

**ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА КВАРЦ-ПОЛЕВОШПАТОВЫХ ОТХОДОВ НА ПРОЦЕСС СПЕКАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС**

**Одинцов К. В., Чехлов М. К.,  
научные руководители: д-р техн. наук Бурученко А. Е.,  
ст. преподаватель Мушарапова С. И.  
Сибирский федеральный университет**

В технологии изготовления керамических изделий одним из основных этапов, влияющих на качество выпускаемой продукции, является спекание. Физико-химические процессы, проходящие при этом, обеспечивают изделиям необходимые свойства, поэтому их изучению всегда уделяется большое внимание.

На процесс спекания керамических масс влияет состав исходных компонентов, режим термической обработки, введение различных добавок и т.д. Целесообразными являются добавки полевошпатового сырья, которые снижают температуру начала спекания и расширяют его интервал. При этом, к числу важных факторов относится гранулометрический состав, который предопределяет скорость прохождения физико-химических процессов.

В последние годы в керамическое производство всё больше вовлекаются промышленные отходы, которые оказывают положительное влияние на формирование структуры изделий. В данной работе приведены результаты исследований по установлению влияния гранулометрического состава отходов Сорского молибденового комбината на процесс спекания керамических масс, интервал спекания, на температуру обжига изделий, так как это все связано с энергетическими затратами при производстве и стоимостью выпускаемой продукции.

Отходы Сорского молибденового комбината представляют собой «хвосты» обогащения молибденовых руд флотационным способом. Они однородны по минералогическому составу, и как показали рентгеноструктурные исследования (рис.1а), на 50-65 % состоят из полевого шпата, 15-25 % кварца. Карбонаты составляют 8-15 %. В значительно меньшем количестве присутствуют магнетит, гематит, эпидот и другие минералы.

Полевошпатовые минералы представлены в основном альбитом ( $d=3,21; 2,95; 2,32$ ) и ортоклазом ( $d=4,02; 3,18; 2,51; 1,77$ ). Кварц на рентгенограммах отражен аналитическими линиями ( $d=4,24; 3,34; 2,28; 2,23; 2,12; 1,81$ ). В незначительном количестве присутствует гематит ( $d=2,69; 2,52$ ).

Химический и гранулометрический составы отходов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

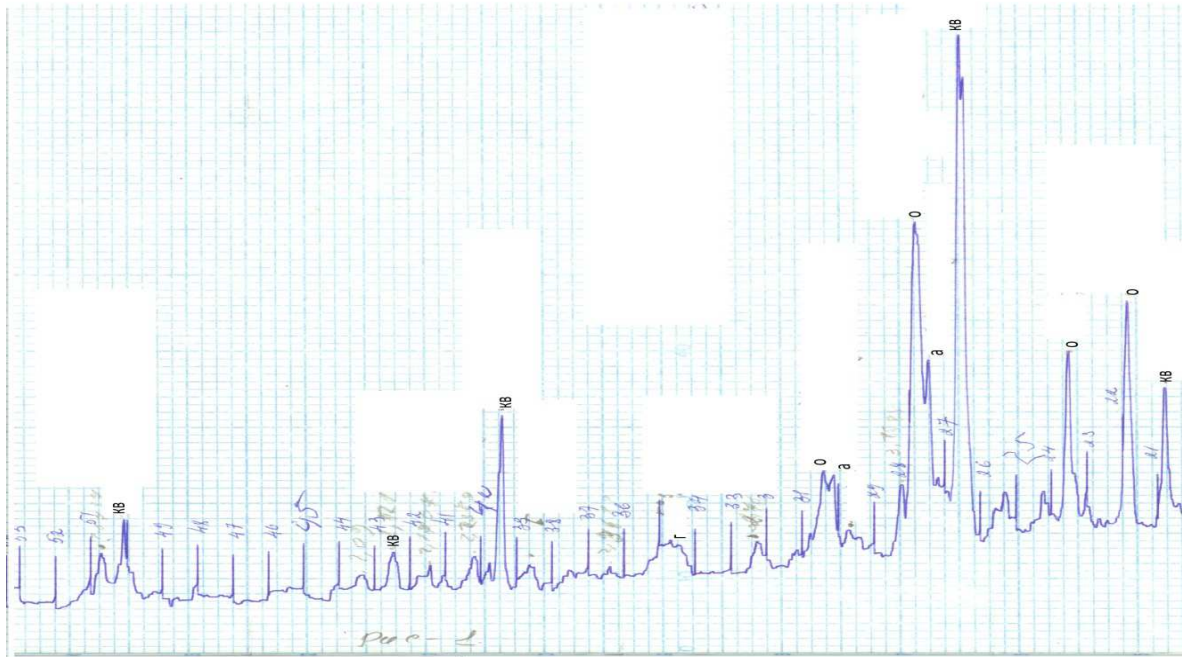
Химический состав отходов Сорского молибденового комбината

Сырье	Массовое содержание, %									
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	П.П.П.
Отходы Сорского Молибденового комбината	67,5	0,3	13,25	3,65	0,7	4,28	1,60	5,91	2,54	0,27

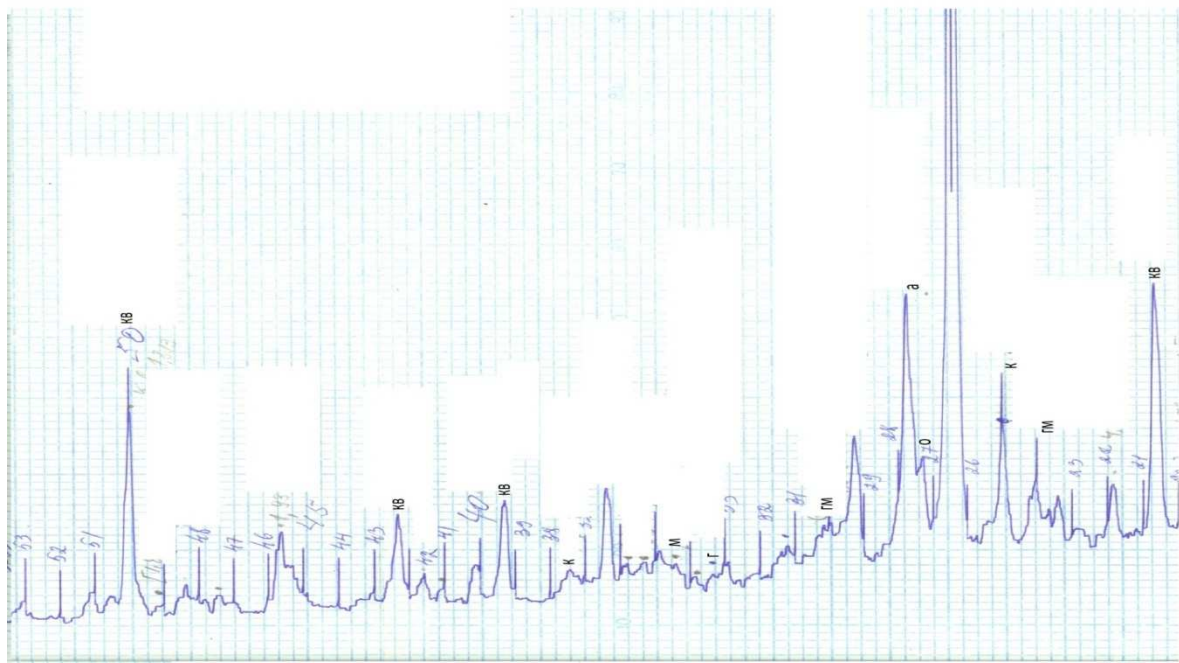
Таблица 2

Гранулированный состав отходов Сорского молибденового комбината

Сырье	Размер сит, мм				
	0,8	0,8 – 0,5	0,5 – 0,1	0,1 – 0,005	0,05
Отходы Сорского Молибденового комбината	2,99	7,6	58,77	15,8	13,0



а)



б)

Рис 1. Рентгенограммы исходного сырья: а) хвосты Сорского молибденового комбината: кв - кварц; а - альбит; о - ортоклаз; ан - анортит; г - гематит; б) глина новосибирского месторождения: кв - кварц; а - альбит; о - ортоклаз; ан - анортит; г - гематит; к - каолинит; м - монтмориллонит; гм – гидромусковит.

В качестве глинистого компонента в керамических массах использовался Новосибирский суглинок, месторождение которого эксплуатируется для производства кирпича. Основными глинистыми минералами суглинка являются каолинит ( $d=3,57; 2,34$ ), монтмориллонит ( $d=4,45; 2,57; 1,65$ ) и гидромусковит ( $d=3,62; 2,89; 2,59$ ), содержащиеся, примерно, в равных количествах (рис 1б).

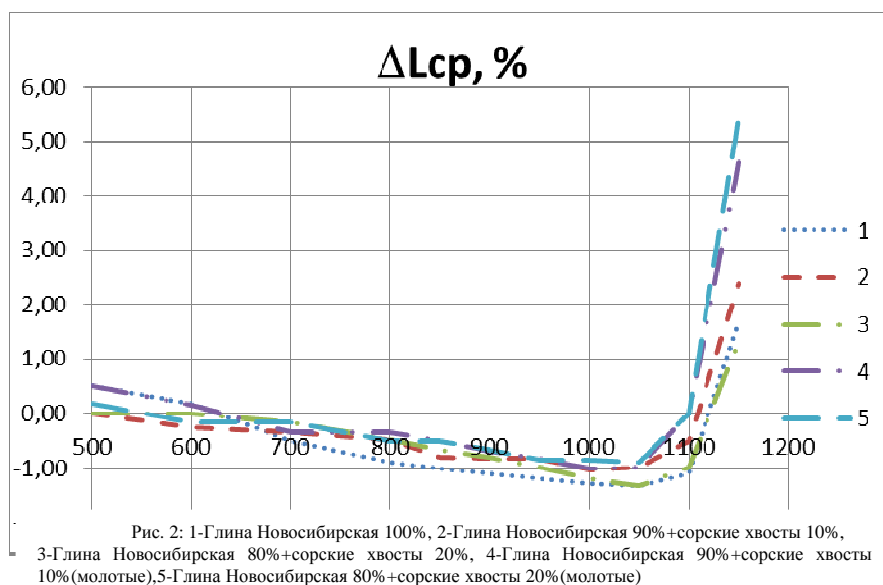
Из не глинистых минералов, присутствует кварц ( $d=4,24; 3,34; 2,45; 2,08; 2,12; 1,83$ ) и полевой шпат. Полевошпатовая составляющая представлена в основном альбитом ( $d=3,22; 2,96$ ). Из железистых минералов выделяется присутствие гематита ( $d=2,69; 2,51$ )

Для изучения влияния гранулометрического состава кварц-полевошпатовых отходов на процесс спекания керамического черепка и физико-механические свойства изделий в суглинок вводили «хвосты» в количестве 10 и 20%. Рассматривались два варианта. В первом случае в керамические массы вводили отходы молибденового комбината без предварительного помола, представленные в табл.1, во втором случае они размалывались до прохода через сито 0,063 с остатком 5-7%.

Суглинок после сушки измельчали в шаровой мельнице до остатка на сите 0,063 мм не более 5% и смешивали с отходами в необходимой пропорции. Из керамических масс при влажности 10-12% формовали полусухим способом образцы  $d=20$  мм и  $h=20$  мм при давлении 25 МПа.

Обжиг образцов производили в силитовой печи при температурах 500 – 1250 °С с интервалом 50 °С и выдержкой при конечной температуре 30 минут. После обжига рассчитывали огневую усадку, водопоглощение, прочность на сжатие и делали рентгенофазовый анализ.

Из построенных графиков зависимости огневой усадки образцов, водопоглощения и прочности на сжатие (рис. 2,3,4) видно, что с введением в керамические массы «хвостов» без помола при обжиге до температуры 1000 °С происходит увеличение размеров порядка 1%. Усадка начинается с 1050 °С для образцов из чистой глины и с введением 10 и 20% отходов. Наиболее интенсивная усадка наблюдается с 1100 °С.



В соответствии с усадкой происходит изменение водопоглощения, которое начинает уменьшаться при 1000 °С для образцов из чистой глины и с 1050 °С для образцов с добавлением 10 и 20% «хвостов». При этом отмечается, что увеличение в массах содержания отходов интенсифицирует

процесса спекания.

Анализ кривых изменения линий интенсивности рентгенографических пиков альбита, кварца, анартита, ортоклаза показывает, что спекание керамической массы обусловлено плавлением альбита в кварц-полевошпатовых отходах. Альбит обеспечивает образование жидкой фазы, в которой растворяется кварц. Отмечается уменьшение аналитических линий ортоклаза с 1050°C, что указывает на его плавление.

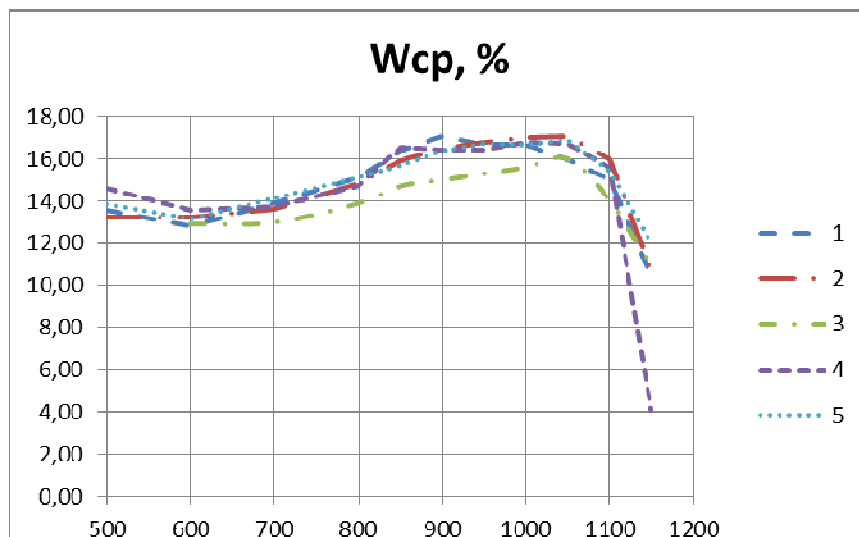


Рис. 3: 1-Глина Новосибирская 100%, 2-Глина Новосибирская 90%+сорские хвосты 10%, 3-Глина Новосибирская 80%+сорские хвосты 20%, 4-Глина Новосибирская 90%+сорские хвосты 10%(молотые),5-Глина Новосибирская 80%+сорские хвосты 20%(молотые)

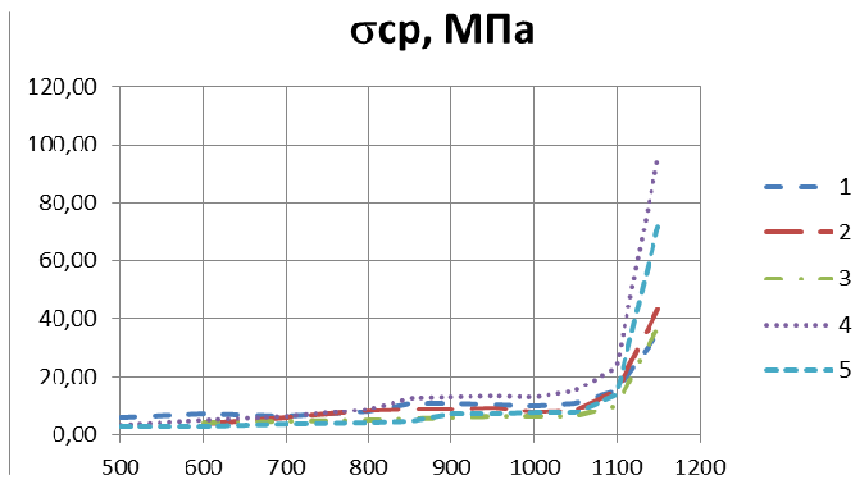


Рис. 4: 1-Глина Новосибирская 100%, 2-Глина Новосибирская 90%+сорские хвосты 10%, 3-Глина Новосибирская 80%+сорские хвосты 20%, 4-Глина Новосибирская 90%+сорские хвосты 10%(молотые),5-Глина Новосибирская 80%+сорские хвосты 20%(молотые)

В результате обжига образуется фазовый состав керамического черепка, состоящий из не полностью растворившихся в жидкой фазе минералов, в виде кварца, ортоклаза, оксидов железа и т.д. и аморфной части расплава.

С введением в керамические массы размолотых кварцполевошпатовых отходов, как видно из графиков рис. 2,3,4(состав1,2,3,4,5)

наблюдается смещение в область более низких температур начала спекания, уменьшение водопоглощения и увеличение прочностных свойств. При введении 10% кварц-полевошпатовых отходов при температуре 1050°С прочность составляет 8,15 МПа, при 1100°С достигает 11,64 МПа.

С введением 20% «хвостов» при

температуре 1050°С прочность составляет 3,58 МПа, при 1100°С достигает 6,27 МПа.

При измельчении отходов до прохода через сито 0,063 мм с остатком 8-10% и введении их в состав керамических масс в количестве 10 и 20%, прочностные свойства образцов после обжига при температуре 1050°С равны 9,58 МПа и 7,42 МПа соответственно. А при 1100°С – 14,85 МПа и 11,34 МПа.

С целью определения возможности увеличения прочностных свойств образцов, производилась выдержка в течение трех часов при температуре 1060°С. Как показали испытания образцов на сжатие, прочность стала равной для состава с введением 10% сорских хвостов-15,6 МПа, а для 20%- 10,5 МПа.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что гранулометрический состав кварц-полевошпатовых отходов влияет на интервал спекания, огневую усадку, водопоглощение и прочностные свойства. С понижением размера фракций гранулометрического состава, введенного в керамические массы, прочностные характеристики возрастают, водопоглощение уменьшается, это обеспечивается интенсификацией процесса спекания за счет плавления полевошпатовых минералов, содержащихся в «хвостах» Сорского молибденового комбината. Данные результаты рекомендованы для внедрения в производственный процесс для получения кирпича.