавтоклавного газобетона с нормативными влажностью и теплопроводностью / А.В. Волженский, Ю.Д. Чистов, Т.А. Карпова, А.А. Исхакова // Строительные материалы. -№11.- 1990. - С.7-8.
2. Воскобойников Ю.Е. Программирование и решение задач в пакете Mathkad: Учеб. пособие / Ю.Е.Воскобойников, В.Ф.Очков.- Новосибирск: НГАСУ, 2002.- 136 с.
3. Казас М.М. Экономика промышленности строительных материалов и конструкций / М.М. Казас.- М.: Изд-во ассоциации строительных вузов.- 2004.- 320 с.
4. Демин В.И. Экономика предприятий по производству строительных материалов, изделий и конструкций / В.И. Демин, JI.B. Заруева - Новосибирск: НГАСУ.- 2001.- 180 с.
5. Злобин В.И. Экономика отрасли и технико-экономические расчеты при проектировании предприятий по производству строительных материалов, изделий и конструкций / В.И. Злобин.- Новокузнецк:СибГИУ.- 2005.-114 с.
6. Горшков B.C. Комплексная переработка и использование металлургических шлаков в строительстве / B.C. Горшков, С.Е. Александров,

С.И. Иващенко, И.В. Горшкова.-М.: Стройиздат.-1985.-272 с.

1. Патент на изобретение № 2232139 РФ Бюл. №1 / МПК С 04 В 111/20. Декоративный шлаковый цемент / B.C. Фельдман, С.А. Панов, В.Ф. Панова, И.В. Камбалина.
2. Sarcar Shondeep L., Diatta Yaya, Autcin Pierre-Claude. Microstructural study of aggregate / hydrated paste interface in very high strength rivel gravel concretes // Bond. Cementitious Compos.: Symp., Boston, Mass., Dec.2-4,1987.- Pittsburgh.- 1988,- pp.l 11-116.
3. Бутт Ю.М. Технология цемента и других вяжущих материалов / Ю.М.Бутт.- М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1964.- 352 с.
4. Лотов В.А. Особенности технологических процессов производства газобетона / В.А.Лотов, Н.А.Митина // Строительные материалы. - 2000.- №
5. -С. 21-22.
6. Лаукайтис А.А. Влияние температуры воды на разогрев формовочной смеси и свойства ячеистого бетона / А.А.Лаукайтис // Строительные материалы.- 2002.- №3.- С.37-39.
7. Laukaitis A. Influence of technological factors on porous concrete formation mixture and product properties / Summary of the research report presented for habilitation // Kaunas University of Technology, 1999,- 70 c.
8. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов.-М.:АСВ, 2002.-500 с.
9. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента /

Ч.Хикс.- М.: Мир, 1973,- 200 с.

1. Ашмарин И.П. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов / И.П.Ашмарин, Н.Н.Васильев, В.А.Амбросов.- Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1974.-78 с.
2. Магдеев У.Х. Современные технологии производства ячеистого бетона / У.Х.Магдеев, М.Н.Гиндин // Строительные материалы.- 2001.- №2.-

С.2-6.

1. Петерсон Ю.Н. Применение неавтоклавных ячеистых бетонов для решения актуальных задач современности / Ю.Н.Петерсон // Деловой партнер.- 2004.-№1.- С. 15-17.