

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ  
КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР ОБЛИЦОВОЧНОЙ КЕРАМИКИ НА  
ОСНОВЕ ОТРАБОТАННОЙ ФОРМОВОЧНОЙ ГОРЕЛОЙ ЗЕМЛИ  
ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Еромасов Р.Г., Клобертанц Ю.И., Ставцева С.В.,  
научный руководитель канд. техн. наук Никифорова Э.М.  
Сибирский федеральный университет**

Традиционное использование керамической плитки для облицовки различных помещений в жилых домах и офисных зданиях определяет дальнейший рост ее производства, основным сырьем для создания которой, являются высококачественные глины. Лишь частично они заменяется промышленными отходами, при этом объемы их использования весьма невелики. Использование вторичных сырьевых материалов и отходов других производств является перспективным направлением для развития керамической промышленности. Проблема получения материалов с необходимыми эксплуатационными свойствами за счет уменьшения энергетических затрат также становится все более актуальной.

Создание стеклокристаллических структур, основано на сочетании в керамической массе тугоплавкого силикатного материала (наполнителя) и легкоплавкого компонента в совокупности с технологической связкой. Направление исследований базировалось на необходимости создания каркасноармированной и менее склонной к усадке и деформации структуры керамического материала. Исходным сырьем для проведения исследований являются: глина компановская, стеклобой, горелая формовочная земля – отход литейного производства машиностроительных предприятий.

Химический состав исходных компонентов керамических масс представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав исходных сырьевых материалов, масс. %

Материал	Содержание оксидов							
	SiO <sub>2св.</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + TiO <sub>2</sub>	CaO + MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	п.п.п
Глина компановская	4,64	18,03	2,45	3,53	1,55	0,03	62,16	–
Стеклобой	–	2,34	10,26	0,18	29,28	0,19	71,45	–
Горелая земля	79,17	4,86	4,56	11,14	2,47	0,16	–	2,55

Микрофотографии монофракций горелой формовочной земли представлены на рисунке 1.

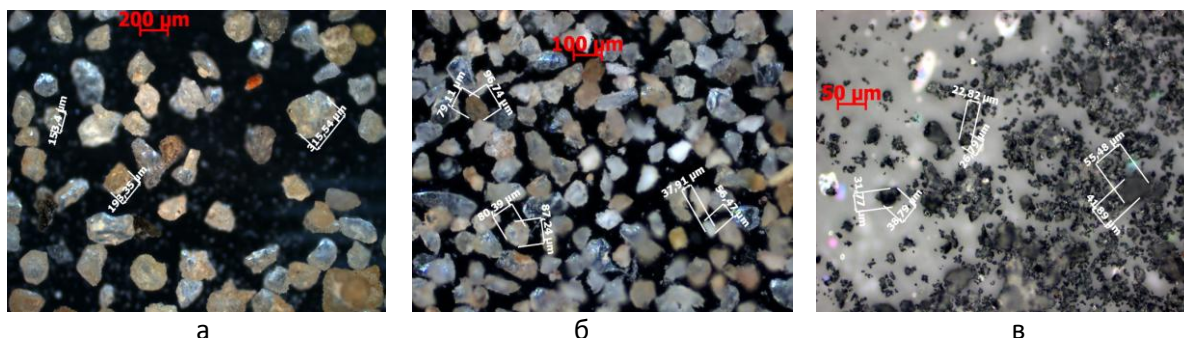


Рисунок 1 – Микрофотографии монофракций горелой земли: *а* – фр.  $-0,315+0,08$  мм; *б* – фр.  $-0,08+0,056$  мм; *с* – фр.  $-0,056$  мм.

В проведенных ранее исследованиях нами установлено, что формирование дисперсной структуры и направленное изменение свойств облицовочной керамики из грубозернистых непластичных масс (на основе горелой формовочной земли) определяется размерами фракций скелета композиционного материала и их определенным соотношением, взаимосвязанным с размерами зерен матричного материала на стадии поэтапного процесса формирования коагуляционно-конденсационных и кристаллизационных структур.

Разработанные модельные системы облицовочных композиционных материалов на базе техногенного сырья, обеспечивают достижение принципа плотной упаковки керамических шихт. Максимальное заполнение дисперсной структуры твердой фазой достигается при соотношении в скелете размеров фракций из грубозернистых техногенных продуктов от 1,5 до 5,5. Использование кварцевого скелета обеспечивает высокую степень его упаковки ( $K_{тв} = 0.674$ ) и шихты на его основе ( $K_{тв} = 0.598$ ) при соотношении содержания в массе упрочняющего скелета к матрице из глинистого компонента и стеклобоя 5,5:4,5.

Исследования физико-химических превращений в композиционном материале проведены на оптимальном составе керамической шихты, масс. %: горелая формовочная земля – 55; глина компановская – 20; стеклобой – 25.

Анализ дифрактограммы горелой земли свидетельствует о наличии в отходе, в основном, кварца и брусита. Также присутствуют другие минералы, такие как калсилит, рутил и кристобалит.

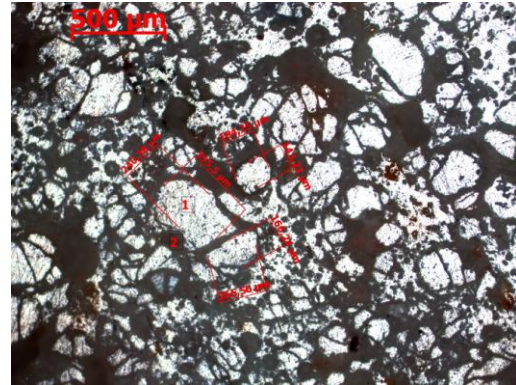
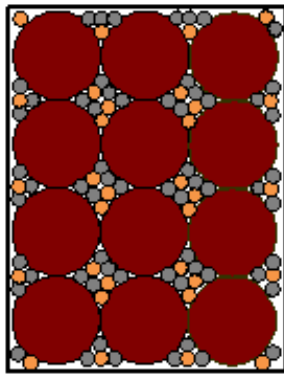
Использование стеклобоя как флюсующего компонента матрицы связано с необходимостью регулирования полиморфных превращений кремнезема.

При проектировании составов кварцевых масс наибольшее значение имеют модификационные превращения  $\beta$ -кварца в  $\alpha$ -кварц,  $\alpha$ -кварца в  $\beta$ -кристобалит,  $\beta$ -кристобалита в  $\alpha$ -кристобалит (и обратно), как наиболее часто встречающиеся и имеющие наибольшие объемные эффекты превращения. Происходящие при этих превращениях расширения или сжатия кремнеземной фазы могут вызвать растрескивание изделий при нагреве, особенно быстром. Для предотвращения растрескивания или разрушения изделий из – за объемных изменений при модификационных превращениях кремнезема целесообразно вводить в состав масс щелочесодержащих или комплексных добавок ( $R_2O$  и  $R_2O+RO$ ) обеспечивающих образование жидкой фазы не менее 35 %. Последние позволяют растворять кремнезем в образующейся жидкой фазе и часто полностью устраняют превращения кремнезема в кристобалит.

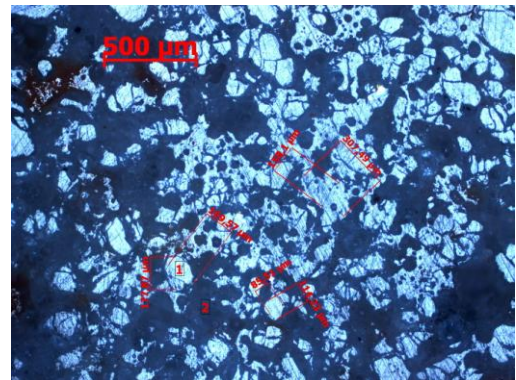
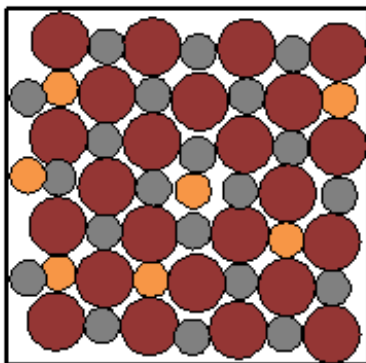
В модельных системах на основе горелой формовочной земли установлено оптимальное соотношение  $SiO_{2св}/\Sigma_{пл}$ , соответствующее 0,8–1,1 и обеспечивающие

водопоглощение облицовочной плитки от 5 до 12 % и прочностью при изгибе 17 до 22 МПа.

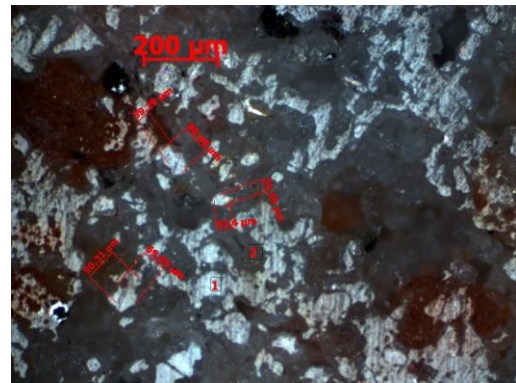
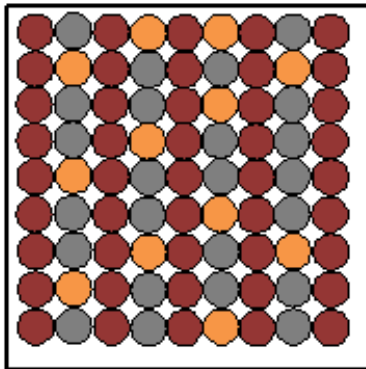
На рисунке 2 представлены модели упаковки и микроструктура обожженных образцов.



а



б



в

Рисунок 2 – Модель упаковки и микроструктура образцов на основе кварцевого скелета с матрицей на основе глины и стеклобоя: ● – высококварцевый отход; ● – стеклобой; ● – глина: а – фр.  $-0,315+0,08$  мм; б – фр.  $-0,08+0,056$  мм; в – фр.  $-0,056$  мм.

Микроструктура приведенная на рисунке 2 в значительной степени совпадает с моделью упаковки структурных составляющих разработанного композиционного материала.