

DOI:10.34031/2618-7183-2020-3-4-13-23

Батришина Г.С., кандидат педагогических наук, доцент,
Давлетишина А.Д., кандидат физико-математических наук, доцент,
Башкирский государственный университет, Россия*
Ответственный автор e-mail: guzel.com@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация: в исследованиях использованы некоторые способы определения материалов, строго применяя действующие стандарты и требования Российской Федерации. Степень научной разработанности данного исследования заключается в том, что специалистами кафедры Инженерной физики и физики материалов Инженерного факультета Башкирского государственного университета и лабораторией ОАО «Керамика» Республики Башкортостан проведены исследовательские работы в области керамического материаловедения строительного назначения. Методологическая основа исследования лежит на общеизвестных методах исследования структуры глинистого сырья, пригодного для производства изделий строительного назначения, с выбором стабильной световой гаммы изделий и исключает трещинообразование в технологическом процессе производства кирпича. Правильно выбранный состав приводит к снижению энергозатрат без ухудшения физико-механических характеристик изделий.

Ключевые слова: керамические изделия, минерал, свойства, глинистое сырье, гранулометрический состав

Введение

Отрасль по производству керамических изделий во всем мире, охватывая Российскую Федерацию и Башкортостан, считается динамично развивающейся сектором экономики. Производство керамики и кирпича в РФ составляет более 50% от выпуска всех строительных материалов, благодаря их неплохим эксплуатационным свойствам и легкодоступностью сырья в природе. Известно, что для создания керамических изделий обычно применяют глину, и, чтобы оценить качество и определить свойства данного материала, проводятся лабораторные исследования [1-5]. Это касается и ОАО «Керамика» в Республике Башкортостан, где производятся облицовочные поризованные керамические изделия, а качество сырья не всегда соответствует современным требованиям к изготовлению такого изделия [7]. Поэтому целью данной работы является исследование структуры глинистого сырья и свойств керамического черепка изделий производства ОАО «Керамика» для получения высококачественных эффективных материалов строительного назначения.

Методы и материалы

Нами были использованы различные технологические приемы с целью повышения физико-механических характеристик керамических изделий: выбор компонентов формовочной массы, введение тонкомолотых добавок, а также определение температурных режимов обработки [15].

Все испытания были проведены на проверенном оборудовании кафедры Инженерной физики и физики материалов. Для изучения глинистого сырья Белебеевского месторождения, размещенного на территории Республики Башкортостан мы выбрали ГОСТ 21216-2014 «Сырье глинистое. Методы испытаний» и ГОСТ 9169-75 «Сырье глинистое для керамической промышленности с соблюдением стандартных способов». Исследования проводили по таким характеристикам глины, как химический, минералогический и гранулометрический составы, по ним определены влажность и пластичность, воздушная и огневая усадка глинистого сырья, а также изучены механические свойства глины после обжига. Систематизацию глинистого сырья вели в соответствии с ГОСТ 9169-75, определение пластичности выполнили в соответствии с ГОСТ 21216-2014, где конкретно рассматривались способы определения разницы значений влаги (числа пластичности) массы с нижней границы текучести и до границы раскатывания [8-11]. На проверенных оборудованных кафедрах МИИ 100, МС 500 и ИП 100 были проверены прочность на изгиб, прочность на сжатие [14].

Результаты и обсуждения

Согласно ГОСТ 21216-2014, тонкодисперсные осадочные породы – это глинистое сырье, в составе которого глинистые минералы: монтмориллонит, каолинит, гидрослюда и др., также минеральные (кварцевые, полевошпатовые, карбонатные, железистые) и органические примеси [11]. Из рабочей зоны карьера глины Белебеевского месторождения для исследования были отобраны пробы глинистого сырья и определены

свойства данных проб в соответствии с ГОСТами 21216-2014 и 9169-75, чтобы включить их в состав для производства керамических изделий строительного назначения.

Для определения возможности применения глинистого сырья Белебеевского месторождения для изготовления материалов строительного назначения нами исследованы их химический (табл. 1), минералогический и гранулометрический составы (табл. 2, табл. 3).

Таблица 1

Химический состав глины Белебеевского месторождения

Table 1

Chemical composition of clay from the Belebeevsky Deposit

Hans Lingl Anlagenbau und Verfahren- stechnik GmbH & Co.KG	Протокол Projekt:		Keramik JSK, Belebey Bashkortostan /Rus		4
Обозначение образца № пробы (TKU)	Ton Шкино 07615	Ton Белебеевское 07618	Ton Стрелбишье 07619	Sand 07616	
Химический состав				Данные в масс.-%	
полный силикатный анализ					
гравиметрическое определение					
п.п.п.	13,30	7,56	4,93	n.b.	
рентгенофлуоресцентный анализ (правильная таблетка)					
SiO ₂	52,2	63,0	67,0	nicht	
Al ₂ O ₃	11,5	13,6	14,2	bestimmt	
Fe ₂ O ₃	5,008	5,57	5,77		
Cr ₂ O ₃	n.b.	n.b.	n.b.		
MnO	0,100	0,100	0,110		
TiO ₂	0,59	0,71	0,75		
CaO	11,18	4,15	1,28		
MgO	3,03	2,03	2,19		
Na ₂ O	1,24	1,52	1,78		
K ₂ O	1,76	1,67	1,90		
P ₂ O ₅	0,120	n.b.	n.b.		
сумма	100,10	99,91	99,91		
прочие компоненты					
Суммарная сера в виде SO ₃	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
Сульфиды в виде S ²⁻ *)	n.nb	n.nb	n.nb	n.b.	
Сульфиды в виде пирита *)	n.nb	n.nb	n.nb	n.b.	
Corg (TOC)	0,248	2,262	0,247	n.b.	
Canorg (TIC)	2,550	0,775	0,113	n.b.	
водорастворимые соли					
определение нефелометрич					
SO ₃	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
Cl					
Определение атомноабсорбционной спектроскопией					
CaO					
MgO	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
Na ₂ O					
K ₂ O					
pH					
эл.проводимость, в μs/cm					
Объяснение	k.A.: нет данных		n.nb.= не обнаружен		
Примечание	*) из термоанализа и рентгенодиффрактометрии				

Известно, что содержание в составе глины глинозема Al_2O_3 (10-15%) и кремнезема SiO_2 (60-75%) увеличивает ее технологические свойства, если в глинах часть кремнезема находится в связанной форме в глинообразующих минералах, и в несвязанной форме – как примесь со свойством отошающих материалов (кварцевый песок). Присутствие в глине кальция (Ca) в виде карбонатов и сульфатов, магния (Mg) в виде доломита в пересчете на окислы (CaO и MgO) не должно превышать 5-10%, так как эти соединения обычно оказывают плохое воздействие на спекаемость и прочность керамического изделия. Если в глине обнаружится более 20% карбонатных примесей, то это глинистое сырье обязательно подлежит соответствующей обработке или обогащению [1-6].

Из таблицы 1 следует, что в глине такие соединения, как окислы железа, титана, марганца и иных металлов содержатся примерно до 11%, которые оказывают хорошее воздействие на свойства керамического изделия, наличие в них окислов железа Fe_2O_3 и $Fe(OH)_3$ и окислов марганца MnO_2 приведут к хорошей спекаемости изделия, увеличивает прочность и придает ему окраску. Калий и натрий в глине как щелочные оксиды составляют около 2%, а сера находится в глине в соединениях, которые не влияют на качество керамических изделий. Содержание в глине органических веществ, воды и карбоната ($CaCO_3$, $MgCO_3$) примерно 5-10% и при обжиге изделия эти вещества выгорают, тем самым увеличивается пористость, следовательно, от такого содержания зависит при прокальвании показатель потери. Содержание Al_2O_3 в прокаленном состоянии (14,2%) показывает, что это сырье относится к группе полукислых (требования ГОСТ – от 28 до 14%), а наличие красящих оксидов ($Fe_2O_3 + FeO$: 5,77%) указывает на высокое содержание этих красящих оксидов (по ГОСТу Fe_2O_3 должно быть около 3,0%) [7-12].

Следовательно, по химическому составу (табл.1) глинистое сырье можно отнести к группе глин, которая подходит для производства качественных керамических изделий (кирпичей) строительного назначения.

Также по данному анализу химического состава Белебеевской глины была сделана диаграмма размещения основных групп оксидов с техническим предназначением глины (по А.И. Августинику) (рис. 1).

Eignung nach Avgustinik/Пригодность по Августиник

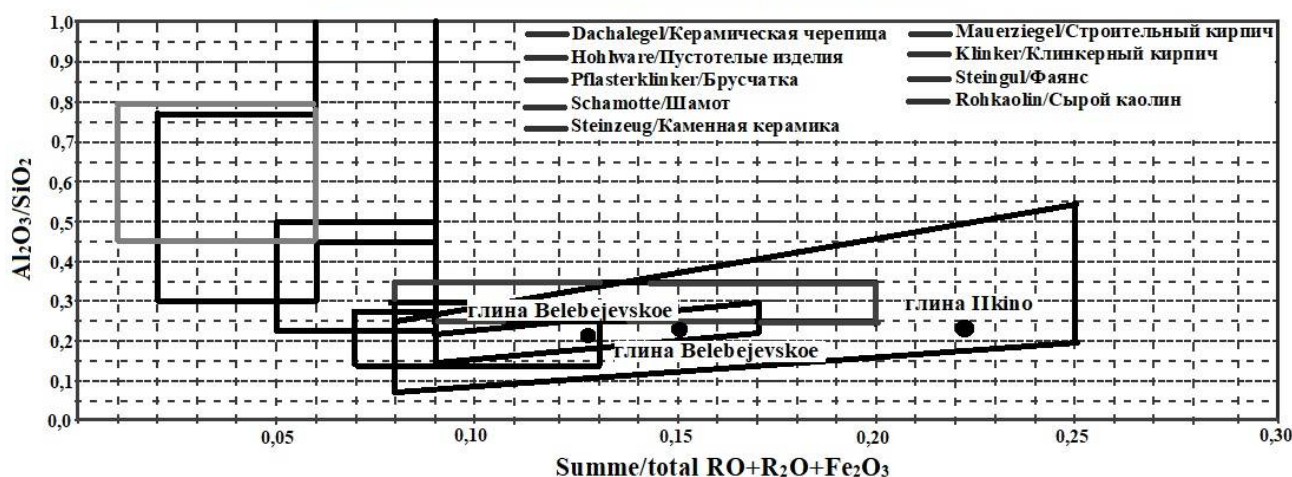


Рис. 1. Диаграмма по А.И. Августинику о соответствии глинистого сырья Белебеевского месторождения для производства керамического кирпича
Fig. 1. Diagram according to A.I. Augustinik on the conformity of the clay raw materials of the Belebeevsky deposit for the production of ceramic bricks

Кривые комплексного термического анализа глины Белебеевского месторождения, выполненные при нагреве до 1150⁰ и до 1000⁰С (рис. 2, 3).

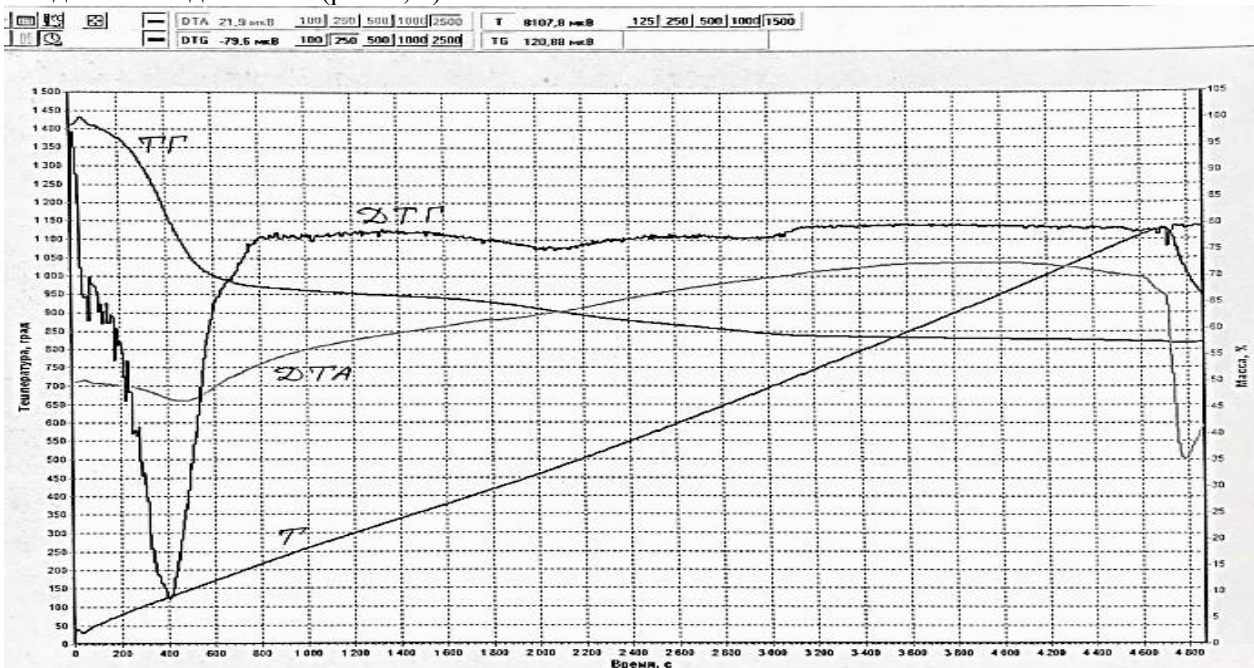


Рис. 2. Дифференциальный термический анализ Белебеевской глины (1150⁰С)
Fig. 2. Differential thermal analysis of Belebeevsky clay (1150⁰С)

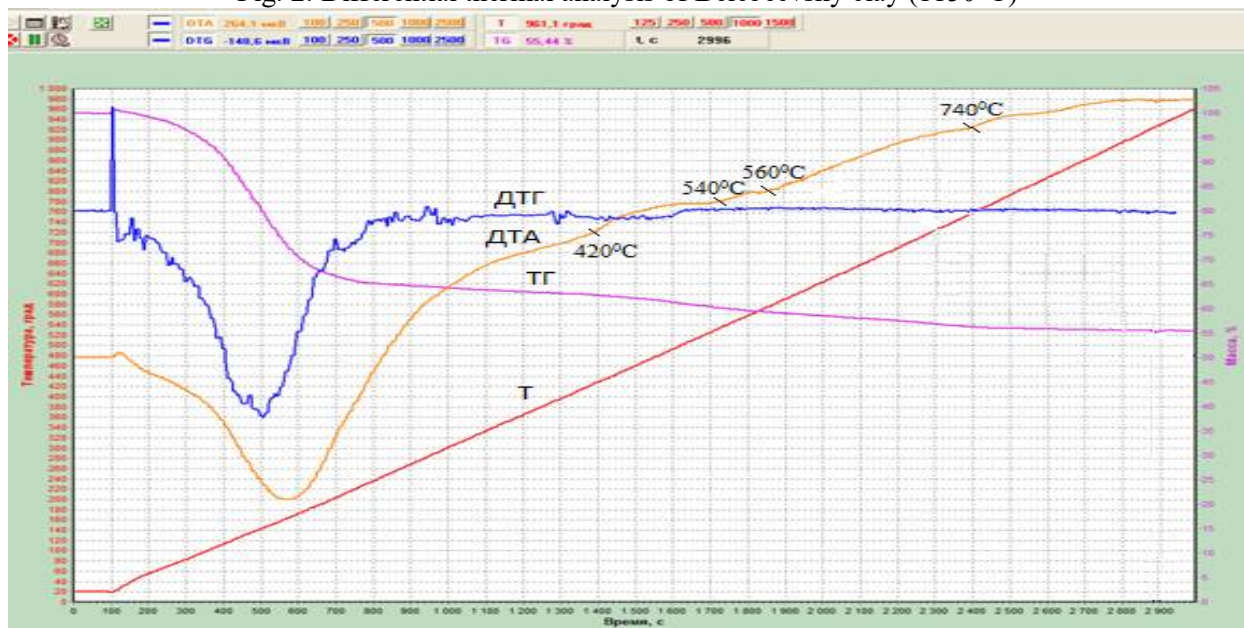


Рис. 3. Дифференциальный термический анализ Белебеевской глины (1000⁰С)
Fig. 3. Differential thermal analysis of Belebeevsky clay (1000⁰С)

Из рис. 2, 3 видно, что увеличение температуры от 25⁰С до 220⁰С приводит к эндоэффекту (связан с удалением несвязанной воды), дальше до 410⁰С возникает экзоэффект (связан с замедлением скорости диффузии и выходом ионов межплоскостной воды из минерала), в области 500-600⁰С наблюдается усиление экзотермического эффекта (распад кристаллических решеток и удаление органических соединений каолинита) [17].

Таблица 2

Минералогический состав (1, 2)

Table 2

Mineralogical composition (1, 2)

Hans Lingl Anlagenbau und Verfahrenstechnik GmbH & Co.KG	Протокол Projekt:		Keramika JSK, Belebey Bashkortostan /Rus			1
Обозначение образца Цвет материала (trocken) № пробы (TKU)	Ton Шкino rötlich- graubraun 07615	Ton Belebejev-skoje dunkel- graubraun 07618	Ton Strelbischje rötlich – braun 07619	Sand grau- braun 07616		
Минералогический состав способ определения		неглинистые минералы рентгенодифрактометрия (данные в масс.-%)				
неглинистые минералы NTM						
кварц	18	26	32	28		
кристобалит	-	-	-	-		
ортоглаз (К-полевои шпат)	?	?	?	?		
олигоклаз (плагноклаз)	6	8	12	16		
Albite (Na-полевои шпат)	?	?	?	?		
другие полевои шпаты/фойды	-	-	-	-		
Zeolite	-	-	-	-		
Olivine	-	-	-	-		
Amphibolite und Pyroxene	?	?	?	Spuren		
сумма силикатов	24	34	44	44		
кальцит	14	6	-	10		
доломит	3	?	-	-		
сидерит	-	-	-	-		
сумма карбонатов	17	6	0	10		
Гегит (лимонти)	?	?	?	?		
Гематит	2	2	2	1		
Рутил/анатаз	?	Spuren	Spuren	-		
сумма оксидов/гидроксидов	2	2	2	1		
Пирит/марказит	-	-	-	-		
Гипс	-	-	-	-		
Апатит/вивьявит	-	-	-	-		
Σ сульфиды/сульфаты/фосфаты	0	0	0	0		
аморфные в-ва/органические	1	1	1	-		
аморфные в-ва/силикатные	-	-	-	-		
аморфные в-ва/Fe-гидроксидные	-	-	-	-		
сумма аморфных в-в	1	1	1	0		
прочее	-	-	-	-		
сумма неглинистых минералов	44	43	47	55		
Примечание: Sp.=следы ?=не ясно или следы						
протокол от:	23.01.2019	23.01.2019	23.01.2019	23.01.2019		

Продолжение таблицы 2
Table continuation 2

Hans Lingl Anlagenbau und Verfahrenstechnik GmbH & Co.KG		Протокол Projekt:		Keramika JSK, Belebey Bashkortostan /Rus		2	
Обозначение образца № пробы (TKU)		Ton Шкино 07615	Ton Belebejev- skoje 07618	Ton Strelbischtje 07619	Sand 07616		
Минералогический состав		глинистые минералы					
способ определения		рентгенодифрактометрия (данные в масс.-%)					
Глинистые минералы ТМ							
двухслойные глинистые минералы							
каолинит	-	-	-	-	-		
Fire Clay (К-полевой шпат)	10	7	8	12			
галлуазит	-	-	-	-			
дикит/накрит	-	-	-	-			
сумма каолинитовых глинистых мин	10	7	8	12			
двух-трехслойные Mixed Layer							
Mixed Layer (каолинит/сметит)	-	-	-	-			
трехслойные глинистые мин.(DSTM)							
иллит	?	?	?	11			
мусковит	?	?	?	1			
биотит	-	-	-	3			
Mixed Layer (иллит/сметит)	21	16	18	?			
<i>Anteile illitischer Schichten im ML</i>	<i>11</i>	<i>9</i>	<i>14</i>	<i>0</i>			
<i>Anteile schmektischer Schichten</i>	<i>10</i>	<i>7</i>	<i>4</i>	<i>0</i>			
сумма иллитовых глинистых мин. (DSTM)	17	6	0	10			
трехслойные глинистые мин., прочие							
глауконит/седатонит	-	-	-	-			
пирофиллит	-	-	-	-			
вермикулит	-	-	-	-			
сметит (монтмориллонит Me++)	25	34	27	18			
сумма прочих трехслойных мин.глин.	25	34	27	18			
сумма иллитовых слоев	11	9	14	15			
сумма набухаемых слоев в Mixed Layer и сметит	35	41	31	18			
трехслойные/четырёхслойный глинистые мин.							
коррензит	-	-	-	-			
сумма DSTM/VSTM	0	0	0	0			
четырёхслойный глинистый мин.(VSTM)							
хлорит	Spuren	Spuren	Spuren	?			
сумма VSTM	0	0	0	0			
сумма глинистых мин.	56	57	53	45			
сумма неглинистых мин.	44	43	47	55			
общая сумма	100	100	100	100			
примечания:							
протокол от:	23.01. 2019	23.01.2019	23.01.2019	23.01. 2019			

Таблица 3

Гранулометрический состав

Table 3

Granulometric composition

Hans Lingl Anlagenbau und Verfahrenstechnik GmbH & Co.KG		Протокол Projekt:		Keramika JSK, Belebey Bashkortostan /Rus		3	
Обозначение образца № пробы (TKU)		Ton Pikino 07615	Ton Belebejev- skoje 07618	Ton Strelbischtje 07619	Sand 07616		
Гранулометрический состав				данные в масс.-%			
Ситовой и седиментационный анализ (седиграф)							
>2,000	мм						
>0,500	мм	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
>0,250	мм	6,9	2,5	1,7	n.b.	n.b.	
<0,250	мм	93,1	97,5	98,3			
>0,063	мм	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
<0,063	мм						
>0,040	мм	24,7	25,5	25,6			
<0,040	мм	75,3	74,5	74,4			
<10	µм	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
области по Winkler		n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
>20	µм						
2-20	µм						
< 2	µм						
сумма							
главные компонента остатков на сите				фракция > 250 µм			
<i>определения по микроскопом с отраженным светом (в объ.-%)</i>							
доли > 250 µм в масс.-%		6,9	2,5	1,7			
Кварц		55	75	74			
Полевые шпаты+силикатн.GR		5	5	15			
Кальцит (конкреции)		25	5	-			
Доломит (конкреции)		?	-	-			
Сидерит		Spuren	Spuren	-	nicht		
Гематит/лимонит		10	15	10	bestimmt		
Бурый железняк		-	-	-			
Пирит/марказит		?	?	?			
Конкреции глинистых минералов							
Braun, силик.		-	-	-			
Grau, carbonat.		5	-	-			
слюда (мусковит/биотит)		-	-	-			
Гипс		-	-	-			
Аморфные сост.		-	-	-			
Органические							
неорганические		-	-	1			
сумма		100	100	100			
Antell 250 µм -40 µм (Ma.-%)		17,8	23,0	23,9			
Hauptkomponenten (Vol.-%)		62 Qu,20 Cal	75 Qu,10 Ha	82 Qu,10 Ha			
Nebenkompnenten		Ha,FS	Carbonate	FS,Mus or-			
		Mus,org	Mus,org	ganisches			

По данным гранулометрического анализа, исследуемые глинистые породы в рабочей зоне карьера относятся к суглинкам. Для оценки зернового состава используется Способ Рутковского, который выделяет три главные фракции: глинистую – величина частиц не менее 5 мкм (0,005 мм), пылеватую – величина частиц 5-50 мкм (0,005-0,05 мм), песчаную – размер частиц 50 микрон и больше (0,05-2) мм [15].

Полученные итоги наносятся на тройную диаграмму Охотина (рис. 4).

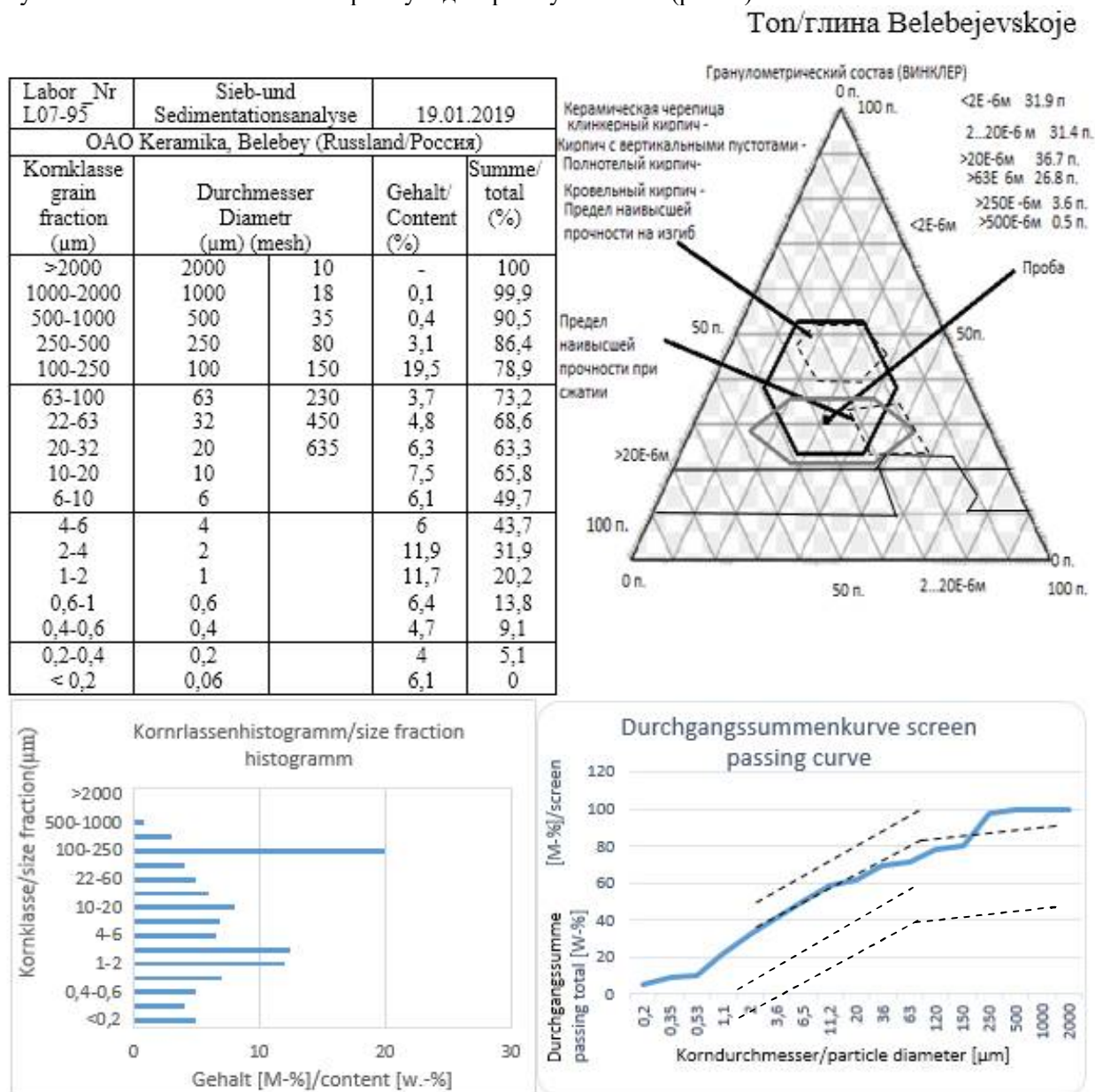


Рис. 4. График распределения глины по размеру зерна (% на массу)

Fig. 4. Graph of distribution of clay by grain size (% per mass)

Анализ показал, что сырье применимо, однако нуждается в значимой корректировке качеств для получения высококачественных керамических материалов. В связи с данными, например, как глинистое сырье Белебеевского месторождения применимо к использованию, в 2019 году проведена аттестационная работа по его применению на основании подготовленного документа-плана «Проект становления горных работ на месторождение Белебеевское». Проект разработан в согласовании с Приказом Ростехнадзора от 29.09.2017 №401 «Об утверждении Требований к планам и схемам развития горных работ в части подготовки, содержания и оформления графической части и объяснительной записки с табличными материалами по видам полезных ископаемых. Периодичность добавочной маркшейдерской съемки при разработке участка №1 месторождения кирпичных суглинков Белебеевское-1 уточняется в согласовании с «Инструкцией по производству маркшейдерских работ» РД 07 – 603 – 03 п. 91 не реже 1 раза в 6 месяцев с применением нормативных документов.

Выводы

Для подготовки решения технологии кирпича были применены результаты высококачественной оценки Белебеевского месторождения глины. Высококачественная характеристика сырья исполнена по результатам лабораторно-технологических и полужаводских тестирований на пригодность для изготовления керамического кирпича в Уфимском филиале «Росорттехстром» в 1987 г. и в ГУП «БашНИПИСтром» в 2004 году.

Сырье Белебеевского месторождения не удовлетворяет требованиям ГОСТ 26594-85 «Сырье глинистое для изготовления керамического кирпича и камней» по причине присутствия карбонатных включений размером не больше 3 мм, содержание которых не допускается.

Сырье месторождения может быть применено для изготовления облицовочного керамического кирпича при условии: обезвреживания воздействия карбонатных включений; введения отошителя. Обезвреживание воздействия карбонатов достигается сухой подготовкой глинистого сырья, или же методом добавки в сырьевые массы поваренной соли и дальнейшей кропотливой обработкой на каскаде вальцев тонкого помола. В качестве отошителя обычно применяется шлак, шамот или же песок. При применении 82% глинистого сырья, 15% шлака, 3% шамота или же 82% глинистого сырья, 10% шлака и 8% песка выходит полнотельный кирпич марки «100», Мрз-50. При исключении шлака: 85% глинистого сырья, 12% песка, 3% шамота (марка полнотелого кирпича понижается до «75» ГОСТ 530-80). При шихте состава 75% глинистого сырья, 2% шлака, 3% шамота полнотельный вакуумированный кирпич содержит марку «125» ГОСТ 530-80. Из суглинков Белебеевского месторождения можно получить рядовой полнотельный обычный кирпич марки «100», плотностью 1655 кг/м³, Мрз-50 и керамического пустотелого кирпича марки «75», плотностью 1392 -1425 кг/м³, Мрз-15 [15].

Результаты лабораторных исследований проделанных в 2006-2019 годы показали, что в целом глины Белебеевского месторождения оптимальны для стенового и лицевого кирпича по гранулометрическому составу (располагается в гранулометрических классах >20мкм, 20..2мкм и < 2мкм). Глина владеет высочайшей адсорбционной влагой (впоследствии сушки влага из воздуха усиленно связывается материалом). Проверка сушильных качеств производилась в климатической камере при 80°C и циркуляции воздуха без регулировки влаги на полнотельных образцах размерами 32*20*120 мм³ с помощью лабораторного ленточного пресса типа PZVM 8b 2-1 под вакуумом. Во время сушки на образцах были замечены трещины. Точка излома кривой усадки смеси достигается через 1,8-2,0 ч сравнительно медленно. Остаток влаги 2% достигается через 6-7 ч. (нормы: быстро – это 3-4 ч., медленно – 8-12ч.). Усадка при сушке 6,1-6,6% считается высочайшей (нормы: невысокая – это 2-3%, высочайшая – 6-8%).

У глины Белебеевского месторождения не существует проблем при обжиге из-за кальцита (кальцит, с одной стороны, приводит при обжиге к высокой открытой пористости при низкой морозостойкости продукции, к тому же, при температуре выше 1080°C интервал спекания является сравнительно узким). Наиболее благоприятная температура обжига для стенового кирпича находится между 890-990°C [11]. Здесь глина достигает достаточно высокой для стенового кирпича прочности на изгиб >8 МПа при низкой огневой усадке (0,5-0,9%) [14].

Температура спекания для лицевого кирпича из Белебеевской глины находится между 1025-1075°C, прочность на изгиб 18-19 Мпа достаточно высокая для лицевого кирпича, водопоглощение – 13-10%. При температурах более 1080°C из-за сильного спекания происходит сильная огневая усадка [15].

На основании проделанных лабораторно-технологических и полужаводских тестирований установлено, что глинистое сырье Белебеевского месторождения применимо для изготовления керамического полнотелого кирпича с внедрением отошающих добавок [13].

Литература

1. Evtushenko E.I., Moreva I.Yu., Sysa O.K., Bedina V.I., Trunov E.M. Control of the structural and phase characteristics of raw materials in the technology of fine ceramics // Refractories and Industrial Ceramics. 2011. Vol 51. № 6. P. 397 – 398.
2. Evtushenko E.I., Kravtsov E.I., I.Yu. Kashcheeva, Sysa O.K. Structural instability of argillaceous material // Glass and ceramics. 2004. Vol. 61. № 5-6. P. 157 – 159.
3. Levien L., Prewitt C.T., Weidner DJ. Structure and elastic properties of quartz at pressure // American Mineralogist. 1980. № 65. P. 920 – 930.
4. Pivinskii Yu.E. Highly concentrated ceramic binder suspensions (HCBS). Raw materials, properties, and classification (Review) // Refractories and Industrial Ceramics. 1987. Vol. 28. № 3-4. P. 179 – 191.

5. Pivinskii Yu.E. Highly concentrated ceramic bonding suspensions. Mechanism of structure formation and the kinetics of casting-up of the body with partial dewatering // *Refractories and Industrial Ceramics*. 1988. Vol. 29. № 7-8. P. 463 – 470.
6. Vereshchagin V.I., Buruchenko A.E., Menshikova V.K., Mogilevskaya N.V. Ceramic materials based on diopside // *Glass and Ceramics*. 2011. Том. 67. № 11-12. С. 343 – 346.
7. Адылов Г.Т. Перспективы расширения сырьевой базы для керамического производства // *Стекло и керамика*. 2010. № 2. С. 29 – 31.
8. Бакунов В.С. Высокотемпературная ползучесть огнеупорной керамики. Кинетика и влияние условий испытаний // *Огнеупоры*. 1994. № 6. С. 28.
9. Бакунов В.С., Лукин Е.С. Интенсификация процесса спекания поликристаллической оксидной керамики // *Новые огнеупоры*. 2015. № 6. С. 32 – 36.
10. Бурученко А.Е., Меньшикова В.К. Применение нового современного вида сырья в производстве керамической плитки // *Современные материалы, техника и технология: материалы 4-й Междунар. науч.-практич. конф. (25-26 декабря 2014 года) / редкол. А.А. Горохов; Юго-Зап.гос. ун-т, ЗАО «Университетская книга»*. Курск. 2014. С. 102 – 104.
11. Верещагин В.И., Могилевская Н.В. Перспективы развития промышленности тонкой и строительной керамики // *Региональные производители: их место на современном рынке товаров и услуг: материалы 3 Межрегион. науч.-практ. конф. Красноярск, 2007*. С. 7 – 9.
12. Ефимов А.И., Жукова Э.М., Варламов В.П. Эффективность действия минерализующих добавок // *Строительные материалы*. 1984. № 7. С. 24 – 25.
13. Особенности и этапы развития производства керамических изделий на предприятии ОАО «Керамика». В трудах Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Актуальные вопросы машиностроения». Ноябрь 2019 г.
14. Позняк А.И., Левицкий И.А., Баранцева С.Е. О повышении механической прочности керамических плиток на стадиях прессования и сушки // *Техника и технология силикатов*. 2014. Том 21. № 1. С. 2 – 6.
15. Технология композиционной керамики в материаловедении: материалы заоч. всерос. конф. / науч. ред. У.Ш. Шаяхметов. Уфа: Вагант, 2008. 153 с.
16. Тюлькин Д.С., Плетнёв П.М., Непочатов Ю.К. Огнеупоры для производства технической керамики // *Вестник СГУПС*. 2014. № 30. С. 111 – 119.
17. Шильцина А.Д., Верещагин В.И., Селиванов Ю.В., Корольков Н.Н. Выбор компонентов керамических масс с учетом фазово-минерального состава и термофизических характеристик // *Строительные материалы*. 2007. № 9. С. 7 – 10.

References

1. Evtushenko E.I., Moreva I.Yu., Sysa O.K., Bedina V.I., Trunov E.M. Control of the structural and phase characteristics of raw materials in the technology of fine ceramics. *Refractories and Industrial Ceramics*. 2011. 51 (6). P. 397 – 398.
2. Evtushenko E.I., Kravtsov E.I., I.Yu. Kashcheeva, Sysa O.K. Structural instability of argillaceous material. *Glass and ceramics*. 2004. 61 (5-6). P. 157 – 159.
3. Levien L., Prewitt C.T., Weidner DJ. Structure and elastic properties of quartz at pressure. *American Mineralogist*. 1980. 65. P. 920 – 930.
4. Pivinskii Yu.E. Highly concentrated ceramic binder suspensions (HCBS). Raw materials, properties, and classification (Review). *Refractories and Industrial Ceramics*. 1987. 28 (3-4). P. 179 – 191.
5. Pivinskii Yu.E. Highly concentrated ceramic bonding suspensions. Mechanism of structure formation and the kinetics of casting-up of the body with partial dewatering. *Refractories and Industrial Ceramics*. 1988. 29 (7-8). P. 463 – 470.
6. Vereshchagin V.I., Buruchenko A.E., Menshikova V.K., Mogilevskaya N.V. Ceramic materials based on diopside. *Glass and Ceramics*. 2011. 67 (11-12). P. 343 – 346.
7. Adylov G.T. Perspektivy rasshireniya syr'evoy bazy dlya keramicheskogo proizvodstva. *Steklo i keramika*. 2010. 2. P. 29 – 31. (rus.)
8. Bakunov V.S. Vysokotemperaturnaya polzuchest' ognepurnoj keramiki. Kinetika i vliyanie uslovij ispytaniy. *Ogneupory*. 1994. 6. S. 28. (rus.)
9. Bakunov V.S., Lukin E.S. Intensifikaciya processa spekaniya polikristallicheskoj oksidnoj keramiki. *Novye ognepory*. 2015. 6. P. 32 – 36. (rus.)

10. Buruchenko A.E., Men'shikova V.K. Primenenie novogo sovremennogo vida syr'ya v proizvod-stve keramicheskoy plitki. *Sovremennye materialy, tekhnika i tekhnologiya: materialy 4-j Mezhdunar. nauch.-praktich. konf. (25-26 dekabrya 2014 goda)*. redkol. A.A. Gorohov; YUgo-Zap.gos. un-t, ZAO «Universitetskaya kniga». Kursk. 2014. P. 102 – 104. (rus.)
11. Vereshchagin V.I., Mogilevskaya N.V. Perspektivy razvitiya promyshlennosti tonkoj i stroitel'noj keramiki. *Regional'nye proizvoditeli: ih mesto na sovremennom rynke tovarov i uslug: materialy 3 Mezhrefion. nauch.-prakt. konf. Krasnoyarsk, 2007*. P. 7 – 9. (rus.)
12. Efimov A.I., ZHukova E.M., Varlamov V.P. Effektivnost' dejstviya mineralizuyushchih dobavok. *Stroitel'nye materialy*. 1984. 7. P. 24 – 25. (rus.)
13. Osobennosti i etapy razvitiya proizvodstva keramicheskikh izdelij na predpriyatii OAO «Keramika». V trudah Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (s mezhdunarodnym uchastiem) «Aktual'nye voprosy mashinostroeniya». Noyabr' 2019 g. (rus.)
14. Poznyak A.I., Levickij I.A., Baranceva S.E. O povyshenii mekhanicheskoy prochnosti keramicheskikh plitok na stadiyah pressovaniya i sushki. *Tekhnika i tekhnologiya silikatov*. 2014. 21 (1). P. 2 – 6. (rus.)
15. Tekhnologiya kompozicionnoj keramiki v materialovedenii: materialy zaoch. vseros. konf. nauch. red. U.SH. SHayahmetov. Ufa: Vagant, 2008. 153 p. (rus.)
16. Tyul'kin D.S., Pletnyov P.M., Nepochatov YU.K. Ogneupory dlya proizvodstva tekhnicheskoy keramiki. *Vestnik SGUPS*. 2014. 30. P. 111 – 119. (rus.)
17. SHil'cina A.D., Vereshchagin V.I., Selivanov YU.V., Korol'kov N.N. Vybor komponentov keramicheskikh mass s uchedom fazovo-mineral'nogo sostava i termofizicheskikh harakteristik. *Stroitel'nye materialy*. 2007. 9. P. 7 – 10. (rus.)

Batrshina G.S., Candidate of Pedagogic Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Davletshina A.D., Candidate of Physical and Mathematical Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Bashkir State University, Russia
Corresponding author E-mail: guzel.com@mail.ru*

RESEARCH ON THE STRUCTURE OF CLAY RAW MATERIALS FOR CERAMIC PRODUCTS

Abstract: the research uses some methods for determining materials, strictly applying the current standards and requirements of the Russian Federation. The degree of scientific development of this research is that specialists of the Department of Engineering Physics and Materials Physics of Engineering Faculty of Bashkir State University and the laboratory of JSC "Ceramics" of the Republic of Bashkortostan conducted research in the field of ceramic materials science for construction purposes. The methodological basis of the research is based on well-known methods of studying the structure of clay raw materials suitable for the production of construction products, with the choice of a stable light range of products and eliminates cracking in the technological process of brick production. The correct composition leads to a reduction in energy consumption without compromising the physical and mechanical characteristics of products.

Keywords: ceramic products, mineral, properties, clay raw materials, granulometric composition

Для цитирования: Батршина Г.С., Давлетшина А.Д. Исследование структуры глинистого сырья для керамических изделий // *Строительные материалы и изделия*. 2020. Том 3. № 4. С. 13 – 23. DOI:10.34031/2618-7183-2020-3-4-13-23

For citation: Batrshina G.S., Davletshina A.D. Research on the structure of clay raw materials for ceramic products. *Construction Materials and Products*. 2020. 3 (4). P. 13 – 23. DOI:10.34031/2618-7183-2020-3-4-13-23

*Поступила в редакцию 9 мая 2020 г.
Принята в доработанном виде 1 июня 2020 г.
Одобрена для публикации 12 июля 2020 г.*

*Received: May 9, 2020.
Revised: June 1, 2020.
Accepted: July 12, 2020.*