

УДК 691.44

Мавлюбердинов А.Р. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: mazatr73@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

К вопросу изучения теплопроводности керамических пористо-пустотелых материалов

Аннотация

Целью работы является изучение механизмов снижения средней плотности керамического черепка при введении в состав сырьевой шихты выгорающих добавок органического происхождения и как следствие улучшения его теплофизических характеристик.

В данной работе рассматриваются вопросы получения керамического пустотело-пористого кирпича из местного глинистого сырья, выгорающих добавок органического происхождения и отходов промышленности. Рассмотрено изменение теплопроводности в зависимости от количества вводимых выгорающих добавок в составы сырьевых смесей.

Результатом работы является получение керамического кирпича с улучшенными теплофизическими характеристиками.

Ключевые слова: керамические изделия, кирпич, подмыльный щелок, теплопроводность, средняя плотность.

В настоящее время в связи с повышающимися требованиями к теплоизоляции ограждающих конструкций зданий необходим перевод промышленности керамических строительных материалов на выпуск стеновых эффективных пористо-пустотелых материалов и изделий [1].

Ряд научных исследований и производственный опыт показывает эффективность введения для получения пористого кирпича различных выгорающих добавок, таких как угольная мелочь, лигнин, древесные опилки и волокна, отходы переработки продуктов растительного происхождения [2-6].

Для снижения средней плотности керамического черепка предлагается вводить в состав сырьевой шихты предлагается вводить наряду с древесными опилками солому, торф, листву деревьев, хвойные иглы, шелуху гречихи, лузгу от семян подсолнечника, древесную пыль и др. Выгорая, эти добавки оставляют в толще материала сеть незамкнутых пор с неровной поверхностью.

С целью снижения средней плотности черепка до 1300 кг/м^3 и теплопроводности до $0,35 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ в составы сырьевых шихт на основе малопластичного глинистого сырья (с числом пластичности – 7) вводить в количестве до 50 % в составы сырьевой шихты смесь выгорающих добавок из опилок лиственных пород деревьев и активного ила. При этом использование ила в качестве выгорающей добавки, пластификатора и ПАВ позволили повысить прочность товарной продукции с 7,5 до 20,0 МПа.

Основным фактором, определяющим теплопроводность материала является его пористость. Теплопроводность пористых материалов зависит от объема пор, их вида и характеристик пористой структуры. Теплопроводность материалов изменяется

Наиболее полное представление о зависимости коэффициента теплопроводности от степени пористости материала дал Георгиевский Н.Н. [7]. Некрасовым В.П., Кауфманом Б.П., Власовым О.Е. предложены эмпирические зависимости для определения теплопроводности неорганических материалов [8].

Целью исследований является получение пористо-пустотелого кирпича на основе местного глинистого сырья со средней плотностью менее 1000 кг/м^3 и улучшение его физико-механических и теплотехнических характеристик.

В исследованиях было использовано средне- и умереннопластичное, низкодисперсное, легкоплавкое глинистое сырье Приказанской зоны РТ. Для уменьшения средней плотности и регулирования пористости черепка в состав шихты вводили добавки в виде шелухи гречихи; древесной пыли; опилок, а для регулирования прочности черепка – подмыльный щелок.

Шелуха гречихи является вторичным продуктом сельхозперерабатывающей промышленности РТ, а опилки и древесная пыль побочными продуктами предприятий деревообрабатывающей индустрии РТ.

Для исследований возможности максимального снижения средней плотности черепка за счет введения вышеуказанных органических порообразующих добавок изготавливались контрольные образцы в виде кубиков размером 50x50x50 мм, которые готовились по следующей технологии.

Глину предварительно подсушивали и размалывали на лабораторных бегунах. Компоненты сырьевых шихт дозировались, увлажнялись до формовочной влажности, вылеживались в течении 48 часов для равномерного увлажнения. Затем формовались образцы, которые высушивались и обжигались в лабораторной электропечи.

Определение основных физико-механических характеристик обожженных образцов осуществлялось согласно требованиям нормативных документов.

По результатам испытаний контрольных образцов были построены зависимости прочности и плотности от количества вводимых органических порообразующих добавок и выявлены их оптимальные дозировки. Нами определено, что прочность изделий в 7,5 МПа достигается при введении в состав шихты шелухи гречихи в количестве 20, или опилок – 15, или древесной пыли – 10 % от расхода глины, но при этом средняя плотность кирпича по сравнению с нулевым составом (без добавок) снижается с 1900-1700 кг/м³. Если в качестве аналога брать «Унипор», «Термопор», «Поротон» у которых минимальная прочность в 4 МПа при плотности 800 кг/м³, то она достигается при введении в состав шихты шелухи гречихи в количестве 40, или опилок – 32, или древесной пыли – 20 %. При этом плотность принимает значения 1150, 1230, 1000 кг/м³ соответственно.

Дальнейшее снижение средней плотности до значений менее 1000 кг/м³ достигается созданием пустотности свыше 36 %, согласно ГОСТ 530-2012.

Известно, что с увеличением количества органических добавок, вводимых в шихту уменьшается средняя плотность изделий, а следовательно улучшаются теплофизические свойства, но к сожалению снижается прочность. Поэтому в целях улучшения физико-механических характеристик керамического черепка рекомендуется вводить в составы шихт флюсующие компоненты, такие как техническая сода, подмыльный щелок, отходы травления алюминия, отходы гальванического производства, осадки сточных вод, шлам от процесса дубления кожи и т.д.

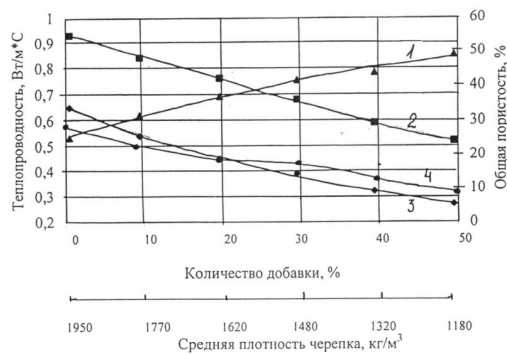
Нами проведены исследования повышения прочности пористого черепка, путем введения подмыльного щелока.

Подмыльный щелок, являющийся побочным продуктом промышленности, плотностью 1,05-1,2 гр/см², представленный следующими компонентами, мас. %: хлорид натрия – 15, свободная едкая щелочь – 1,2, свободная углекислая сода – 1,5, жирные кислоты – не более 1, вода – остальное.

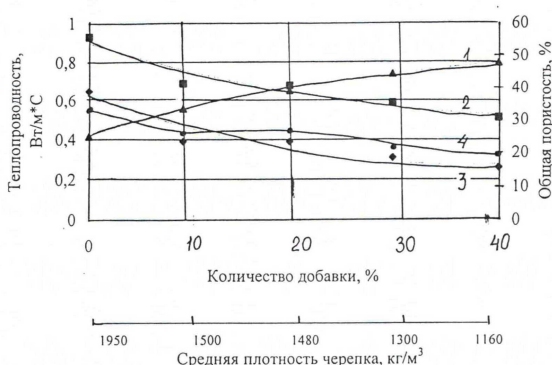
Подмыльный щелок добавлялся в составы шихт в количестве от 0 до 3 % от массы глины с шагом 0,5. Контрольные образцы обжигались при температурах 900, 950, 1000, 1050 °С.

Введение подмыльного щелока позволило компенсировать потерю прочности керамического черепка.

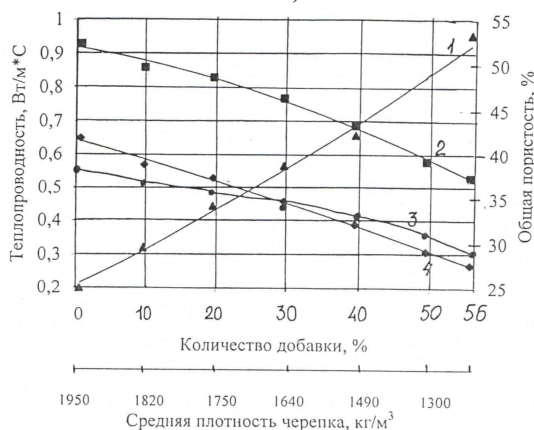
В наших исследованиях по эмпирическим зависимостям В.П. Некрасова, Б.Н. Кауфмана, О.Е. Власова определялась теплопроводность и построены зависимости влияния средней плотности черепка и количества выгорающих добавок на теплопроводность и общую пористость керамического черепка. На рис. представлены эмпирические зависимости теплофизических характеристик изделий, изготовленных на основе среднепластичной глины.



а)



б)



в)

Рис. Влияние количества шелухи гречихи (а), древесной пыли (б) и древесных опилок (в) на теплопроводность, общую пористость и среднюю плотность пористого черепка, изготовленного на основе среднепластичной Сарай-Чекурчинской глины: 1 – общая пористость; 2,3,4 – теплопроводности рассчитанные по формулам Некрасова В.П., Кауфмана Б.Н. и Власова О.Е. соответственно

Из представленных зависимостей видно, что с повышением в составы сырьевых шихт количества шелухи гречихи в количестве от 0 до 56 %, и соответствующего уменьшения при этом средней плотности черепка с 1950 до 1200 кг/м³, теплопроводность, определенная по формуле В.П. Некрасова снижается с 0,93 до 0,53; по формуле Б.Н. Кауфмана – с 0,65 до 0,27, а по формуле О.Е. Власова – с 0,58 до 0,31 Вт/м*°С.

Увеличение вводимых в составы сырьевых смесей древесных опилок в количестве от 0 до 50 % снижает среднюю плотность черепка с 1950 до 1180 кг/м³. При этом теплопроводность, определенная по формуле В.П. Некрасова снижается с 0,93 до 0,53; по формуле Б.Н.Кауфмана – с 0,65 до 0,27, а по формуле О.Е. Власова – с 0,58 до 0,31 Вт/м*°С.

С увеличением в составах сырьевых смесей древесной пыли от 0 до 40 % снижает среднюю плотность черепка с 1950 до 1160 кг/м³. При этом теплопроводность, определенная по формуле Некрасова В.П. снижается с 0,93 до 0,51; по формуле Кауфмана Б.Н. – с 0,65 до 0,26, а по формуле Власова О.Е – с 0,58 до 0,29 Вт/м*°С.

Результаты расчетов теплопроводности при введении в составы сырьевых смесей шелухи гречихи (Ш.Г.), древесных опилок (Д.О.), древесной пыли (Д.П.) по эмпирическим формулам керамических изделий на основе умереннопластичной и малопластичной глин приведены в таблице.

Таблица

№ п/п	Состав шихты, %				Средняя плотность черепка, кг/м ³	Общая пористость, %	Теплопроводность, рассчитанная по формулам:		
	Глина	Ш.Г.	Д.О.	Д.П.			Некрасова В.П.	Кауфмана Б.Н.	Власова О.Е.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Умереннопластичная (Шеланговская) глина									
1	100	-	-	-	1920	26,2	0,92	0,63	0,57
2	90	10	-	-	1820	30	0,86	0,57	0,53
3	80	20	-	-	1700	34,6	0,79	0,49	0,48
4	70	30	-	-	1570	40,4	0,73	0,43	0,44
5	60	40	-	-	1450	44,2	0,66	0,37	0,40
6	54	43	-	-	1430	46,1	0,65	0,36	0,39
7	90	-	10	-	1770	31,9	0,84	0,54	0,51
8	80	-	20	-	1600	38,4	0,74	0,44	0,45
9	70	-	30	-	1460	43,8	0,67	0,38	0,40
10	66	-	34	-	1400	46,6	0,64	0,35	0,38
11	90	-	-	10	1700	34,6	0,79	0,49	0,48
12	80	-	-	20	1480	41,9	0,68	0,39	0,41
13	75	-	-	25	1370	44,2	0,62	0,34	0,37
Малопластичная (Коцаковская) глина									
14	100	-	-	-	1800	35,7	0,85	0,56	0,52
15	90	10	-	-	1690	40,7	0,79	0,49	0,48
16	80	20	-	-	1590	42,4	0,74	0,44	0,44
17	78	22	-	-	1530	47,1	0,71	0,41	0,42
18	90	-	10	-	1580	43,6	0,73	0,43	0,44
19	82	-	18	-	1500	48,2	0,69	0,39	0,41
20	90	-	-	10	1460	49,3	0,67	0,38	0,40
21	78	-	-	12	1440	50,5	0,66	0,37	0,39

Анализ представленных в таблице данных показал, что с введением в это же глинистое сырье древесных опилок в количестве до 34 % снижается средняя плотность на 27,1 %, теплопроводность на 33,3 % и повышается общая пористость на 43,8 %, а с введением древесной пыли – до 25 % снижается теплопроводность пористого черепка на 35,1 %. Введение в малопластичную глину тех же добавок в оптимальных количествах позволяет снизить теплопроводность на 19,2; 21,6 и 25,0 % соответственно.

Таким образом расчетная минимальная теплопроводность пористого черепка, полученного путем введения в обычные средне-, умеренно- и малопластичные глины большого объема выгорающих добавок равна 0,27 Вт/м*°С.

Список библиографических ссылок

1. Мавлюбердинов А.Р. Автореф. дисс. канд. техн. наук, КГАСА. – Казань, 2001. – 19 с.
2. Способ производства керамического кирпича: пат. РФ № 2089526 С04В 33/02; опубл. 10.09.97, Бюл. № 25. – 6 с.

3. Способ приготовления шихты для изготовления керамики: Авт. свид. СССР № 761441 C04B 33/02; опубл. 04.09.80. Бюл. № 13. – 2 с.
4. Керамическая масса для изготовления строительных изделий: Авт. свид. СССР № 658111; опубл. 25.04.79. Бюл. № 15. – 4 с.
5. Пористый глиняный кирпич: Заявка ФРГ 3518318, C04B 38/06; опубл. 27.11.86. Бюл. № 27. – 9 с.
6. Способ изготовления дырчато-пустотелого кирпича: Авт. свид. СССР № 1738793 C04B 33/02; опубл. 07.06.92. Бюл. № 21. – 4 с.
7. Георгиевский Н.Н. Журнал русского физ.-хим. общества, 1903, вып. 8. – 35 с.
8. Комохов П.Г., Грызлов В.С. Структурная механика и теплофизика легкого бетона. Вологодский научный центр, 1992. – С. 121-137.

Mavliuberdinov A.R. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: mazatr73@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

On the question of studying the thermal conductivity of ceramic hollow-porous materials

Resume

At the present stage of construction materials is urgent issue of effective hollow-porous ceramic materials. Using wall ceramic materials can improve the effective thermal properties of wall fences.

The aim is to study the mechanisms of reduction of the average density of the ceramic shard with the introduction of the raw batch burnout agents of organic origin, such as buckwheat hulls, sawdust, and wood dust.

With increasing amount of organic additives injected into the charge are reduced average density products and, hence improved thermal properties, but unfortunately reduces strength. Therefore, in order to improve the physical and mechanical characteristics of the ceramic crock should enter in the raw mixtures fluxing components. Introduction sub soap liquor helped to compensate for the loss of strength of the ceramic crock

The thermal conductivity of ceramic products was calculated from the empirical relationships Nekrasov V.P., Kaufmann B.N., Vlasov O.B. thermal conductivity was calculated and plotted curves of the effect of the average density and the number of crock burnout agents in the form of buckwheat hulls, wood chips and wood dust on the thermal conductivity and total porosity ceramic crock.

The result of the research is to obtain a ceramic brick with improved thermal characteristics.

Keywords: pottery, brick, sub soap lye, heat conductivity, average density.

Reference list

1. 1 Mavlyuberdinov A.R.. Author. diss. Candidate. tehn. Sciences, KSABA. – Kazan, 2001. – 19 p.
2. The method of manufacturing a ceramic brick: stalemate. Ros.Federatsiya number 2089526 C04B 33/02; publ. 09.10.97, Bull. № 25. – 6 p.
3. Method of preparation of the charge for the manufacture of ceramics: Avt. свид. USSR № 761441 C04B 33/02; publ. 9.4.80. Bull. № 13. – 2 p.
4. Ceramic weight for the manufacture of construction products: Avt.svid. USSR number 658111; publ. 04/25/79. Bull. № 15. – 4 p.
5. Porous clay brick: DE-3518318, C04B 38/06; publ. 27.11.86. Bull. № 27. – 9 p.
6. A method of manufacturing a holey-brick: Avt.svid. USSR № 1738793 C04B 33/02; published on 07/06/92. Bull. № 21. – 4 p.
7. Georgievskii N.N. Journal of Russian Physicochemical. Society, 1903, Vol 8. – 35 p.
8. Komohov P.G., Gryzlov V.S. Structural mechanics and thermal physics of light concrete. Vologda Research Center, 1992. – P. 121-137.