

МРНТИ 67.09.31

А.Т. Киргизбаев | ©



Канд. техн. наук, доцент

ORCID

<https://orcid.org/0000-0007-3134-4913>



Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,



г. Астана, Казахстан



[akpan.kyrgyzbayev.13@mail.ru](mailto:akpan.kyrgyzbayev.13@mail.ru)

<https://doi.org/10.55956/KLJY8768>

## КАОЛИН И ПОЛЕВОШПАТОВОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОНКОЙ КЕРАМИКИ

**Аннотация.** Изучены физико-химические процессы при нагревании каолина в интервале температур 100-1250°C. При нагреве кварцевой фракции до температуры 660°C на кривой ДТА проявляется один эндотермический эффект с максимальным развитием при 570°C, который отражает превращение модификации кварца  $\beta$ -SiO<sub>2</sub> в модификацию  $\alpha$ -SiO<sub>2</sub>. Исследованы химико-минералогический состав, технологические свойства каолина, полевошпатового сырья и дана оценка их пригодности в производстве санитарно-технической керамики, керамогранита и облицовочной керамики.

**Ключевые слова:** каолины, полевошпатовое сырье, пегматит, кварц-полевошпатовое сырье, тонкая керамика, помол, шликер, сушка, обжиг.



Киргизбаев, А.Т. Каолин и полевошпатовое сырье для производства тонкой керамики [Текст] / А.Т. Киргизбаев, // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №3(81). – С.129-135. <https://doi.org/10.55956/KLJY8768>

**Введение.** Каолины и полевошпатовое сырье являются необходимым сырьевым компонентом при производстве тонкой керамики: сантехнических изделий, керамогранита и облицовочной керамики.

На территории РК имеются три месторождения каолинов, в группе разрабатываемых – Алексеевское.

Балансовые запасы по категории А+В+С, Алексеевского каолина составляют около 60 млн. тонн. Алексеевский каолин несколько сходен с Присяновским (Украина), но наличие гидрослюда повышает немного содержание оксида калия [1].

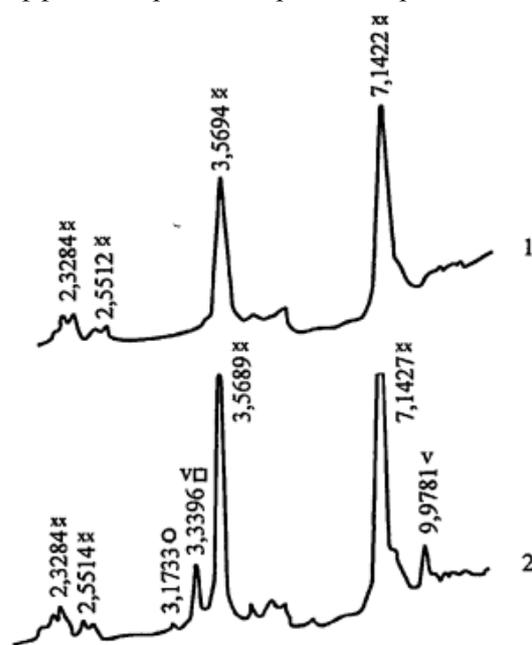
**Условия и методы исследования.** Исследование каолина и полевошпатового сырья проводили с помощью химического анализа, рентгенофазового и дифференциально-термического анализа. Смеси для получения керамических плиток готовили шликерным способом. После взвешивания сырьевые материалы подвергали совместному мокрому помолу в лабораторной шаровой мельнице с фарфоровыми шарами при соотношении шары: материал 1:2 при влажности 48-50% с добавкой электролитов: кальцинированной соды и жидкого стекла в количестве 0,1-0,2%.

Из подготовленных сырьевых материалов получали пресс-порошок влажностью 5-7% в сушильном шкафу при температуре 105-110 °С. Плитки

размером 150×150×5 мм прессовали на гидравлическом прессе при удельном давлении 22-24 МПа. Остаточная влажность плиток после сушки в радиационной сушилке составляла 0,3-0,5%. Обжиг неглазурованных плиток осуществляли в муфельной печи при максимальной температуре 1000°С в течение 42-50 мин [2].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Содержание окрашивающих оксидов в каолине составляет 0,1-1,1%. Пористость после обжига при 1250°С достигает 11%, огнеупорность более 1730°С. Каолины по цвету белые, серовато-белые и жирные на ощупь. По размерам преобладающих включений исследуемое сырье относится к группе с мелкими включениями. Число пластичности – 5,7. Воздушная усадка каолинов месторождения – 5% [1].

Каолин имеет полиминеральный состав. Основными фазами каолина песчаной фракции является кварц, полевой шпат, гидрослюда. Глинистая часть каолина представлена каолинитом (рис. 1), с небольшой примесью гидрослюда (эндоэффект на кривой нагревания при  $t=140^{\circ}\text{C}$ , рис. 2).



xx - каолинит; v - гидрослюда; □ - кварц; o - полевой шпат

Рис. 1. Рентгенограммы глинистой (< 0,001 мм) - 1 и песчаной (> 0,05 мм) - 2 фракций каолина Алексеевского месторождения

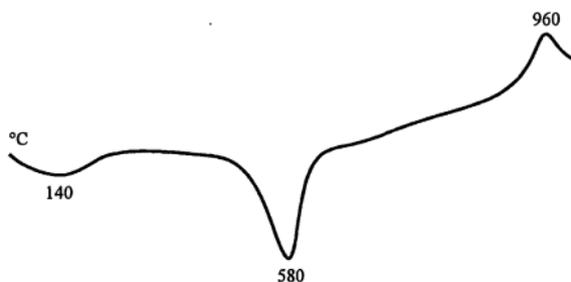


Рис. 2. Дериватограмма глинистой части каолина

Микроскопические исследования каолина в прозрачных шлифах также показали, что основная его масса (70-90%) сложена мелкочешуйчатым каолинитом с примесью гидрослюда (5-20%). Непластический материал представлен остроугольными и слабо окатанными зернами кварца и полевого шпата [1].

При нагреве кварцевой фракции до температуры 660°C на кривой ДТА проявляется один эндотермический эффект с максимальным развитием при 570°C, который отражает превращение модификации кварца  $\beta$ -SiO<sub>2</sub> в модификацию  $\alpha$ -SiO<sub>2</sub> (рис. 3)

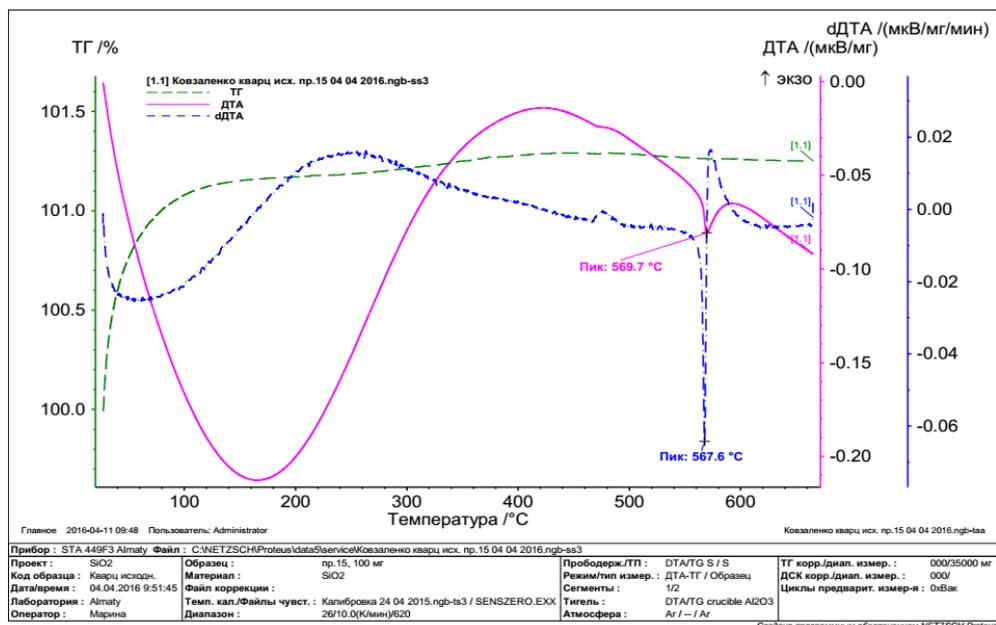


Рис. 3. Дериватограмма, полученная в процессе нагрева кварцевой фракции до температуры 660°C

Химический состав пегматитов, %: SiO<sub>2</sub> 59,53-76,73; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 12,24- 18,17; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,34-3,09; TiO<sub>2</sub> 0,03-0,67; FeO 0,46-4,88; CaO 0,25-3,3; MgO 0,15- 3,16; MnO 0-0,15; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,01-0,29; SO<sub>3</sub> 0,14; K<sub>2</sub>O 0,75-2,27; Na<sub>2</sub>O 3,69-9,03.

Выявлено 160 пегматитовых жил Карасайского месторождения в Мугуджарском районе Актюбинской области. Запасы полевого шпата по 8 пегматитовым жилам составляют 139,4 тыс. м<sup>3</sup> [2].

По минералогическому составу преобладают плагиоклазовые, микроклин-плагиоклазовые разности. Химический состав пегматитов, % : SiO<sub>2</sub> 67,12-87,09; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4,71-20,67; Na<sub>2</sub>O 3,13-10,09; K<sub>2</sub>O 0,001-3,13; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,05-0,11; CaO 0,81-3,71.

Материалы кварц-полевошпатовые выпускает Белогорский ГОК по ГОСТ 13451 марки КПШС-0,2-11,5 и КПШС - 0,2-14,0. Требования, предъявляемые к кварц-полевошпатовым материалам, и фактические данные приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1  
Характеристика кварц-полевошпатовых материалов Белогорского ГОК [2,3]

Наименование компонентов	Требования ГОСТа		Фактические показатели	
	КПШС 0.2-11.5	КПШС 0.2-14	КПШС 0.2-11.5	КПШС 0.2-14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,8	<0,2	0,5-0,15	0,5-0,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	>11,5	>14,0	11,5-13,0	14-15
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	>7,0	>9,0	7-8	9-11
SiO <sub>2</sub>	<80,0	<75,0	76-79	73-75
Влажность	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Крупность + 0,63	<5,0	<5,0	3-4	3-4

Минеральный и химический состав кварц-полевошпатового сырья сложный (табл. 2).

Таблица 2  
Минеральный и химический состав кварц-полевошпатового сырья

Кварц	37,90	SiO <sub>2</sub>	78,8	Na <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03
Микроклин	13,27	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,81	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02
Альбит	48,34	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2	SnO <sub>2</sub>	0,045
Биотит	0,013	MgO	0,03	CaO	0,23
Сподумен	0,461	K <sub>2</sub> O	2,53	Na <sub>2</sub> O	5,9
Турмалин	0,007	-	-	-	-
Сульфиды	0,009	-	-	-	-

Получают кварц-полевошпатовое сырье способом флотации при переработке тантало-оловянных руд. Кварц-полевошпатовое сырье представляет собой сыпучий материал белого цвета с крупностью зерен 0,1-0,63мм. В соответствии с ГОСТ 15045-78 для керамической промышленности пригодны полевые шпаты, в которых сумма K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O должно быть не менее 12 % и кварц-полевошпатовые материалы суммой щелочей не менее 7% [1].

Кварц-полевошпатовое сырье Бисембаевского месторождения, расположенного в Казахстане, пока не используется в керамической промышленности.

Концентраты получены путем обогащения руды, представленной корой выветривания микроклиновых гранитов.

Пробы представляют собой тонкодисперсный каменистый материал светло-серого цвета (кварцевый концентрат) и белого со слегка желтоватым оттенком (полевошпатовый концентрат).

В результате микроскопических исследований установлено, что полевошпатовый концентрат состоит из частиц размером 10...120 мкм. Преобладающими являются зерна размером 25...80 мкм. Размер зерен кварцевого концентрата составляет 20...180 мкм, в основном преобладают частицы размером 30...100 мкм.

Определение гранулометрического состава концентратов, проведенное ситовым способом в соответствии с требованиями ГОСТ 7030-75 и ГОСТ 22551-75, показало, что концентраты имеют более мелкий фракционный состав по сравнению с используемыми в настоящее время материалами.

Так, 65,3% кварцевого концентрата проходит через сетку № 01, а кварцевого песка - 0,88%. При этом остаток на сетке № 08 у песка составляет 99,3%, а кварцевый концентрат проходит через эту сетку без остатка. У полевошпатового концентрата остаток на сетке № 0063 составляет 62,8%, а у белогорского полевого шпата (после бегунного помола) - 86%.

Спек полевошпатового концентрата при оценке его по методике ГОСТ 7030-75 дает стекловидный расплав сероватого цвета.

Полевошпатовый концентрат представлен в основном микроклином (74,2%), альбитом (21,9%) и анортитом (3,8%). Кварцевый концентрат сложен зернами кварца с примесью единичных зерен полевого шпата [1].

Дифференциальные термографические исследования полевошпатового и кварцевого концентратов подтвердили принадлежность их к типично полевошпатовым и кварцевым минералам [4-5].

Проведенные исследования показали, что проба кварцевого концентрата отвечает требованиям ГОСТ 22551-77 и соответствует марке Б-100-1, а проба полевошпатового концентрата - требованиям ГОСТ 7030-75 и соответствует марке ПШМ 0,3-3. При этом калиевый модуль полевошпатового концентрата равен 4,15, что намного выше, чем у традиционно применяемого сырья (у белогорского полевого шпата 2,0...2,2) [1].

Опытные массы для керамогранита готовили в шаровых мельницах мокрого помола. Помол отошающих (с добавлением 5% глины) проводили до остатка 0,8...0,9% на сетке № 0045, после чего добавляли глинистые материалы.

Готовый керамический шликер имел остаток на той же сетке в пределах 0,4...0,5%.

Свойства опытных образцов керамогранита определяли на стандартных образцах, изготовленных согласно требованиям ГОСТ 20419-75. Максимальная температура обжига 1250°C.

Исследования показали, что фарфор состава имеет высокие физико-технические характеристики.

Петрографическими исследованиями установлено, что минеральный состав и структурные особенности опытных образцов сходны с базовым. Основными составляющими опытного фарфора являются кварц, муллит, стекло. Степень муллитизации опытного фарфора соответствует базовому.

**Заключение.** Таким образом, обогащенные каолин, полевошпатовый и кварцевый концентраты месторождения РК могут быть рекомендованы для использования в производстве строительного фарфора.

#### Список литературы

1. Мурзабаева, К.С. Пигменты и покрытия строительной керамики на основе местного сырья [Текст]: Диссертация на соискание академической степени магистра технических наук. – Тараз, 2014. – 62 с.
2. Разработка композитов из местного сырья для производства санитарно-технической керамики, керамогранита и облицовочных плиток. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/detail.aspx?id=605318>
3. Местные сырьевые материалы для производства керамогранита [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

4. Жуков, А.Д. Энергосберегающая технология керамической плитки [Текст] / А.Д. Жуков, Г.И. Горбунов, Н.А. Белаш // Вестник МГСУ. - 2013. - № 10. - С.122-127.
5. Позняк, А.И. Ресурсосберегающая технология получения керамических плиток для внутренней облицовки стен [Текст] / Автореф.канд.дисс... – Минск, 2015. – 22 с.

Материал поступил в редакцию 06.09.23

**А.Т. Қырғызбаев**

*Л.Н. Гумилев ат. Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан*

#### **ЖҰҚА КЕРАМИКА ӨНДІРІСІНЕ АРНАЛҒАН КАОЛИН ЖӘНЕ ДАЛА ШПАТЫ ШИКІЗАТЫ**

**Аңдатпа.** Каолинді 100-1250°C температура аралығында қыздыру кезіндегі физика-химиялық процестер зерттелді. Кварц фракциясын ДТА қисығында 660°C температураға дейін қыздырғанда,  $\beta$ -SiO<sub>2</sub> кварц модификациясының  $\alpha$ -SiO<sub>2</sub> модификациясына айналуын көрсететін максималды дамуы 570 °C болатын бір эндотермиялық әсер пайда болады. Каолиннің далалық шпат шикізатының химиялық-минералогиялық құрамы, технологиялық қасиеттері зерттеліп, олардың санитарлық-техникалық керамика, фарфордан жасалған бұйымдар мен қаптамалық керамика өндірісінде жарамдылығына баға берілді.

**Тірек сөздер:** каолиндер, дала шпаты шикізаты, пегматит, кварц-дала шпаты шикізаты, жұқа керамика, ұнтақтау, шликер, кептіру, күйдіру

**A.T. Kirgizbaev**

*Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan*

#### **KAOLIN AND FELDSPAR RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF FINE CERAMICS**

**Abstract.** Physical-chemical processes have been studied when kaolin is heated in the temperature range of 100-1250°C. When the quartz fraction is heated to a temperature of 660°C, one endothermic effect appears on the DTA curve with a maximum development at 570°C, which reflects the transformation of the  $\beta$ -SiO<sub>2</sub> quartz modification into the  $\alpha$ -SiO<sub>2</sub> modification. The chemical and mineralogical composition, technological properties of kaolin, feldspar raw materials are investigated and their suitability in the production of sanitary ceramics, porcelain stoneware and facing ceramics is assessed.

**Keywords:** kaolins, feldspar raw materials. pegmatite, quartz-feldspar raw materials, fine ceramics, grinding, slip, drying, firing.

#### **References**

1. Murzabayeva, K.S. Pigments and coatings of construction ceramics based on local raw materials [Pigmenty i pokrytiya stroitel'noj keramiki na osnove mestnogo syr'ya]: Dissertation for the academic degree of Master of Technical Sciences. [Dissertaciya na soiskanie akademicheskoy stepeni magistra tekhnicheskikh nauk]. – Taraz, 2014. – 62p. [in Russian]
2. Development of composites from local raw materials for the production of sanitary ceramics, porcelain stoneware and facing tiles. [Razrabotka kompozitov iz mestnogo syr'ya dlya proizvodstva sanitarno-tekhnicheskoy keramiki, keramogranita i

- oblicovochnyh plitok]: <https://www.bibliofond.ru/detail.aspx?id=605318> [in Russian]
3. Local raw materials for the production of porcelain stoneware [Mestnye syr'evye materialy dlya proizvodstva keramogranita] <http://elibrary.ru> [in Russian]
  4. Zhukov D., Gorbunov G.I., Belash N.A. Energy-saving technology of ceramic tiles [Energoberegayushchaya tekhnologiya keramicheskoy plitki] // Bulletin of MGSU. 2013. No. 10. P. 122-130. [in Russian]
  5. Poznyak A.I. Resource-saving technology for producing ceramic tiles for interior wall cladding [Resursoberegayushchaya tekhnologiya polucheniya keramicheskikh plitok dlya vnutrennej oblicovki sten] / Author's thesis.cand.dis. [Avtoref.kand.dis], – Minsk, 2015. 22p. [in Russian]