

На правах рукописи

САФОНОВА ТАТЬЯНА ВАЛЕРЬЕВНА

**СТРОИТЕЛЬНАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИЙ
ГЛИНИСТОГО И ДИОПСИДОВОГО СЫРЬЯ**

05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

05.23.05 – Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени

кандидата технических наук

Томск – 2012

Работа выполнена на кафедре неорганических веществ и материалов ФГБОУ ВПО «Национального исследовательского Иркутского государственного технического университета» и на кафедре технологии силикатов и наноматериалов ФГБОУ ВПО «Национального исследовательского Томского политехнического университета»

Научный руководитель:

кандидат технических наук,
доцент

Баяндина Елена Викторовна

Научный консультант:

доктор технических наук,
профессор

Верещагин Владимир Иванович

Официальные оппоненты

доктор технических наук,
профессор кафедры химии
Новосибирского государственного
архитектурно-строительного университета

Бердов Геннадий Ильич

доктор технических наук,
зав. кафедрой физики Сибирского
федерального университета

Бурученко Александр Егорович

Ведущая организация: Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

Защита диссертации состоится 22 мая 2012 года в 14.30 на заседании диссертационного совета Д. 212.269.08 при ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 43, корпус 2, аудитория 117.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Автореферат диссертации разослан 20 апреля 2012 года.

Ученый секретарь диссертационного совета,
Кандидат технических наук, доцент

 Петровская Т.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Высокий потенциал неметаллорудного минерального сырья Иркутской области и Байкальского региона представлен месторождениями глинистого сырья и непластичных силикатных материалов, а именно полевых шпатов, песков, слюд, диопсидов, базальтов, воллостонитов. В большинстве случаев легкоплавкие глины и суглинки характеризуются сложным вещественным составом, что обуславливает невысокое качество выпускаемой продукции. Дефицит качественного легкоплавкого глинистого сырья характерен для всего региона Сибири. Это делает необходимым поиск новых технологических решений, которые обеспечат изготовление высококачественных строительных материалов.

При подборе оптимального состава масс для производства строительной керамики необходимо учитывать все свойства и состав сырьевых материалов. Поэтому детальное исследование всего комплекса физико-химических и технологических свойств глинистого и непластичного керамического сырья приобретает особую значимость.

Низкий уровень качества получаемых изделий из малопластичного глинистого сырья обуславливает необходимость разработки составов масс для производства строительной керамики с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Опыт применения диопсидовых пород в производстве тонкой и строительной керамики показывает эффективность их использования в массах на основе глинистого сырья. Использование диопсида в композиции с легкоплавкими глинами и суглинками предполагает улучшение свойств строительной керамики на основе низкопластичного глинистого сырья при температурах обжига 950...1050 °С. В связи с этим разработка составов масс для производства строительной керамики на основе малопластичного глинистого сырья с добавками диопсида является актуальной задачей.

Диссертация выполнена в рамках госбюджетной темы 47/403 «Исследование минерального керамического сырья Иркутской области, разработка новых составов масс, технологий и технологических процессов».

Объект исследования – строительная керамика на основе глинистого сырья Южного Прибайкалья с добавками диопсидовых пород.

Предмет исследования – процессы формирования фазового состава, структуры и функциональных свойств стеновой строительной керамики.

Цель работы - разработка составов масс и технологий изготовления высококачественных керамических строительных материалов на основе композиций низко- и среднепластичного глинистого и диопсидового сырья.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

- исследование химического и фазового состава глинистого и диопсидового сырья;
- исследование процессов при термической обработке глинистого сырья;
- исследование спекания диопсидсодержащих керамических масс на основе различных видов глинистого сырья;
- выявление основных факторов, влияющих на структурообразование материала;
- разработка составов масс для производства высококачественной строительной керамики на основе низко- и среднепластичного глинистого и диопсидового сырья
- практическое опробование разработанных составов для производства кирпича полусухим методом прессования на предприятии.

Научная новизна работы:

1. Установлено, что упрочняющее действие диопсида в композиции с малопластичным сырьём при обжиге в области температур 900...1050 °С при дисперсности менее 60 мкм (средний размер 20...15 мкм) и при содержании по отношению к глинистой составляющей 20...40 % определяется минеральным составом глинистой составляющей сырья и не зависит от её количества. При этом прочность керамики на основе диопсидсодержащих масс достигает 25...34 МПа, что в 1,5...2 раза больше прочности масс без диопсида.
2. Коэффициент упрочнения стеновой керамики при введении диопсида возрастает с увеличением содержания монтмориллонита, а температура проявления максимального эффекта упрочнения увеличивается с повышением содержания каолинита в глинистой составляющей сырья. При этом коэффициент прироста прочности уменьшается. Абсолютная прочность диопсидсодержащих масс определяется содержанием монтмориллонита и количеством глинистых минералов в сырье.
3. Установлено, что в системе монтмориллонит-диопсид при температуре 900...1050 °С образуется твердый раствор алюмосиликатной шпинели и анортит. Увеличение прочности при введении диопсида в монтмориллонитсодержащие суглинки обуславливается образованием расплава при низкой температуре и повышенном кристаллизационной способности стекла.

Практическая значимость

Разработаны и предложены составы масс для производства строительного кирпича основе местного тощего глинистого и диопсидового сырья по технологии полусухого прессования. Полученные изделия обладают прочностью на сжатие 16-20 МПа и плотностью 1540-1780 кг/м³.

Теоретические положения, обоснованные в диссертации, создают практическую основу моделирования масс для производства керамического кирпича на основе легкоплавкого малопластичного глинистого и диопсидового сырья.

Апробация результатов исследований

Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на 4 научно-практических конференциях международного и всероссийского уровней: международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных «Современные техника и технологии» (г.Томск 2009, 2010, 2011г.), всероссийской молодёжной конференции «Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения» г. Новокузнецк.

Публикации

По материалам работы опубликовано 13 работ, включая 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

Объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов по работе, списка используемой литературы, приложений. Работа изложена на 149 страницах машинописного текста, содержит 42 таблицы и 56 рисунков, приложения на 5 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** дано обоснование актуальности темы, приведены цель, задачи, научная новизна и практическая значимость работы.

В **первой главе (Строительная керамика на основе легкоплавкого глинистого сырья)** приводится влияние условий образования глинистой породы на структуру сырья, влияние минерального состава на технологические свойства глинистого сырья и на свойства строительных материалов на его основе. Обосновывается выбор и эффективность использования диопсидсодержащих пород в качестве упрочняющей добавки в массах для производства кирпича на основе легкоплавкого глинистого сырья. На основе проведённого анализа литературы сформулированы цели и задачи исследования.

Во **второй главе** (**Характеристика исходных материалов. Методы и методики исследования**) приведено описание месторождений глинистого сырья и общая его характеристика. Легкоплавкие глинистые породы, исследуемые в данной работе, используются в производстве грубой строительной керамики и являются покровными суглинками и супесями, залегающими близко к поверхности, непосредственно под растительным слоем, мощность которого составляет 0,5-0,8 м. Описаны диопсидовые породы Южного Прибайкалья.

Приводятся методики исследования, используемые в работе. Рентгенофазовый анализ проводился на дифрактометрах ДРОН-3М и ADVANCE 8, термический анализ выполнялся на дериватографе Q1500. Электронно-зондовый микроанализ выполнялся на микроанализаторе Superprobe JXA-8200 (JEOL Ltd, Япония).

В **третьей главе** (**Исследование сырьевых материалов и процессов при их термической обработке**) представлены результаты комплексного исследования глинистого и диопсидового сырья.

Исследованы представительные пробы семи месторождений глинистого сырья Южного Прибайкалья. Химический состав исследованных глинистых пород представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав глинистых пород Южного Прибайкалья

Наименование сырья	Содержание оксидов, мас. %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	ппп
<i>Легкоплавкие суглинки и супеси</i>									
Суглинок тимлюйский	60,50	17,15	0,99	7,07	2,71	2,80	2,33	2,63	3,82
Суглинок олонский	56,12	14,70	0,80	5,91	8,40	2,71	1,95	1,43	7,98
Глина слюдянская	61,33	16,95	1,06	6,58	1,91	2,76	2,48	2,71	4,22
Суглинок мальтинский	53,99	13,33	0,87	6,35	8,53	6,56	1,67	1,41	7,29
Суглинок максимовский	57,75	15,95	0,92	7,12	4,95	3,14	1,91	1,65	6,61
Глина куйтунская	60,89	15,59	0,51	5,70	2,02	2,00	1,61	1,78	10,01
<i>Тугоплавкая глина</i>									
Глина шара-кундуйская	62,06	20,95	0,87	4,15	0,59	0,54	3,39	0,39	7,01

Содержание оксида кремния в сырье (55...62 %) предполагает присутствие большого количества песчаных частиц. По содержанию Al₂O₃ (от 14,7 до 20,95 %) и Fe₂O₃ (от 4,15 до 7,07 %) глинистое сырьё относится к кислому и полукислому с высоким содержанием красящих оксидов. Присутствие K₂O, Mg₂O и Na₂O предполагает наличие гидрослюды и монтмориллонита.

Гранулометрический состав сырья (табл. 2) подтверждает данные химического анализа. 60...93 % минералов, составляющих породы, представляют песчаные и пылеватые частицы. Содержание глинистых минералов находится в пределах 7...38 %. По количеству глинистых, пылеватых и песчаных фракций глинистые породы относятся к пылеватым суглинкам и супесям, кроме куйтунской и шара-кундуйской пород, которые являются пылеватыми глинами.

Таблица 2. Гранулометрический состав глинистого сырья Южного Прибайкалья

Наименование сырья	Размер частиц, мм				
	1-0,06	0,06-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
	Содержание частиц, мас %				
<i>Малопластичное сырьё</i>					
Суглинок тимлюйский	40,00	21,29	26,00	5,35	7,36
Суглинок мальтинский	50,70	20,05	10,90	9,00	9,35
Суглинок олонский	40,03	17,34	20,03	11,27	11,60
Суглинок максимовский	45,29	14,71	23,98	7,02	9,00
<i>Умеренно- и среднепластичное сырьё</i>					
Суглинок слюдянский	28,04	22,75	26,83	9,08	13,30
Глина куйтунская	32,50	12,76	19,52	9,05	26,17
Глина шара-кундуйская	20,30	10,13	26,28	5,07	38,22

Таблица 3. Минеральный состав глинистого сырья Южного Прибайкалья по результатам количественного рентгенофазового анализа

Наименование сырья	Минералы										
	Кварц	Альбит	Микролин	Ортоклаз	Плагиоклаз	Гематит	Кальцит	Содержание в глинистой составляющей, %			
								Вермикулит	Каолинит	Гидрослюда	Монтмориллонит в смешанном распределении
Тимлюйский суглинок	+	-	-	-	+	+	-	-	47	49	4
Олонский суглинок	+	-	-	-	+	+	+	-	8	49	43
Слюдянская глина	+	-	-	-	+	+	-	14	1	75	-
Мальтинский суглинок	+	+	+	-	-	+	+	-	25	59	16
Максимовский суглинок	+	+	+	+	-	+	-	-	55	44	1
Куйтунская глина	+	-	-	-	-	+	+	-	69	35	6
Шара-кундуйская глина	+	-	-	-	+	-	-	-	17	83	-

Рентгенофазовым анализом установлен минеральный состав глинистого сырья, который представлен кварцем, полевым шпатом, каолинитом, гидрослюда, кальцитом, монтмориллонитом, хлоритом (табл. 3, рис. 1). Данные рентгенофазового анализа подтверждаются результатами термического и химического анализов.

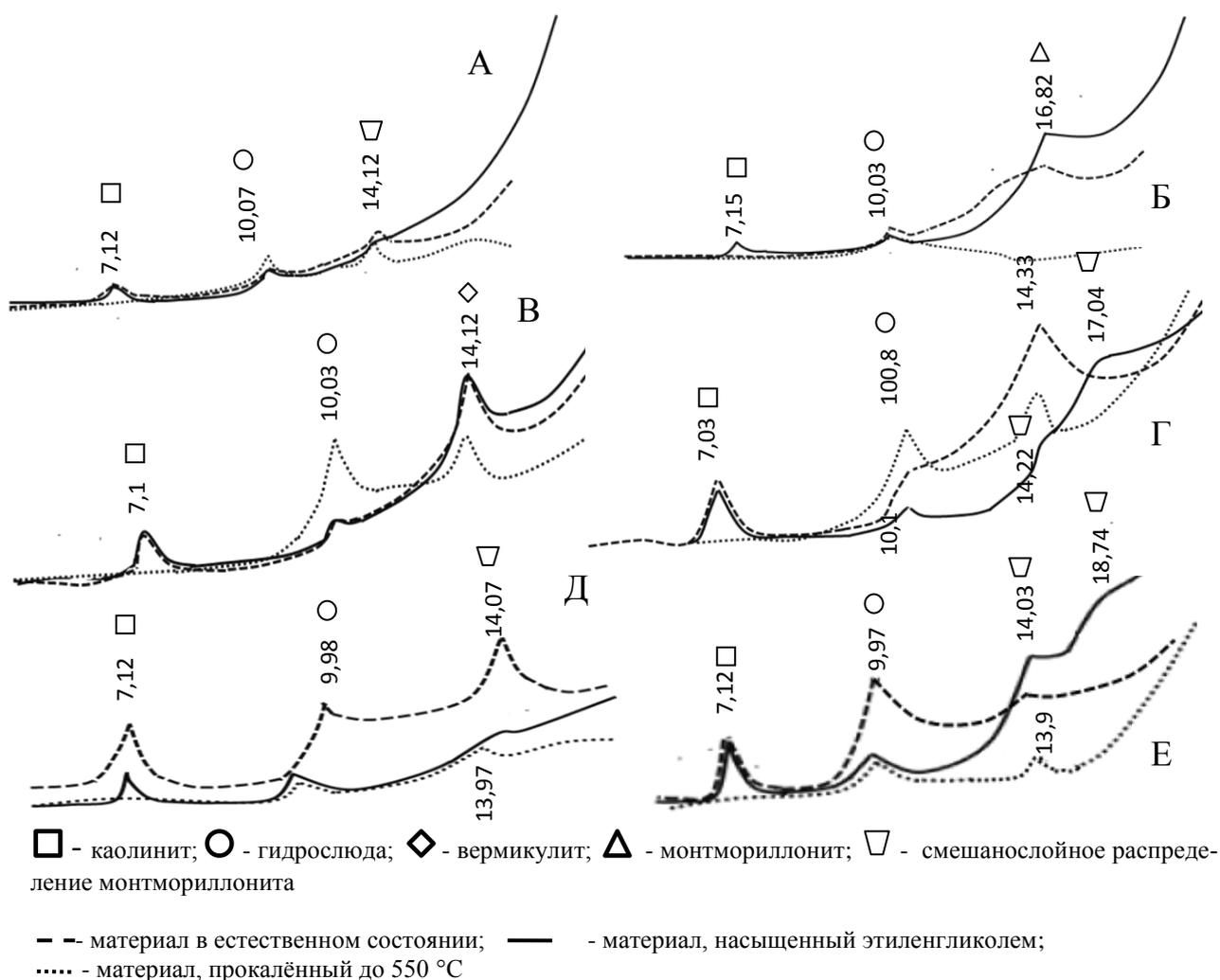
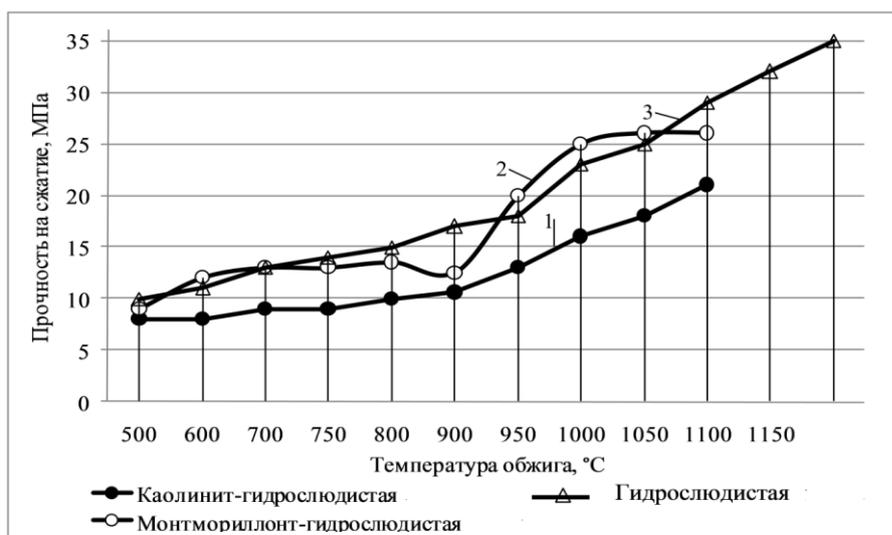


Рис. 1. Рентгенограммы глинистой составляющей

Технологические свойства глинистого сырья, представленные в табл. 4, зависят от вида и количества глинистых минералов, составляющих породу (рис. 2). По приведённой гистограмме можно сказать об увеличении числа пластичности сырья с 4 до 17 с повышением содержания глинистых минералов с 7,3 до 38,2 %. Коэффициент чувствительности к сушке определяется, главным образом, природой глинистых минералов. Наличие монтмориллонита повышает коэффициент чувствительности к сушке.

Таблица 4. Технологические свойства глинистого сырья

Наименование сырья	Число пластичности	Коэффициент чувствительности к сушке	Огнеупорность, °С
<i>Малопластичное</i>			
Гимлюйский суглинок	3	0,15	<1350
Олонский суглинок	4	0,75	<1350
Мальтинский суглинок	4,5	0,53	<1350
Максимовский суглинок	4	0,17	<1350
<i>Среде- и высокопластичные</i>			
Слюдянский суглинок	10	0,15	<1350
Куйтунская глина	14	1,85	<1350
Шара-кундуйская глина	17	1,64	>1350

**Рис. 2.** Зависимость технологических свойств глинистого сырья от содержания фракций менее 1 мкм**Рис. 3.** Изменение прочности при сжатии образцов на основе глинистого сырья различного минерального состава с содержанием глинистых минералов: 1 – 9 %, 2 – 11,6 %, 3 – 38,22 %

Сырьё с высоким содержанием глинистых частиц, но не содержащих монтмориллонита, является менее чувствительным к сушке, чем то, в котором содержание глинистых меньше, но в составе которого присутствует монтмориллонит.

Спекание глин при обжиге связано с процессами дегидратации и образования новых фаз, твердофазными процессами и процессами плавления. Для установления реакционной способности при обжиге сырья различного минерального состава отслеживалось изменение ме-

ханической прочности образцов, обожженных при температурах 500...1150 °С.

Изменение прочности продуктов обжига глинистого сырья на различных стадиях обжига определяется минеральным составом. Наиболее интенсивно при температурах обжига 900...1000 °С изменяется прочность образцов на основе глинистого сырья, содержащего более 4...5 % монтмориллонита. Образцы в данном интервале температур приобретают в среднем 50 % от всей прочности, слагающейся на конечных стадиях обжига. Наименее интенсивно прочность возрастает при обжиге глинистой породы, содержащей 1 % монтмориллонита. Повышение прочности при обжиге выше 950...1000 °С связано с образованием легкоплавких эвтектик, что характерно для каолинитовых и гидрослюдистых глин (рис. 3).

Таким образом, фактором, определяющим процесс спекания при температурах 900...1000 °С, является количество монтмориллонита как наиболее активного глинистого минерала при обжиге.

В качестве добавки, активирующей спекание, в данной работе использовалась маложелезистая диопсидовая порода (90...95 % диопсида). Химический состав представлен в табл. 5.

Таблица 5. Химический состав диопсидовой породы

Наименование сырья	Содержание оксидов, масс. %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O	CO ₂
Маложелезистая диопсидовая порода	54,34	0,35	1,61	23,89	18,58	1,01	0,22

Рентгенофазовый и термический анализы показали, что исследуемая порода диопсида содержит диопсид, гематит, кальцит и апатит. Примеси, содержащиеся в породе, являются естественными плавнями. Поэтому, при их использовании возможно понижение температуры спекания изделий строительной керамики. Содержание Fe₂O₃ 1...2 % сужает область применения диопсидовой породы до производства изделий керамики с окрашенным черепком.

В **четвертой главе (Разработка составов масс строительной керамики с использованием диопсидовых пород)** приведены результаты исследования влияния диопсида на свойства керамики на основе глинистого сырья различного минерального состава.

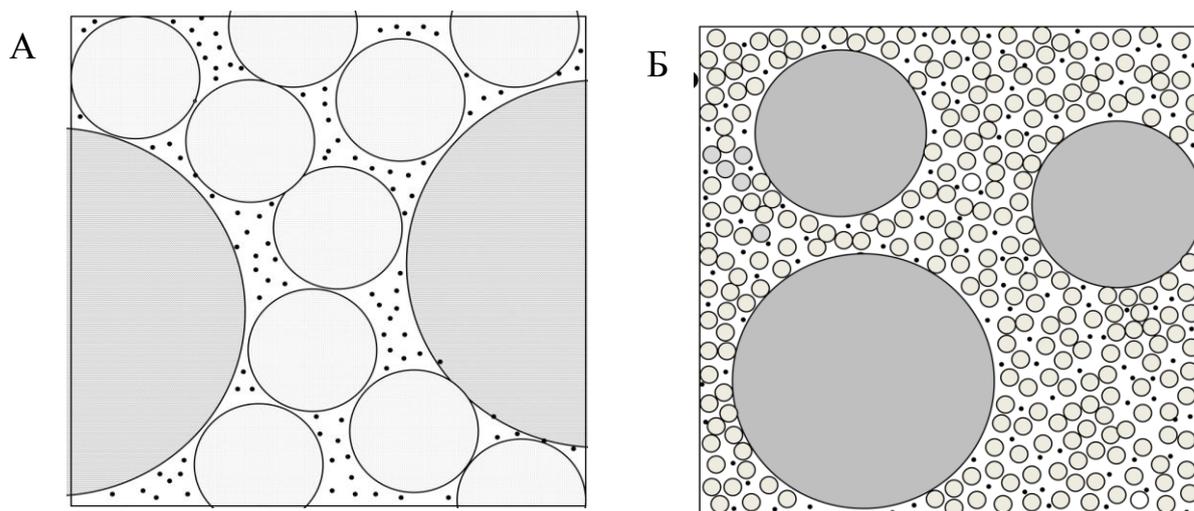
Компонентные составы масс представлены в табл. 6.

Таблица 6. Компонентные составы диопсидсодержащих масс для производства кирпича на основе малопластичных суглинков

Обозначение шихт*	Содержание компонентов, мас %	
	Суглинки	Диопсид
ТД0, ОД0, МД0, НД0, СД0	100	0
ТД3, ОД3, МД3, НД3, СД3	97	3
ТД6, ОД6, МД6, НД6, СД6	94	6
ТД9, ОД9, МД9, НД9, СД9	91	9
ТД12, ОД12, МД12, НД12, СД12	88	12
ТД15, ОД15, МД15, НД15, СД15	85	15

* Массы названы первыми буквами месторождений глинистого сырья. Н – массы на основе суглинков мальтинского месторождения. Д0...Д15 - количество диопсида в шихте.

Модели распределения компонентов диопсидсодержащей шихты на основе малопластичного глинистого сырья по дисперсности (рис. 4) показывают, что песчаные и пылеватые частицы занимают большее пространство керамического материала, а глинистая составляющая распределяется между ними. При этом не все контакты частиц окружены глинистой субстанцией. Имеется доля грубых и пылеватых частиц с прямым контактом между собой. Такое распределение частиц предполагает невысокую прочность материала вследствие нехватки связующего компонента.

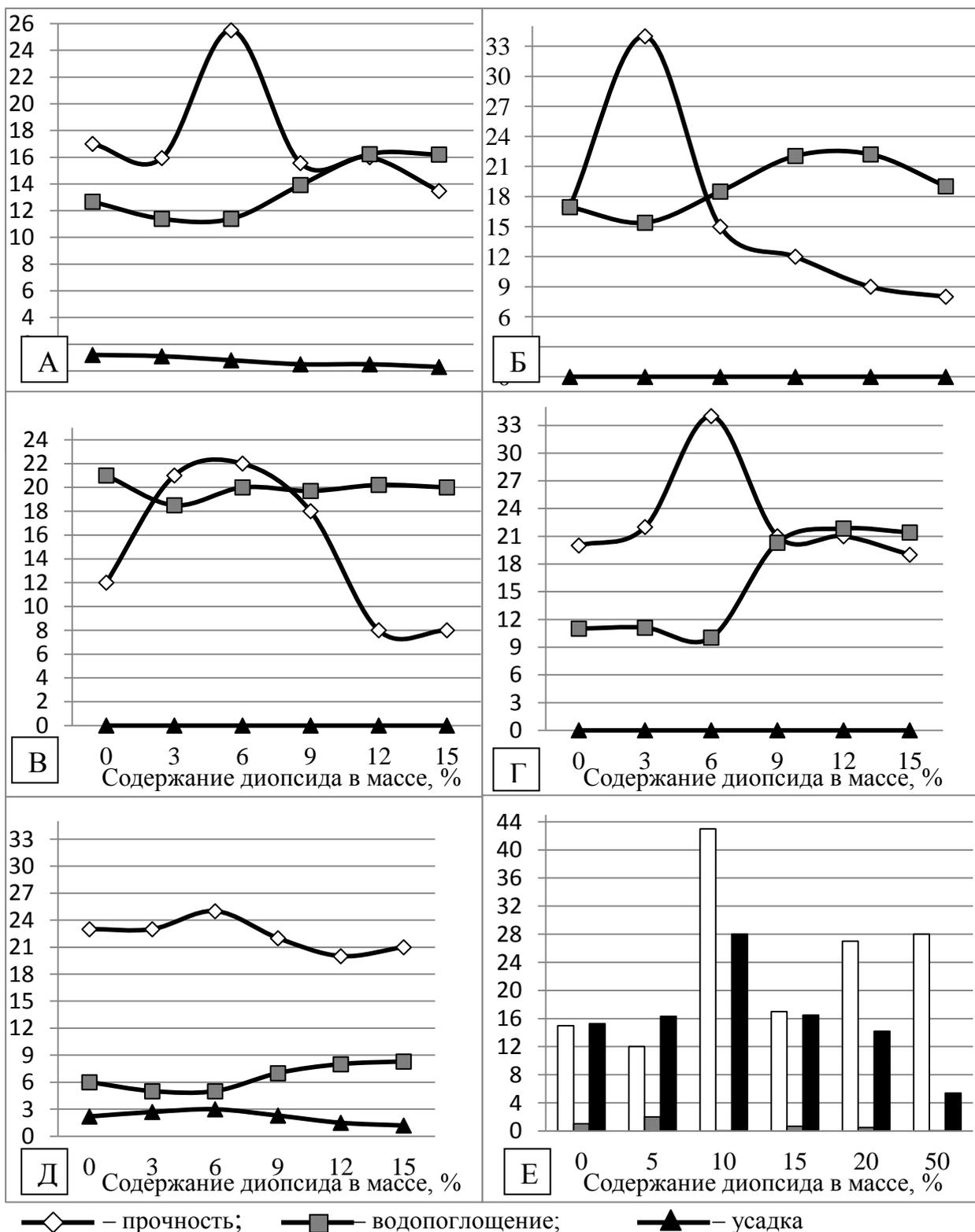


● - песчаные частицы; ○ - пылеватые частицы; • - диопсид

А – модель с отношением диаметров песчаных частиц к пылевым 1:3;

Б – модель с соотношением диаметров песчаных частиц к пылевым от 1:10 до 1:14.

Рис. 4. Модели распределения диопсида в глинистом сырье



Массы на основе: А – тимлюйского ($t_{\text{обж}}$ 1050 °С), Б – олонского ($t_{\text{обж}}$ 950 °С), В – слюдянского ($t_{\text{обж}}$ 900 °С), Г – мальтинского ($t_{\text{обж}}$ 1000 °С), Д – максимовского ($t_{\text{обж}}$ 1100 °С) суглинков; Е – шара-кундуйской глины ($t_{\text{обж}}$ 1150 °С).

Рис. 5. Изменение свойств при обжиге образцов на основе глинистого сырья и диопсидсодержащих масс в зависимости от содержания диопсида в шихте

Частицы диопсида в количестве 3...6 % дисперсностью менее 60 мкм (средний размер – 15...20 мкм), входят в пространство между пылеватыми и

песчаными частицами, смешиваясь с глиной и увеличивая общее количество связки. Таким образом, действие диопсида в массах следует рассматривать только в соотношении с глинистой составляющей. Содержание диопсида по отношению к глинистой субстанции составило 20...40 %.

Изменение свойств продуктов обжига глинистого сырья, содержащего 7...38 % глинистых минералов, при введении 3 и 6 % маложелезистой диопсидовой породы заключалось в увеличении прочности образцов в 1,5...2,5 раза при температурах обжига 900...1100 °С и уменьшении водопоглощения масс на 2...3 % (рис. 5).

Результаты исследования показали, что эффект от введения диопсида в глинистые породы различен и зависит от минерального состава глинистого сырья. Также различно количество диопсида, оказывающее эффект упрочнения, и температура, при которой данный происходит.

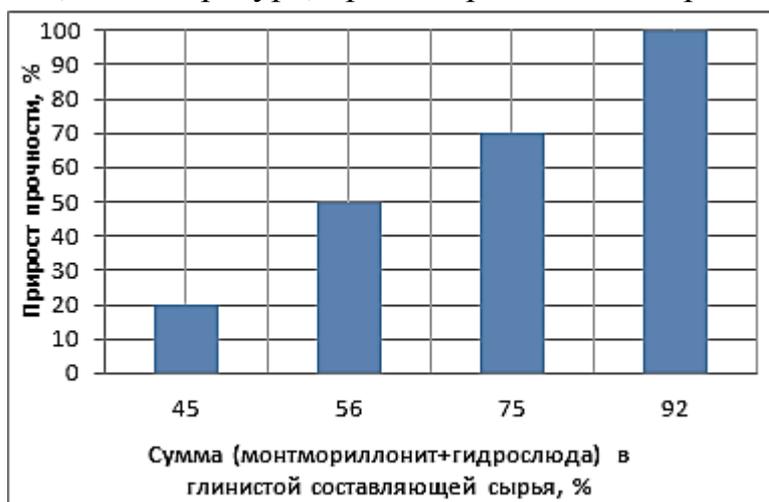


Рис. 6. Зависимость прироста прочности диопсидсодержащей керамики от содержания гидрослюда и монтмориллонита в глинистой составляющей сырья

Увеличение процента прироста прочности керамики при введении диопсида в массы зависит от содержания гидрослюда и монтмориллонита в глинистых породах и повышается с увеличением их количества в глинистой составляющей (рис. 6).

Температура эффекта упрочнения (рис. 7) при введении диопсида в малопластичное легкоплавкое глинистое сырьё

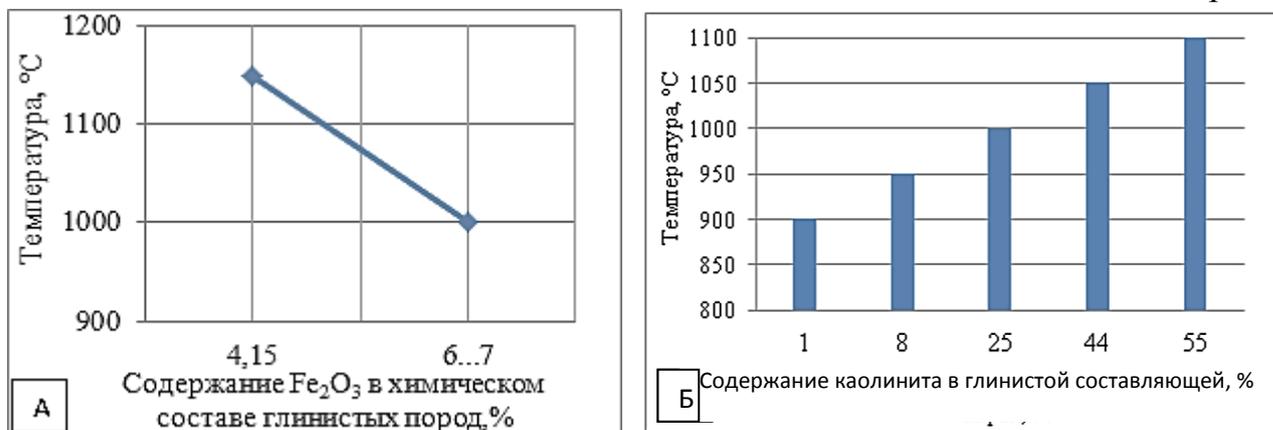


Рис. 7. Температура максимального проявления эффекта упрочнения строительной керамики в композициях глинистого сырья с диопсидом в зависимости от содержания оксида железа (А) и каолинита (Б)

находится в пределах 900...1100 °С и повышается с увеличением каолинита в глинистой части пород и уменьшением оксида железа в химическом составе.

По абсолютному значению механической прочности при сжатии обожженных образцов на основе масс с диопсидом и глинистого сырья рассчитывался коэффициент упрочнения. При расчёте максимальная механическая прочность при сжатии диопсидсодержащих масс после обжига делилась на прочность образцов без диопсида, обожжённых при той же температуре. Величина коэффициента упрочнения изделий при введении диопсида в легкоплавкое малопластичное сырьё с содержанием глинистых минералов 7...13

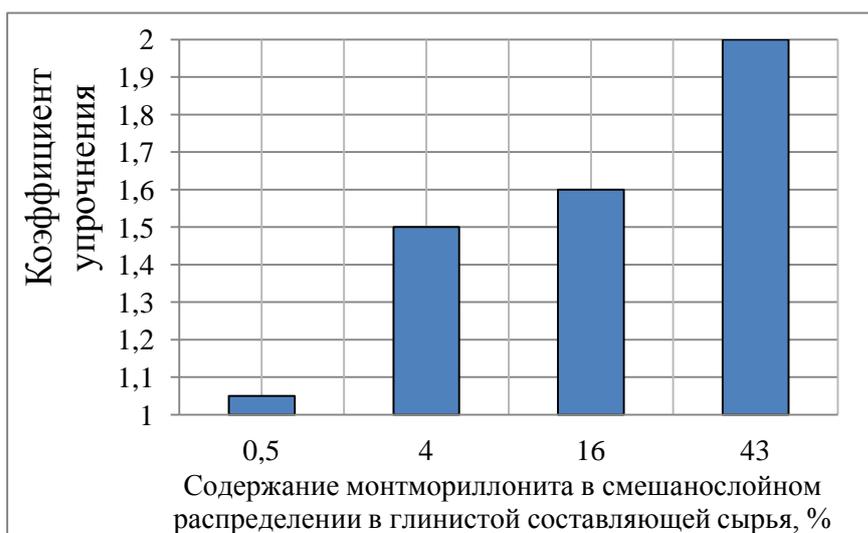


Рис.8. Коэффициент прироста прочности обожженных образцов при введении диопсида в малопластичные суглинки с различным содержанием монтмориллонита

Действие диопсида при обжиге в сочетании с глинистым сырьём различного состава можно проследить, сопоставляя кривые изменения прочности диопсидсодержащей керамики с кривыми изменения прочности образцов на основе глинистого сырья в зависимости от температуры обжига (рис. 9). Эффект упрочнения при введении диопсида в сырьё, содержащее монтмориллонит, попадает в интервал 900...1000 °С. В этом интервале параллельно и, накладываясь друг на друга, протекают как твердофазные процессы, так и увеличивается количество расплава за счёт плавления железистого монтмориллонита. Жидкая фаза интенсифицирует процессы переноса вещества за счёт диффузии и вязкого течения. Переход в расплав ионов кальция и магния на границе раздела фаз диопсида и продуктов разложения глинистых минералов при температурах выше 900 °С изменяет свойства расплава, повышая его кристаллизационную способность.

% увеличивается с 1,05 до 2 при увеличении количества монтмориллонита в глинистой составляющей с 0,5 до 43 % (рис. 8). При этом абсолютная прочность продуктов обжига находится в пределах от 21 до 34 МПа. Аналогичный эффект наблюдается при наличии вермикулита в глинистой составляющей.

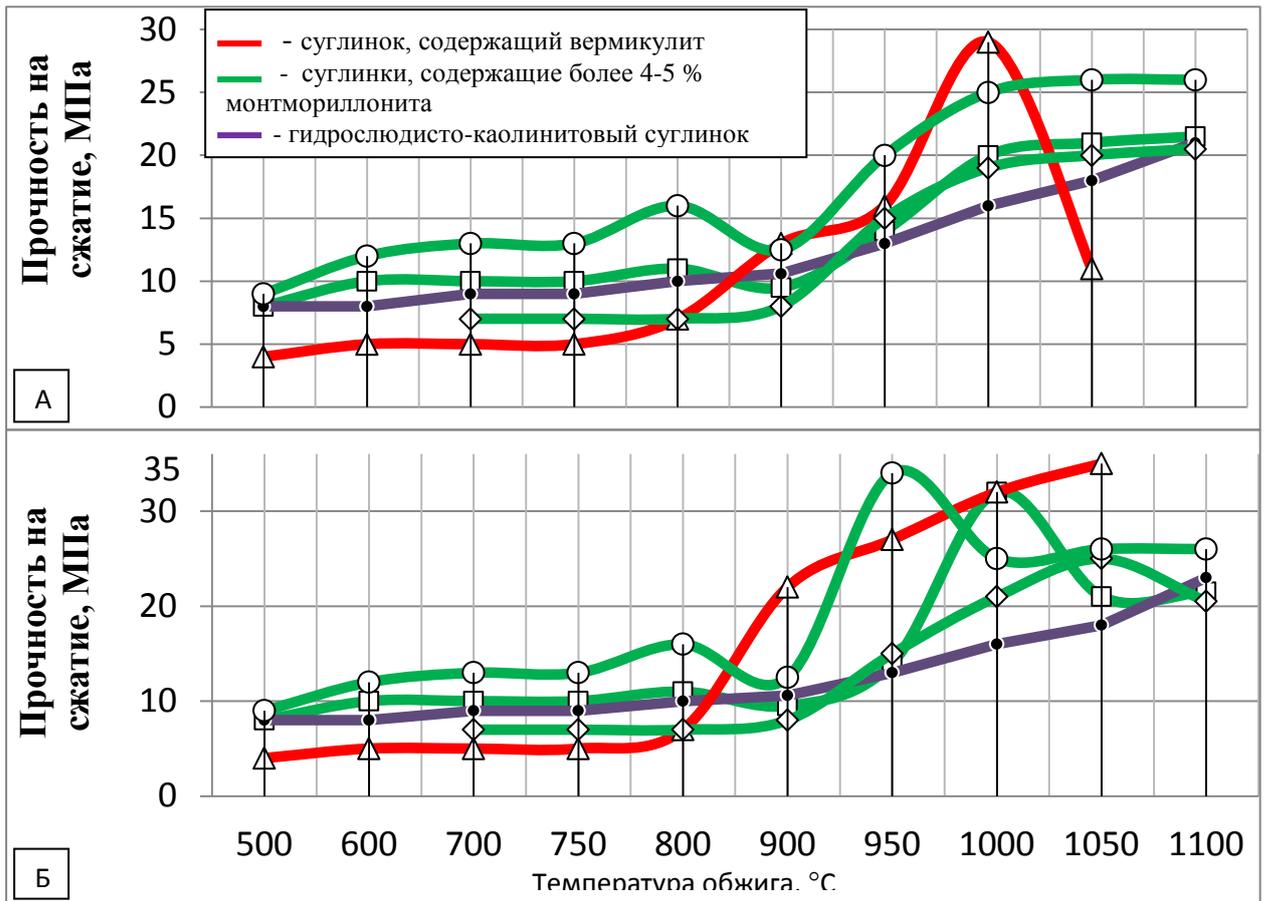


Рис. 9. Изменение прочности керамических материалов на основе глинистого сырья (А) и диопсидсодержащих масс (Б).

В глинистом сырье содержание щелочных оксидов составляет 3...3,5 %. Анализ поведения при обжиге глинистого сырья в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ показывает, что в системе глинистая составляющая – диопсид расплав появляется раньше, чем в глинистой составляющей, а полное спекание наступает при меньшей температуре (рис.10).

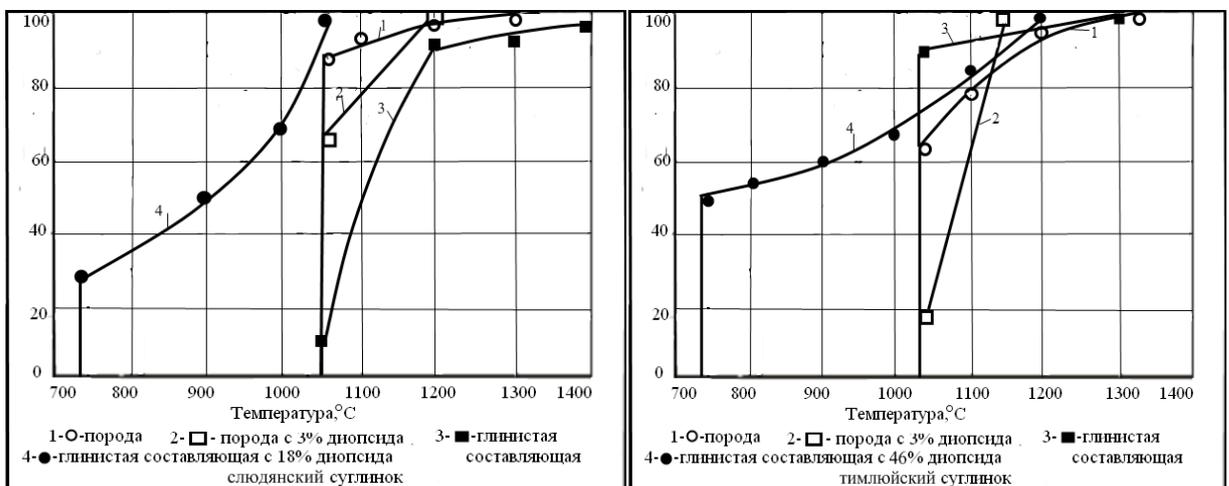


Рис.10. Кривые плавкости глинистого сырья и диопсидсодержащих масс в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$

Процессы, протекающие при обжиге рассматриваемых композиций, исследовались комплексным термическим анализом (рис. 12). Сравнение кривых ДТА масс с 3...6 % диопсида и глинистого сырья показывает, что при температуре 950...1000 °С происходит эндотермическая реакция, связанная с разрушением решётки глинистых минералов. В диопсидсодержащих массах эта реакция переходит в экзотермическую, что связано с замещением Al^{3+} на Mg^{2+} в алюмокремниевой шпинели. Данного эффекта не наблюдается на термограммах глинистого сырья.

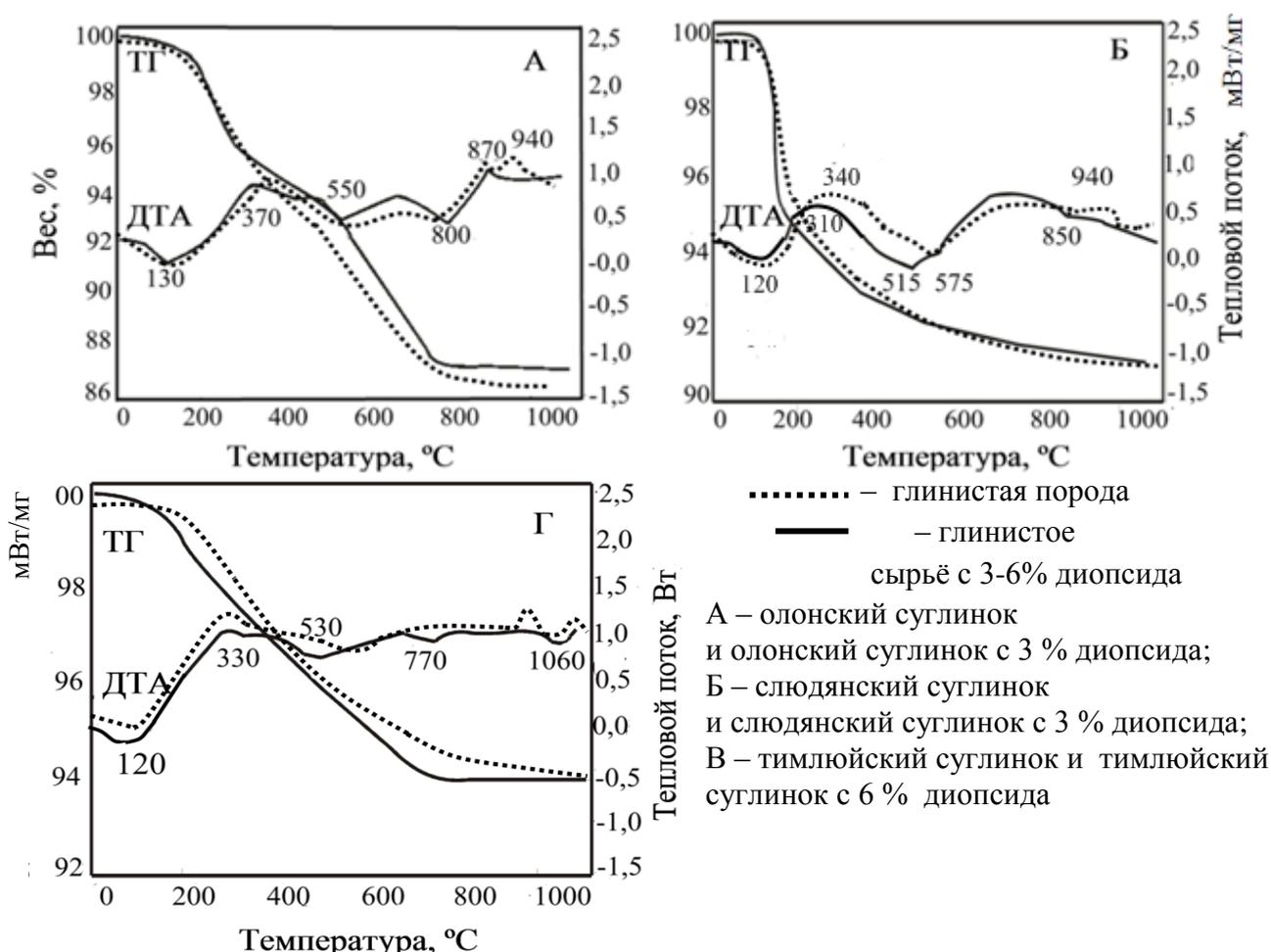


Рис.12. Кривые ДТА глинистого сырья и диопсидсодержащих масс

Таким образом, активность диопсида в сочетании с глинистым сырьем, во-первых, определяется появлением шпинелевой фазы, образующейся при разложении гидратированных глинистых минералов. Во-вторых, образованием расплава, и его повышенной кристаллизационной способности за счёт растворения в нем Са и Mg, поставщиком которых является диопсид.

В пятой главе (Особенности технологии производства керамического кирпича на основе мало- и среднепластичного глинистого сырья и

диопсида) показаны результаты по проверке эффективности использования диопсида в составах масс для производства строительного кирпича на основе олонского суглинка методом полусухого прессования. Свойства полученных материалов приведены в табл. 7.

Таблица 7. Свойства полученных материалов

Свойства	Свойства по ГОСТ 530-2007	Полученные свойства	
		Масса ОД0	Масса ОД3
Водопоглощение, %	6...14	14	14,2
Прочность при сжатии, МПа	M100- не менее 10 МПа M175 – не менее 17,5 МПа	11	18
Морозостойкость	F 50 – не менее 50 циклов F 35 – не менее 35 циклов	35	35
Плотность, кг/м ³	Более 1400 кг/м ³ - класс 2	1560	1600

Приведена технологическая схема производства керамического кирпича на основе диопсидсодержащих глиняных масс методом полусухого прессования (рис.13).

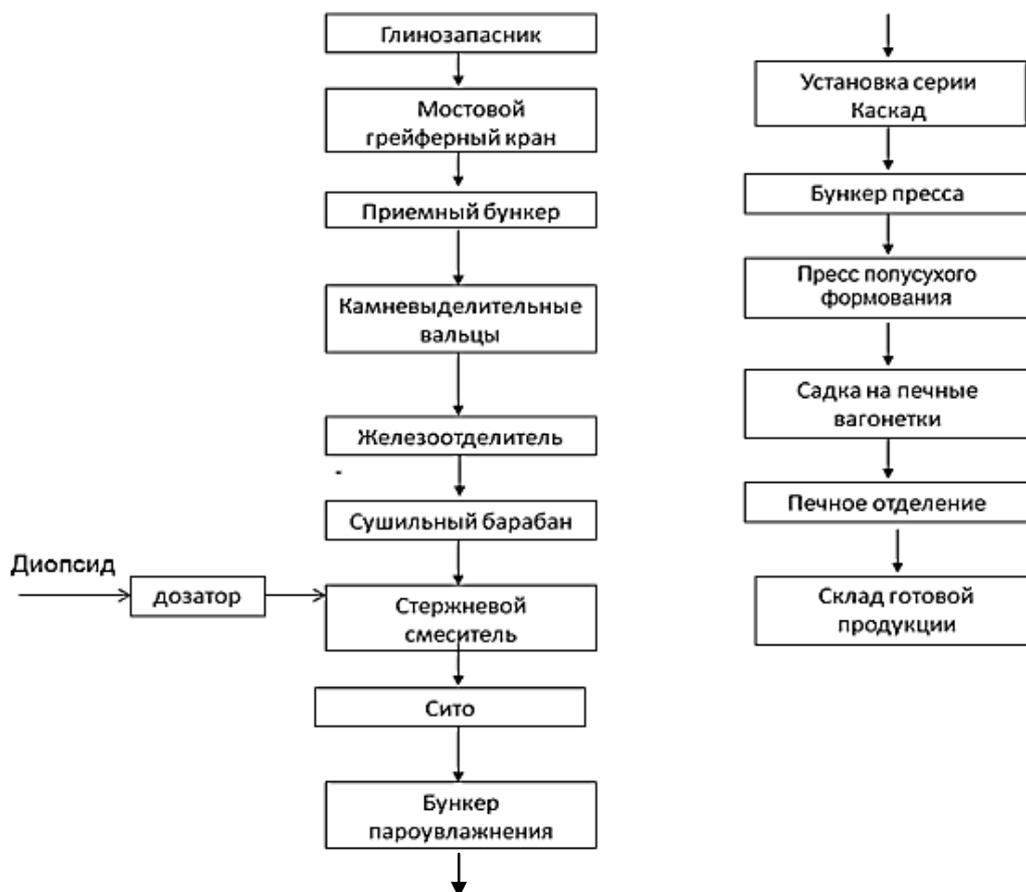


Рис. 13. Технологическая схема производства керамического кирпича на основе диопсидсодержащих масс по методу полусухого прессования

Основные выводы

1. Легкоплавкие глинистые породы Южного Прибайкалья относятся к кислому и полукислому сырью с высоким содержанием красящих оксидов (Fe_2O_3 4...8 %). В основном исследованные глинистые породы являются гидрослюдистыми с различным содержанием каолинита и монтмориллонита, содержание которых изменяется от 0,5 до 45 %.
2. Гранулометрический состав глинистого сырья в большей части представлен песчаными (30...55 %) и пылеватыми частицами (около 40 %), которые составляют кварц, полевой шпат, кальцит, слюда. Содержание глинистых минералов в малопластичном сырье 7,3...13,3 %, среднепластичном – 26,3...38,2 %.
3. Глинистое сырьё является мало- и среднепластичным и умеренно- и среднечувствительным к сушке. Число пластичности увеличивается от 3 до 17 в зависимости от повышения содержания глинистых минералов в породе. Коэффициент чувствительности к сушке определяется наличием монтмориллонита в сырье.
4. Процессы при термической обработке глинистого сырья определяются его минеральным составом. Решающим интервалом в сложении прочности монтмориллонитсодержащих малопластичных суглинков при обжиге является интервал 800...1000 °С, в котором прочность образцов увеличивается на 50...70 %.
5. При введении диопсидовой породы дисперсностью менее 60 мкм в малопластичное глинистое сырьё наблюдается увеличение прочности керамики. Данная дисперсность обеспечивает распределение диоксида в глинистой составляющей между пылеватыми и песчаными частицами. Введение грубодисперсной добавки упрочнения не даёт.
6. Упрочняющее действие диоксида в композиции с малопластичным сырьём при обжиге в области температур 900...1050 °С при содержании по отношению к глинистой составляющей 20...40 % определяется минеральным составом глинистой составляющей сырья и не зависит от её количества. При этом прочность керамики на основе диоксидсодержащих масс достигает 25...34 МПа, что в 1,5...2 раза больше прочности керамики на основе масс без диоксида.
7. Температура проявления максимальной прочности керамики на основе диоксидсодержащих масс увеличивается с 900 до 1100 °С с повышением содержания каолинита в глинистой составляющей сырья от 1 до 50 %. Величина коэффициента упрочнения изделий при введении диоксида в массы на основе малопластичного глинистого сырья определяется содер-

жанием монтмориллонита (вермикулита) в породе и увеличивается с 1,05 до 2 при повышении содержания данных минералов от 0,5 до 43 %.

8. Количество диопсида, обеспечивающее максимальное упрочнение керамики, определяется наличием каолинита. При содержании до 10 % каолинита в глинистой составляющей сырья, содержание диопсида в шихте, необходимое для упрочнения, составляет 3 % (20 % по отношению к глинистой составляющей). При содержании более 25 % каолинита в глинистой составляющей сырья, содержание диопсида в шихте, необходимое для упрочнения, составляет 6 % (40...50 % по отношению к глинистой составляющей).
9. Прирост прочности на 50...100 % при обжиге образцов на основе монтмориллонитсодержащего глинистого сырья и диопсидовой породы происходит, если в диопсидовой породе содержится 80...90 % диопсида.
10. Проверка на практике эффективности использования тонкодисперсной добавки диопсидовой породы в массах для производства строительного кирпича методом полусухого прессования показала возможность повышения марки изделий с М 100 до М 175.

Основные положения и результаты диссертационной работы
изложены в следующих публикациях:

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Сафонова Т.В., Зыкова Ю.А. Диопсид – эффективная добавка при производстве кирпича // Вестник ИрГТУ, № 3. Иркутск, 2009. – С.174–180.
2. Баяндина Е.В., Зыкова Ю.А., Сафонова Т.В. Исследование керамогранитных масс с помощью термического анализа // Вестник ИрГТУ. – 2011. – № 3. – С.101–106.
3. Сафонова Т.В., Верещагин В.И., Баяндина Е.В. Технологические свойства и спекание глинистого сырья Южного Прибайкалья. // Известия Томского Политехнического Института. – 2012. – № 3. – С. 45–49.
4. Сафонова Т.В., Верещагин В.И., Баяндина Е.В. Строительная керамика на основе композиций низко- и среднепластичного глинистого и диопсидового сырья. Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2012. – № 3. – С.154–182.

В сборниках международных, всероссийских, отраслевых конференций

5. Сафонова Т.В., Зыкова Ю.А. Гипотеза применения железистого диопсида как добавки при производстве кирпича // Труды всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения», Новокузнецк. – 2008. Вып. 12. Ч. V. Технические науки. – С.99–101.

6. Оборина М.А., **Сафонова Т.В.**, Зыкова Ю.А. Расширение минерально-сырьевой базы Иркутской области для производства строительных материалов // *Материалы региональной научно-практической конференции «Интеллектуальные и материальные ресурсы Сибири»*, Иркутск. – 2009. – С.83–87.

7. Зыкова Ю.А., **Сафонова Т.В.** Плитка для пола на основе легкоплавких глин // *Сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии»*, Томск. – 2009. Т. 2. – С.45–47.

8. **Сафонова Т.В.**, Зыкова Ю.А. Зависимость механической прочности строительного кирпича от фазообразования при обжиге. *Сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии»*, Томск. – 2009. Т.2. – С.120–122.

9. **Сафонова Т.В.**, Зыкова Ю.А., Баяндина Е.В. Диопсидсодержащие строительные материалы на основе суглинков различного минерального состава // *Сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии»*, Томск. – 2010. Т. 2. – С.231–233.

10. **Сафонова Т.В.**, Зыкова Ю.А., Баяндина Е.В. Процессы при обжиге легкоплавких суглинков // *Сборник трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии»*, Томск. – 2011. Т.3. – С.234–236.

11. Зыкова Ю.А., **Сафонова Т.В.**, Декоративная плитка из шихт, содержащих диопсид // *Сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии»*. Томск. – 2010. Т. 2. – С.139–141.

12. Баяндина Е.В., Зыкова Ю.А., **Сафонова Т.В.**, Елисеев К.А. Разработка критериев оценки декоративности керамических материалов // *Актуальные вопросы прикладной науки и образования. Сборник, посвященный 45-летию филиала ИрГТУ в г. Усолье-Сибирском*. Иркутск: Изд-во ИрГТУ. – 2010. – С.3–8.

13. Баяндина Е.В., Зыкова Ю.А., **Сафонова Т.В.**, Бирюков Н.А. Объемно-окрашенные материалы на основе Слюдянского диопсида. // *Актуальные вопросы прикладной науки и образования. Сборник, посвященный 45-летию филиала ИрГТУ в г. Усолье-Сибирском*. Иркутск. – 2010. – С. 6–11.

Подписано в печать 19.04.2012 г. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Печать плоская. Усл. печ. л. 1,22. Уч.-изд. 1,1. Тираж 100 экземпляров.
Отпечатано ООО "СПБ Графикс" . Заказ № 055-04а
Адрес: 634034, г. Томск, ул. Усова, 4а-150, т. (38-22) 224-789

