

Р. И. Саяхов, А. М. Салахов

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ОКСИДА КАЛЬЦИЯ НА СВОЙСТВА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ГЛИНЫ ХЛЫСТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ключевые слова: глина, оксид кальция, модифицирование, клинкер.

Изучено влияние добавки оксида кальция на физические свойства глины Хлыстовского месторождения при температуре обжига 950-1150 °С. Получено изделие насыщенного зелёного цвета, обладающее улучшенными техническими и прочностными характеристиками, по сравнению с предъявляемыми к керамическому кирпичу согласно ГОСТ 530-2012.

Keywords: clay, calcium oxide, modification, clinker.

The effect of the addition of calcium monoxide on the physical properties of clay of Khlystovsky deposits firing at 950-1150 °C has been studied. Empirically obtained a saturated green product that has improved mechanical strength properties than ceramic bricks by GOST 530-2012.

### Введение

Сегодня керамическая промышленность в нашей стране развивается активными темпами. За минувший год рынок производства керамического кирпича в нашей стране вырос почти на 10%, а проведение спортивных мероприятий мирового масштаба обеспечивает рынок строительных материалов небывалым спросом.

На территории Республики Татарстан было разведано очень крупное месторождение кирпичных глин и суглинков в Елабужском районе (Хлыстовское месторождение). По результатам разведки, запас глинистого сырья этого месторождения составляет более 6 млн. кубических метров. Однако, сейчас эта глина используется, в основном, лишь ОАО «Елабужская керамика» для производства полнотелого керамического кирпича марок М100-150. Целью данной работы является исследование влияния добавки СаО на свойства конечного керамического продукта. Это позволит выявить возможность дальнейшего расширения области применения глины данного месторождения в отечественной керамической промышленности.

### Экспериментальная часть

Минеральный состав глины представлен на рис. 1. Исследования проводились на порошковом рентгеновском дифрактометре D2 Phaser (Брукер). Анализ выполнен в программе Difrac.eva по пиковым значениям межплоскостных отражений без учета аморфной составляющей образца. Для изучения свойств глины Хлыстовского месторождения была изготовлена серия из пяти образцов без каких либо добавок (серия Р0). Отобранные пробы глины, для достижения максимальной гомогенизации, тщательно измельчались и просеивались через сито с диаметром отверстий 1 мм. Из просеянной массы, при давлении 80 МПа, методом компрессионного формования из полусухих масс формировались образцы, влажность составляла 10% масс. Полученные образцы обжигались при температуре  $T_{обж}$  950-1150°С в муфельной печи LOIP LF-7/13, время обжига 4 часа. Характери-

стики полученных образцов представлены в таблице 1.



Рис. 1 – Минеральный состав глины Хлыстовского месторождения

В качестве добавок были взяты оксиды кремния и кальция, т.к. они являются составными частями основных промышленных технологических добавок. С каждым из оксидов было приготовлено по три серии образцов, содержащих 2%, 5% и 10% добавки. Условия и метод формования, количество добавленной воды, температуры и время обжига аналогичны образцам серии Р0.

По результатам обжига, наиболее интересные превращения были обнаружены в композициях, содержащих 5% (образец Р8-0) и 10% (образец Р9-0) СаО и обжигавшихся при температуре 1150 °С. После обжига образцы приобрели насыщенную окраску. На территории Республики Татарстан нет производства керамических изделий, зеленый цвет которых был бы обусловлен их фазовым составом, а не искусственной пигментацией или поверхностной обработкой изделия. Это является еще од-

ной немаловажной причиной выбора в качестве объекта исследования модификатор оксид кальция.

**Таблицы 1 – Физические свойства керамических изделий из глины Хлыстовского месторождения**

	Т об-жиг, °С	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Линейная усадка, %	Водопоглощение, %
<b>P0-I</b>	950	1,90	0	12,2
<b>P0-II</b>	1000	1,90	0	12,2
<b>P0-III</b>	1050	1,92	0	11,0
<b>P0-IV</b>	1100	1,99	2,0	7,9
<b>P0-V</b>	1150	1,97	5,2	1,3

Для выявления влияния объёмных эффектов на насыщенность цвета и получения более корректных результатов испытаний образцов на прочность на сжатие, нами была увеличена масса навески более чем в два раза. Таким образом, масса обожженных образцов увеличилась с 50-70 г до 160-180 г.

Для образца с максимальной температурой обжига и максимальной концентрацией добавки наблюдается деформация вследствие частичного подплавления. Поэтому максимальная  $T_{обж}$  была снижена с 1150 °С до 1130 °С. Данные по полученным образцам приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Физические свойства керамических изделий из глины Хлыстовского месторождения с добавкой CaO**

	CaO, % масс.	$T_{обж}$ , °С	Усадка, %	Плотность г/см <sup>3</sup>	Водопоглощение, %
<b>P7-I</b>	2	950	0	1,83	13,9
<b>P7-II</b>		1000	0	1,84	14,4
<b>P7-III</b>		1050	0	1,84	14,8
<b>P7-IV</b>		1100	2,57	2,02	8,64
<b>P7-0</b>		1150	6,72	2,27	1,3
<b>P8-I</b>	5	950	0	1,84	14,8
<b>P8-II</b>		1000	0	1,83	14,2
<b>P8-III</b>		1050	0	1,84	14,6
<b>P8-IV</b>		1100	2,17	1,92	-
<b>P8-0</b>		1150	6,92	2,25	1,59
<b>P9-I</b>	10	950	0	1,78	15,6

<b>P9-II</b>		1000	0	1,78	17,0
<b>P9-III</b>		1050	0	1,78	14,5
<b>P9-IV</b>		1100	0,2	1,83	8,1
<b>P9-0</b>		1150	1,19	2,30	1,49
<b>P8-VI</b>		5	1150	4,94	2,16
<b>P8-VII</b>	1150		5,14	2,14	1,82
<b>P8-VIII</b>	1130		7,11	2,28	1,95
<b>P8-IX</b>	1130		4,54	2,07	7,18
<b>P1-0-I</b>	1150		5,93	2,09	7,22
<b>P1-0-II</b>	1130		5,14	2,09	7,31
<b>P1-1-I</b>	1150		5,93	2,22	1,25
<b>P1-1-II</b>	1130		5,73	2,20	3,31
<b>P1-2-I</b>	1130		7,11	2,28	3,52
<b>P1-3-I</b>	1130		7,12	2,26	-
<b>P1-4-I</b>	1130	7,15	2,24	-	

## Результаты и их обсуждение

Опытным путём было установлено, что равномерное распределение зелёного минерала по образцу достигается при концентрации CaO в 4%. С увеличением концентрации цвет становится более ярким и насыщенным и достигает своего пика при добавке CaO равной 8%. Выше этой концентрации при  $T_{обж}$  1100-1130 °С образцы начинают оплаиваться и деформироваться.

Образцы были выборочно исследованы на прочность на сжатие. Так, образцы содержащие 5% CaO имеют прочность не менее 45 МПа, а максимальное значение для этой концентрации составило 94 МПа. Для образцов, содержащих в своём составе 8% CaO, прочность составила около 870 МПа.

По показаниям плотности, водопоглощения и прочности, композиция глины Хлыстовского месторождения и оксида кальция, обжигающаяся при  $T_{обж} > 1100^{\circ}\text{C}$ , может быть использована в строительстве в качестве клинкерного кирпича.

## Выводы

Экспериментально доказано, что глина Хлыстовского месторождения обладает потенциалом для использования в производстве клинкерного кирпича, а её сочетание с добавкой оксида кальция придаёт изделиям, помимо высоких прочностных характеристик, особые эстетические свойства. Зелё-

ный цвет играет важную роль в культуре и духовной жизни Республики Татарстан.

В Российской Федерации нет единого ГОСТа для клинкерного кирпича, однако, по немецким стандартам, клинкерным кирпичом считаются изделия, обладающие плотностью выше  $2 \text{ г/см}^3$ , водопоглощением ниже 5% и имеющие прочность на сжатие выше 35 МПа. Все полученные нами образцы удовлетворяют этим требованиям.

### Литература

1. Сайфуллин Р.С., Сайфуллин А.Р. Современная химико-физическая энциклопедия-лексикон. Справочное и

учебной издание. – Казань: Издательство «Фэн» АН РТ, 2010. – 696 с. + вкл. 68 с.

2. Салахов А.М., Салахова Р.А. Инновационные материалы: современная керамика. Научное издание. – Казань: Издательский дом «Парадигма», 2012. – 360с.

3. Фасеева Г.Р., Салахов А.М., Нафиков Р.М., Хауринов А.И. Влияние карбонатсодержащих пород на свойства керамических материалов / Вестник Казанского технологического университета. 2010, в.8, с.230-235.

4. Салахов А.М., Тагиров Л.Р., Салахова Р.А., Фасеева Г.Р., Хауринов А.И. Повышение прочности изделий строительной керамики: от теории к практике / Вестник Казанского технологического университета. 2011, в.17, с.18-22

---

© Р. И. Саяхов – студ. каф. технологии неорганических веществ и материалов КНИТУ, ruslan1414\_1992@mail.ru; А. М. Салахов – канд. техн. наук, доц. той же кафедры, salakhov8432@mail.ru.