

Н. Г. ЧУМАЧЕНКО
М. Г. КАЛИНИНА
В. А. БУРАХТА
Н. М. БЕККАЛИЕВ

ОЦЕНКА ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

ASSESSMENT OF CLAY RAW MATERIALS OF WESTERN KAZAKHSTAN

В статье приведены результаты расчетной оценки глинистого сырья Западного Казахстана Погодаевского и Таскалинского месторождений. Расчет выполнен по химическому составу глин, ориентируясь на образование легкоплавких тройных алюмосиликатных эвтектик. По расчетным данным построены кривые динамики образований расплава, по которым определена возможная степень спекания, интервалы спекания и рекомендуемая температура обжига. Сделан прогноз по изменению свойств глинистого сырья при введении 2 % щелочных оксидов. Определены оптимальные направления использования этих глин и параметры обжига.

Ключевые слова: глинистое сырье, керамический кирпич, керамические материалы, спекание, интервал спекания, пиропластическая масса

На территории Казахстана, так же как и в Российской Федерации, наиболее распространенным природным сырьем для производства строительных материалов являются глины. Глины относятся к осадочным горным породам. Основные свойства глин, такие как пластичность, гранулометрический состав, связующая способность и др., определяются прежде всего минеральным составом. Большинство месторождений глинистого сырья имеет полиминеральный состав как по глинистым минералам, так и по составу примесей и включений.

Вид и количество глинистых минералов, примесей и включений определяют свойства глинистого сырья и направления использования глин. Наибольший объем глинистого сырья расходуется для производства керамического кирпича [1, 2]. Для каждого вида керамических материалов и изделий определены требования к глинистому сырью [3]. Также известны требования к глинам для производства портландцементного клинкера.

Для выбора направлений использования глинистого сырья в первую очередь необходимо определить стандартные свойства, знать

The article presents the results of the estimated assessment of the clay raw materials of the West Kazakhstan Pogodaevsky and Taskalinsky fields. The calculation was made by the chemical composition of clays, focusing on the formation of low-melting triple aluminosilicate eutectics. Based on the calculated data, the melt formation dynamics curves were built, from which the possible sintering degree, sintering intervals and the recommended firing temperature were determined. A forecast was made for a change in the properties of clay raw materials with the introduction of 2 % alkaline oxides. The optimal directions of use of these clays and firing parameters are determined.

Keywords: clay raw material, ceramic brick, ceramic materials, sintering, sintering interval, pyroplastic mass

химический и минеральный состав. Состав шихт, параметры обжига можно устанавливать экспериментально, варьируя рецептурой и параметрами обжига. Этот этап достаточно длительный.

Современные методы [4, 5] позволяют провести оценку глинистого сырья оперативно, используя данные по химическому и минеральному составу глин [6].

В Западном Казахстане достаточно активно изучаются свойства глинистого сырья Погодаевского и Таскалинского месторождений для производства клинкера портландцемента [7]. Химический состав этих глин представлен в табл. 1.

По [2] данные глины по содержанию Al_2O_3 относятся к основному глинистому сырью. По содержанию красящих оксидов глина Таскалинского месторождения относится к группе с весьма низким содержанием красящих оксидов (менее 1 %), а глина Погодаевского месторождения – к группе со средним содержанием красящих оксидов.

Для прогнозирования процессов, протекающих при обжиге глин, применили расчетные методики [3, 4]. Расчетные характеристики

глины Погодаевского месторождения по данным химического анализа, представленным в табл. 1, приведены в табл. 2.

Как видно из расчетных данных (см. табл. 2) и динамики образования расплава (рис. 1), из-за малого содержания модифицирующих ионов первичный расплав может образоваться только при температуре 1170 °С за счет эвтектического расплава в системе CaO-Al₂O₃-SiO₂ в количестве 2,54 %. Наличие в глине достаточно высокого содержания MgO (4,01 %) приведет к образованию эвтектического расплава в системе MgO-Al₂O₃-SiO₂, но при более высокой температуре. Полное спекание, как это видно из рис. 1, возможно при температурах выше 1400 °С.

Анализ большой выборки глинистого сырья, исследованного в различных регионах, показывает, что в большинстве глин присутствуют щелочные оксиды в количестве до 2 %, а соотношение между Na₂O и K₂O распределяется как 2:1 (табл. 3).

Если принять эти условия и провести расчет динамики образования расплава (см. табл. 2), то кривая динамики образования расплава глины Погодаевского месторождения переместится в более низкотемпературную зону, как это видно на рис. 1. И при температуре 1034 °С будет образовано более 35 % эвтектического расплава. Кроме этого, в температурном интервале 1100–1180 °С может образоваться пиропластическая масса, способная при достаточном газовыделении вспучиваться. В этом случае из глины Погодаевского месторождения можно организовать производство керамзитового гравия.

Аналогичные расчеты были проведены для глины Таскалинского месторождения. По расчетным данным построена кривая динамики образования расплава, представленная на рис. 2. В исходном составе глины (см. табл. 1) количество оксидов-плавней еще меньше, чем в глине Погодаевского место-

рождения. Поэтому процесс жидкостного спекания перемещается в более высокотемпературную зону. Даже при наличии 2 % щелочных оксидов пиропластическая масса не формируется и процесс вспучивания данной глины невозможен.

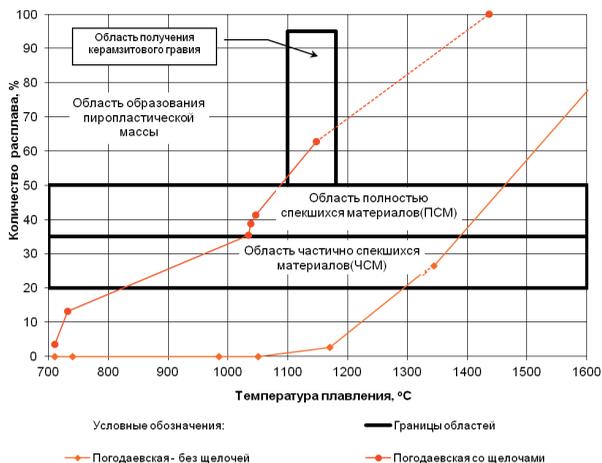


Рис. 1. Динамика образования расплава для глины Погодаевского месторождения

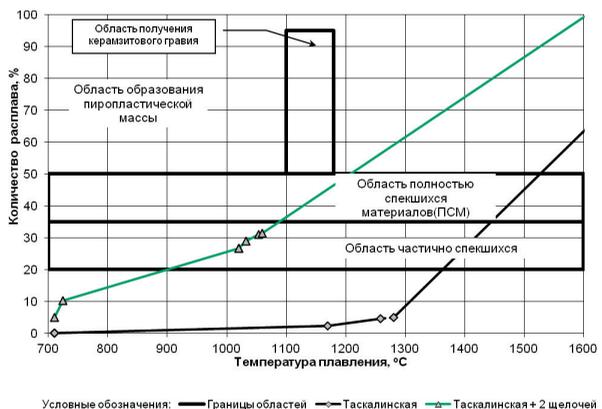


Рис. 2. Динамика образования расплава для глины Таскалинского месторождения

Таблица 1

Химический состав глинистого сырья [6]

Вид глинистого сырья	Содержание оксидов, мас. %							Потери при прокаливании	Сумма, р.
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃			
Глина Погодаевского месторождения	44,351	38,928	1,683	0,516	4,014	1,149		9,359	100,00
Глина Таскалинского месторождения	48,126	39,028	0,316	0,483	0,386	0,635		11,026	100,00

Таблица 2

Расчетные характеристики глины Погодаевского месторождения

Расчетные эвтектики	Фигура- тивные точки	Содержание эвтекти- ческого расплава, %	Химический состав, мас. %										Температура плавления эвтектик, °С	Доля температуры, °С	Температура плавления, °С				
			SiO ₂ свобод- ное	SiO ₂ общее	SiO ₂ расчёт- ное	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O				R ₂ O	Орга- ника	ППП +SO ₃	
Исходный состав		100,00	44,35	44,35	44,35	38,93	1,68	-	0,52	4,01	-	-	-	-	-	10,51			
Промежуточный		89,49	-	44,35	44,35	38,93	1,68	-	0,52	4,01	-	-	-	-	-				
Состав для расчета		100,00	-	49,55	43,50	1,88	-	0,59	4,48										
K ₁	1	0																	
N ₁		0																	
K ₁ +N ₁	2	0																	
K ₂		0																	
N ₂		0																	
K ₂ +N ₂	3	0																	
F ₁									-										
K ₂ +N ₂ +F ₁	4	0							-										
C ₁		2,54							0,59	-	-	-	-	-	-		1170	29,7	
K ₂ +N ₂ +F ₁ +C ₁	5	2,54	-	1,58	0,37	-	-	-	0,59	-	-	-	-	-	-		1170	29,7	
M ₁		22,08		13,57	4,03					4,48							1345	297	
K ₂ +N ₂ +F ₁ +C ₁ +M ₁ (состав эвтектического расплава)	6	24,62	-	15,15	4,40	-	-	-	0,59	4,48								326,7	1327
Нерастворившийся остаток	-	75,38	-	34,40	39,10	1,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Плавление Fe ₂ O ₃	-	1,88	-	-	-	1,88												29,4	1562
...+ Fe ₂ O ₃	7	26,50	-	15,15	4,40	1,88	-	0,59	4,48									356,1	1344
Алюмосиликатный остаток	-	73,50		34,40	39,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			1357	1847
Расплав	8	100,00	-	49,55	43,50	1,88	-	0,59	4,48									1713,3	

Таблица 3

Расчетные характеристики глины Погодаевского месторождения при восстановлении оксида железа и наличии щелочей

Расчетные эвтектики	Фигура- тивные точки	Содержание эвтекти- ческого расплава, %	Химический состав, мас. %										Температура плавления эвтектик, °С	Доля температуры, °С	Температура плавления, °С			
			SiO ₂ свобод- ное	SiO ₂ общее	SiO ₂ расчет- ное	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O				R ₂ O	Орга- ника	ГПП +SO ₃
Исходный состав		100,00		44,35	44,35	38,93	1,68	-	0,52	4,01	-	-	-	-	-	10,51		
Промежуточный		91,99		-	44,35	38,93	-	1,52	0,52	4,01	1,92	0,74	-	-	-			
Состав для расчета		100,00		-	48,21	42,31	-	1,66	0,57	4,36	2,08	0,81	-	-	-			
K ₁	1	3,55			2,61	0,13	-	-	-	-	-	0,81	-	-	-	710	25,2	
N ₁		9,69			7,15	0,46	-	-	-	-	2,08	-	-	-	-	740	71,7	
K ₁ +N ₁	2	13,24			9,76	0,59	-	-	-	-	2,08	0,81	-	-	-	985	85,2	732
K ₂		8,65			6,89	0,95	-	-	-	-	-	0,81	-	-	-	1050	280,4	
N ₂		26,70			21,02	3,60	-	-	-	-	2,08	-	-	-	-			
K ₂ +N ₂	3	35,35			27,91	4,55	-	-	-	-	2,08	0,81	-	-	-	1073	365,6	1034
F ₁		3,50			1,40	0,44	-	1,66	-	-	-	-	-	-	-			
K ₂ +N ₂ +F ₁	4	38,85			29,31	4,99	-	1,66	-	-	2,08	0,81	-	-	-			1038
C ₁		2,46			1,52	0,37	-	-	0,57	-	-	-	-	-	-	1170	28,8	
K ₂ +N ₂ +F ₁ +C ₁	5	41,31			30,83	5,36	-	1,66	0,57	-	2,08	0,81	-	-	-			1046
M ₁		21,49			13,2	3,93	-	-	-	4,36	-	-	-	-	-	1345	289	
K ₂ +N ₂ +F ₁ +C ₁ +M ₁ (состав эвтектического расплава)	6	62,8			44,03	9,29	-	1,66	0,57	4,36	2,08	0,81	-	-	-			1148
Нерастворившийся Алюмосиликатный остаток	-	37,2			4,18	33,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1923	715	
Расплав	7	100,00			48,21	42,31	-	1,66	0,57	4,36	2,08	0,81	-	-	-			1436

Выводы. 1. Выполнена расчетная оценка глинистого сырья Западного Казахстана двух месторождений.

2. Расчетами и графической оценкой установлено следующее:

а) Глины Таскалинского и Погодаевского месторождений в чистом виде, без корректирующих добавок, нельзя рекомендовать для производства спекшейся строительной керамики – керамического кирпича, черепицы, керамической плитки, так как они не содержат нужного для процесса спекания количества оксидов-плавней.

б) При введении в глину Таскалинского месторождения 2 % щелочей процесс спекания смещается в низкотемпературную зону. При температуре около 1000 °С возможно производство частично спекшейся, пористой керамики, а при температуре обжига 1150–1200 °С – производство полностью спекшихся керамических изделий.

в) Динамика образования расплава в глине Погодаевского месторождения без корректирующих добавок аналогична глине Таскалинского месторождения с небольшим смещением в низкотемпературную зону. При введении в глину Погодаевского месторождения 2 % щелочей количество эвтектического расплава становится более 50 % и может привести к образованию пиропластической массы, способной вспучиваться. В данном случае глину с такой добавкой можно рекомендовать для производства керамзитового гравия.

3. Для определения перспектив использования глин каждого конкретного месторождения необходимо при исследовании выполнять полный химический анализ, включая содержание не только SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, FeO (или Fe₂O₃ и органики), но и Na₂O, K₂O.

4. Расширить возможности природного сырья можно за счет направленной корректировки глин техногенным сырьем – промышленными отходами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семёнов А.А. Тенденции развития кирпичной промышленности и кирпичного домостроения в России // Строительные материалы. 2018. № 8. С. 49–51. DOI: 10.31659/0585-430X-2018-762-8-49-51.

2. Чумаченко Н.Г., Тюрников В.В., Калинина М.Г. Отвалы и захоронения из отходов Сокского карьера карбонатных пород // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 60–66. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.8.

3. ГОСТ 9169-2021. Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация.

4. Natalia Chumachenko, Vladimir Turnikov, Vladimir Kuzmin Using the calculation method for low-

melting clay assessment // MATEC Web of Conferences Volume 196 (2018) XXVII R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP) (TFoCE 2018) Rostov-on-Don, Russia, September 17–21, 2018 DOI: 10.1051/mateconf/201819604014.

5. Чумаченко Н.Г. Возможности программного комплекса для оценки минерального алюмосиликатного сырья // Вестник Приволжского территориального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук: сб. науч. тр. Вып. 20. Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. С. 207–212.

6. Чумаченко Н.Г., Петрова Е. В., Безгина Л. Н. Исследование стабильности химического состава глинистого сырья Самарской области // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей [Электронный ресурс] / под ред. М.И. Бальзаникова, К.С. Галицкова, А.К. Стрелкова; СГАСУ. Самара, 2016. С. 18–22.

7. Буряхта В.А., Джубаналиева А.М. Исследование химического состава сырья Западно-Казахстанской области для использования в производстве портландцемента // Хабаршы: Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2017. Ч. I, № 2 (117). С. 141–145.

REFERENCES

1. Semenov A.A. Trends in the development of the brick industry and brick housing construction in Russia. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials], 2018, no. 8, pp. 49–51. (in Russian) DOI: 10.31659/0585-430X-2018-762-8-49-51

2. Chumachenko N.G., Tyurnikov V.V., Kalinina M.G. Dumps and Landfills from of Carbonate Rock Waste of the River Sok Quarry. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 62–66. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.8

3. GOST 9169-2021. Clay raw materials for the ceramic industry. Classification. (In Russian)

4. Natalia Chumachenko, Vladimir Turnikov, Vladimir Kuzmin. Using the calculation method for low-melting clay assessment. MATEC Web of Conferences Volume 196 (2018) XXVII R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP). Rostov-on-Don. 2018. DOI: 10.1051/mateconf/201819604014

5. Chumachenko N.G. Possibilities of software complex for evaluation of mineral aluminosilicate raw materials. *Vestnik Privolzhskogo territorial'nogo otdeleniya Rossijskoj akademii arhitektury i stroitel'nyh nauk: sb. nauch. tr.* [Bulletin of the Volga Territorial Branch of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences: Scientific. tr.], N. Novgorod: NNGASU, 2017, Iss. 20, pp. 207–212. (In Russian).

6. Chumachenko N.G., Petrova E.V., Bezgina L.N. Study of the stability of the chemical composition of clay raw materials of the Samara region. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'nye tehnologii: sbornik statej* [Traditions and innovations in construction and

architecture. Building Technology: A Collection of Articles], Samara, SGASU, 2016, pp. 18–22. (In Russian).

7. Burakhta V.A., Dzhubanalieva A.M. Study of chemical composition of raw materials of West Kazakhstan region for use in Portland cement production. *Habarshy: Vestnik ENU im. L.N. Gumileva* [Khabarshi: Bulletin of the ENU named after L.N. Gumilyova], 2017, no. 2(117), pp. 141–145.

Об авторах:

ЧУМАЧЕНКО Наталья Генриховна

доктор технических наук, профессор,
заведующая кафедрой производства строительных
материалов, изделий и конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: uvarovang@mail.ru

КАЛИНИНА Мария Григорьевна

аспирант кафедры производства строительных
материалов, изделий и конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: uporova97@mail.ru

БУРАХТА Вера Алексеевна

доктор химических наук, профессор,
проректор по научной работе
и международным связям
Западно-Казахстанский инновационно-
технологический университет
090000, Республика Казахстан, г. Уралск,
пр. Достык-Дружба, 194
E-mail: vburakhta@mail.ru

БЕККАЛИЕВ Нурлан Мейрамович

магистр технических наук,
старший преподаватель кафедры нефтегазового
дела и отраслевых технологии
Западно-Казахстанский инновационно-
технологический университет
090000, Республика Казахстан, г. Уралск,
ул. Ихсанова, 44
E-mail: nurlan_b-90@mail.ru

CHUMACHENKO Natalia G.

Doctor of Engineering Science, Professor, Head of the
Production of Building Materials, Products and Structures
Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: uvarovang@mail.ru

KALININA Maria G.

Postgraduate student of the Production of Building
Materials, Products and Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: uporova97@mail.ru

BURAKHTA Vera A.

Doctor of Chemical Sciences, Professor,
Vice-Rector for scientific work and international relations
West Kazakhstan Innovation and Technology University
090000, Republic of Kazakhstan, Uralsk,
pr. Dostyk-Druzhba, 194
E-mail: vburakhta@mail.ru

BEKKALIEV Nurlan M.

Master of Engineering Science,
Senior Lecturer of the Oil and Gas Business and Industry
Technologies Chair
West Kazakhstan Innovation and Technological
University
090000, Republic of Kazakhstan, Uralsk, Ihsanova str., 44
E-mail: nurlan_b-90@mail

Для цитирования: Чумаченко Н.Г., Калинина М.Г., Бурахта В.А., Беккалиев Н.М. Оценка глинистого сырья Западного Казахстана // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 3. С. 59–64. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.03.08.

For citation: Chumachenko N.G., Kalinina M.G., Burakhta V.A., Bekkaliev N.M. Assessment of clay raw materials of Western Kazakhstan. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 3, pp. 59–64. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.03.08.