

Алимбаева Ж.Б.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
С ПРИМЕНЕНИЕМ БАРХАННЫХ ПЕСКОВ

Zh.B. Alimbaeva

INSULATION MATERIALS CERAMIC USING SAND DUNES

УДК: 691.4

В статье приведены результаты подбора оптимальных составов высокопористой керамики на основе барханного песка, стеклобоя и щелочных добавок. С помощью дифференциально-термического и рентгенофазового анализа установлен минеральный состав газокерамики.

The results of the selection of the optimal compositions of highly porous ceramics based on sand dunes, broken glass and alkaline supplements. With the help of differential thermal analysis and X-ray set gazokeramiki mineral composition.

В Казахстане и Центральной Азии одним из наиболее распространенных, некондиционных сырьевых материалов является полиминеральный барханный песок. Массивы барханных песков в Республике Казахстан и Центральной Азии занимают около 1 млн. км² площади. Барханные пески характеризуются повышенным содержанием фракций менее 0,3 мм, количество частиц с фракцией менее 0,15 мм достигает 90-95%. Удельная поверхность песков колеблется от 130 до 600 см²/г.

При изучении барханных песков на предмет их использования в качестве основного компонента, наибольшее значение имеют химический, гранулометрический, минералогический составы, физическое состояние и форма зерен, а также наличие или отсутствие вокруг зерен пленок, корочек и пятен различных химических соединений. Отобранные барханные пески по гранулометрическому составу могут быть отнесены к мелкозернистым, т.к. более 60% частиц имеют размеры 0,25-0,1 мм. Содержание пылеватых и глинистых веществ в пределах 1,46-3%.

Минералогический состав исследуемых барханных песков достаточно разнообразен. Однако основным минералом является кварц. Содержание его в весовых процентах составляет 65-75%. Второе место после кварца занимают полевые шпаты. Из других минералов встречаются биотит, мусковит и карбонатные породы. Тяжелая фракция песков представлена амфиболами, гранатами и ильменитом. По содержанию кварца изучаемые пески можно отнести к олимиктовым, по отношению же кварца и полевого шпата они относятся к кварц полевошпатовым.

В основном, рассматриваемые пески по содержанию в них минералов весьма близки между собой. Это обстоятельство позволяет сделать вывод об общности материала.

Петрографические исследования показали, что форма песчинок их округленность или окатанность присуща более крупным фракциям, а преобладающие мелкие фракции по габитусу зерен угловатые или слабо окатанные.

Поверхность зерен кварца блестящая, иногда матовая, преимущественно неровная, бугорчатая и очень редко гладкая. Зерна в большинстве своем бесцветные, белые, полупрозрачные.

Зерна полевых шпатов бесцветные, белые, желтые, розоватые. Поверхность их шероховатая, матовая. Зерна полевого шпата «свежие» или весьма слабо измененные. Встречаются отдельные зерна, подвернутые процессам серицитизации и эпидотизации. Необходимо отметить, что во всех изучаемых песках зерна минералов окружены тонкой оболочкой, состоящей в основном из гидроксидов железа. На поверхностях минералов, в песчинках кварца гидроксиды железа наблюдаются в виде пятен и тонких корок, сосредоточенных в неровностях и углублениях. Корки и пятна придают пескам желтоватый цвет, а амфиболы и пироксены – черные тона.

Анализ химического состава барханных песков показывает, что они содержат до 78% SiO₂. Однако SiO₂ встречается не только в свободном состоянии, но и в соединении с глиноземом Al₂O₃, а также входит в состав глинообразующих минералов. Присутствие CaO и MgO позволяет судить о наличии карбонатов в виде кальцита и доломита. Рентгенограммы барханных песков показаны на рис. 2.1 и 2.2.

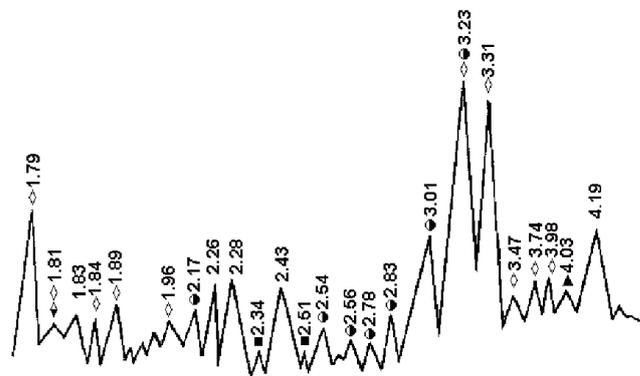


Рис. 1. Рентгенограмма барханного песка Асинского месторождения.

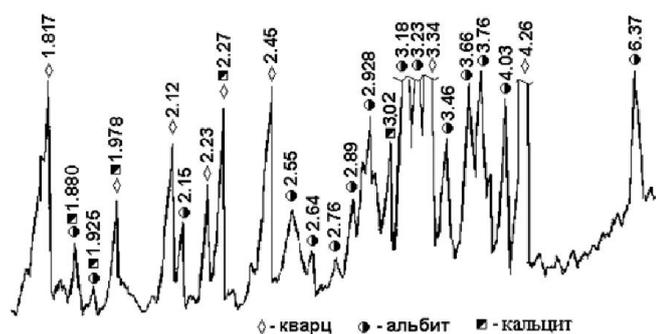


Рис. 2. Рентгенограмма барханного песка Мойынкумского месторождения.

Термографические исследования сырья. Для определения минерального состава сырьевых материалов использовали термографические исследования всех компонентов.

Термоаналитическая кривая (рис.3а), соответствует термограмме барханного песка Асинского месторождения. Наблюдаются три эндотермических эффекта, первый при 130⁰С, незначительный эффект при 580⁰С, характерный для модификационного превращения β SiO₂ в α SiO₂ и третий при 870⁰С связанный с диссоциацией карбонатов. Термоаналитическая кривая (рис.3б), соответствует термограмме барханного песка Мойынкумского месторождения. Дифференциально-термический анализ барханного песка, показывает на наличие кварца, о чем свидетельствует эндотермический эффект при температуре 580⁰С и карбонатов – кальцита, который содержится в барханном песке. Содержание кварца в барханном песке Асинского месторождения значительно меньше чем в барханном песке Мойынкумского месторождения, о чем свидетельствует эндотермический эффект при температуре 870⁰С.

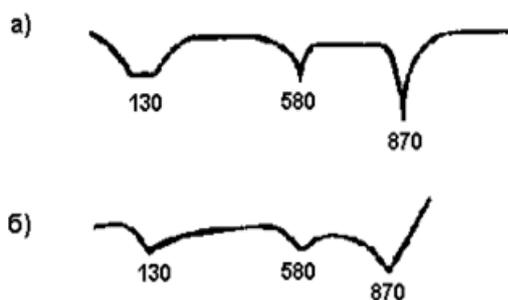


Рис. 3. Термограммы мойынкумского (а) и асинского барханных песков (б).

Химический и гранулометрический состав барханных песков приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Химический состав барханного песка

Сырье	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	mm
	Содержание в процентах									
Барханный песок Асинского месторождения	70,1	9,73	0,46	2,85	6,40	0,63	2,41	1,84	-	5,58

Таблица 2

Гранулометрический состав барханного песка

Диаметр отверстий сита, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	менее 0,14
Частные остатки на сите, %	0,24	1,36	5,89	25,76	33,53	33,22
Полные остатки на сите, %	0,24	1,6	7,49	33,25	66,78	-

Насыпная плотность барханного песка 1520кг/м³, модуль крупности 1,1. Содержание глины, ила и пыли составляет 1,46-3 %.

Для снижения энергозатрат как при приготовлении исходной шихты, так и при ее термической обработке предложена сырьевая смесь для получения теплоизоляционных стеновых обжиговых изделий и способ их изготовления. Данная смесь состоит из немолотого и молотого барханного песка, раствора R₂O – содержащего компонента, взятого в виде растворов солей, содержащих компоненты, выбранные из группы NaOH, KOH, Na₂CO₂, Na₂O·mSiO₂, NaSiO₃, NaSiO₄, NaNO₃, либо их комбинации, стеклобоя, извести и газообразователя. Теоретическими предпосылками выбора кремнеземсодержащего и щелочного компонента являлись работы В.Д. Глуховского [1-2]. Кроме того, в качестве добавок могут применяться отходы различных производств, содержащие вышеперечисленные компоненты по отдельности или в любых сочетаниях в виде растворов солей, обеспечивающих необходимую влажность формовочных смесей в соотношении, приведенном в табл. 3.

Таблица 3

Составы смесей на основе барханного песка

№ состава	Содержание компонентов сырьевой смеси, мас. %				
	Раствор соли R ₂ O – содержащего компонента (в пересчете на NaOH)	Барханный песок фракция < 2,5 мм	Молотый барханный песок 210–250 м ² /кг	Молотый стек- лобой	Молотая известь
1	3	77	10	5	5
2	4	73	12	6	5
3	5	71	14	7	5
4	6	64	16	8	5

Константа скорости полиморфного превращения кварца (в высокотемпературные модификации) при нагревании приближенно может быть вычислена по формуле:

$$K = \exp\left(D \frac{a}{0,064} - \frac{10^4 \cdot e}{T}\right) \quad (1)$$

где D – диаметр зерна, мм;

T – абсолютная температура, К;

a – постоянная которая равна для кварца – 10,7,

b – постоянная которая равна для кварца – 3,16,

Вычисленная константа скорости реакции превращения кварца для зерен диаметром 0,15 при температуре 1100°С мм – составляет 1,2 10⁻⁴.

При изучении реакции взаимодействия между Na₂CO₃ и SiO₂ при молекулярном соотношении в смеси SiO₂ Na₂CO₃, равной 4:1 и температуре 1000°С были получены величины представленные в табл. 4.

Таблица 4

Количество прореагировавшего SiO₂ от времени

Время, мин	Количество прореагировавшего SiO ₂ , доли единицы
5	0,25
10	0,29
15	0,34
20	0,38
25	0,42
30	0,48

Константы скорости для случая, когда реакция лимитируется диффузией по Будникову и Гинстлин- гу:

$$K = \frac{1 - \sqrt[3]{1 - G \cdot SiO_2} - \frac{2}{3} G \cdot SiO_2}{Z} \quad (2)$$

K при 60 мин. равна 0.36 · 10⁻⁴ т.е. скорость процесса устанавливается через 60-90 мин.

Предложенные составы позволяют получать стено- вые керамические материалы, удовлетворяющие тре- бованиям для мелкоштучных теплоизоляционных материалов (табл. 5).

Таблица 5

Основные технологические показатели теплоизоляционных материалов

Основные технологические показатели					
Плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Морозостойкость, циклы	Водопоглощение, %	Теплопроводность, Вт/мм	Температура обжига, °С
600-800	4,5-6,5	15-25	34-37	0,1-0,2	900-950

Фазовый состав обожженной керамики представ- ленной на рис. 4 в основном состоит из β – кварца (4,21; 3,29; 2,42; 2,21; 1,96; 1,80; 1,55) волластонита (2,14, 2,77) и β – кристобалита (4,42; 2,53; 2,49) на рис. 4. Образование волластонита способствует армированию структуры керамики, обусловленное игольчатым габитусом кристаллов.

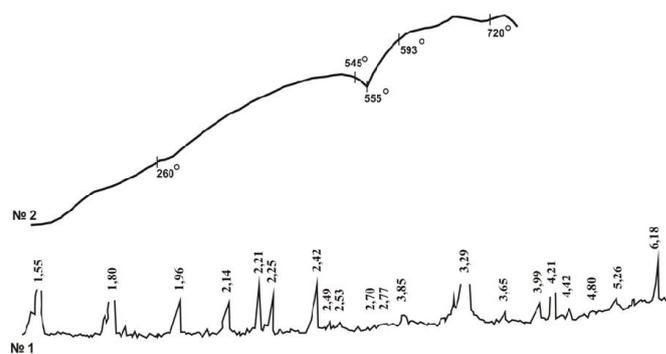


Рис. 4. Рентгенограмма и термограмма смеси на основе барханного песка.

На дериватограмме, снятой со скоростью 10°/мин отмечается эндотермический и экзотермиче- ский эффекты. Эндотермический эффект при 555°С соответствует переходу кварца из β – модификации в α – модификацию.

Применение барханных песков позволяет:

- сформировать устойчивую сырцовую структуру материала;
- отказаться от применения глинистого сырья;
- осуществить распалубку изделий через 2–3 часа после формования и интенсифицировать процесс сушки;
- повысить трещиностойкость изделий;
- снизить воздушную усадку до 2%, температуру обжига;
- получить газокерамические изделия с высокими показателями физико-технических свойств.

Литература:

1. Глуховский В.Д. Щелочные и щелочноземельные гидравлические вяжущие и бетоны. Киев, 1979, 230 с.
2. Глуховский В.Д. и др. Шлакощелочные легкие бетоны. –Ташкент: Фан. 1992

Рецензент: д.т.н., профессор Атаманова О.В.
