

формой: пат. 121992, Рос. Федерация. № 2009113311/22; заявл. 10.04.12; опубл. 20.11.12.

6. Иванов В.А., Сухих А.Н., Степанищева М.В. Повышение эффективности работ лесозаготовительных предприятий путем совершенствования технологии сбора и переработки плавающей древесины // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2011. № 7. С. 166-170.

7. Сухих А.Н., Иванов В.А., Сыромаха С.М. Обоснование технологических параметров универсальной лесозаготовительной машины в условиях лесозаготовительного производства Иркутской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2010. № 7. С. 133-140.

8. Сухих А.Н. Разработка универсальных лесозаготовительных машин и методики оптимизации технологического процесса лесозаготовок ЛПК Иркутской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. № 2 (41). С. 97-102.

References

1. Suhiih A.N. Universal'naja lesozagotovitel'naja mashina: pat. 87069 Ros. Federacija; № 2008152957/22; zajavl. 31.12.08; opubl. 27.09.09. Bjul. № 27.

2. Ogar P.M., Dolotov A.M., Runova E.M., Suhiih A.N., Jakovlev V.V., Kashuba V.B., Zaharenko L.N. Valochno-paketirujushhaja trelevochnaja mashina s universal'nym tehnologicheskim oborudovaniem: pat. № 2388214 Ros. Federacija; № 2008148408/12; zajavl. 08.12.08; opubl. 10.05.10, Bjul. № 13.

3. Suhiih A.N., Ivanov V.A., Syromaha S.M., Stepanishheva M.V., Ivanov A.V., Mihajlov N.S., Danishek M.V. Valochno-paketirujushhaja trelevochnaja mashina: pat. 85796 Ros. Federacija; № 2009113311/22; zajavl. 09.04.09; opubl. 20.08.09, Bjul. № 23. 1 p.

4. Suhiih A.N., Bushtruk T.N., Grigor'eva T.A., Sorokina M.A., Sadyrova I.A. Valochno-paketirujushhaja trelevochnaja mashina s konikovym ustrojstvom: pat. 97897 Ros. Federacija; № 2010109085/21; zajavl. 11.03.10, opubl. 27.09.10. Bjull. № 27. 2 p.

5. Suhiih A.N., Syromaha S.M. Pat. № 121992 Ros. Federacija; Valochno-paketirujushhaja trelevochnaja mashina streh opornoj vyравnivajushhejsja platformoj: pat. 121992 Ros. Federacija № 2009113311/22; zajavl. 10.04.12, opubl. 20.11.12.

6. Ivanov V.A., Suhiih A.N., Stepanishheva M.V. Povyshenie jeffektivnosti rabot lesozagotovitel'nyh predpriyatij putem sovershenstvovaniya tehnologii sbora i pererabotki plavajushhej drevesiny. // Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 7. P. 166-170.

7. Suhiih A.N., Ivanov V.A., Syromaha S.M. Obosnovanie tehnologicheskikh parametrov universal'noj lesozagotovitel'noj mashiny v uslovijah lesozagotovitel'nogo proizvodstva irkutskoj oblasti. // Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 7. P. 133-140.

8. Suhiih A.N. Razrabotka universal'nyh lesozagotovitel'nyh mashin i metodiki optimizacii tehnologicheskogo processa lesozagotovok LPK Irkutskoj oblasti. Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 2 (41). P. 97-102.

УДК 691.41

Сравнительная характеристика стеновых керамических изделий из природного и техногенного сырья

М.И. Цинделиани

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия
kuklajoty@rambler.ru

Статья поступила 15.05.2014, принята 29.07.2014

Одним из способов улучшения технико-экономических показателей и повышения качества стеновой керамики является расширение сырьевой базы путем полной или частичной замены глинистого сырья местными техногенными отходами. В качестве таких сырьевых компонентов для производства стеновых керамических изделий могут выступать микрокремнезем (МК) – отход Братского завода ферросплавов – и высококальциевая зола-унос (З-У), отход от сжигания углей Ирша-Бородинского месторождения, образующийся на Иркутской ТЭС-7. В Иркутской области одним из главных потребителей МК и З-У может стать кирпичная промышленность, потребляющая ежегодно свыше 100 млн. тонн глинистого сырья и нуждающаяся в пополнении сырьевых ресурсов. В работе приведена сравнительная оценка основных характеристик стеновых керамических изделий, производимых из суглинка и с применением микрокремнезема. В статье представлены результаты опытно-промышленного эксперимента и радиологического исследования керамических материалов на основе микрокремнезема. Установлено, что на основе микрокремнезема и добавок возможно изготовление эффективного лицевого кирпича при пониженной температуре обжига (850 °С). Установлено, что морозостойкость кремнеземистых керамических материалов составляет 75 циклов попеременного замораживания и оттаивания, что отвечает требованиям для лицевых изделий.

Ключевые слова: высококальциевая зола-унос, микрокремнезем, закарбонизованный суглинок, жидкое стекло, кислоты жирные талловые омыленные.

Comparative characteristics of wall ceramic products from natural

and man-made raw materials

M.I. Tsindeliani

Bratsk State University, 40 Makarenko Str., Bratsk, Russia

kuklajoty@rambler.ru

Received 15.05.2014, accepted 29.07.2014

One of the ways to improve technical and economic performance and increase the quality of wall ceramics is to expand resource base by replacing totally or partially clay raw materials with local man-made waste. To produce wall ceramic products microsilica (wastes from Bratsk Ferroalloy Plant) and high-calcium fly ash (coal combustion waste from Irsha-Borodinsky deposit generated at Irkutsk Thermal Power Plant-7) can be used as the raw materials. In the Irkutsk region brick industry can become one of the main consumers of microsilica and high-calcium fly ash. It consumes more than 100 million ton of the clay raw materials annually and needs to have its raw resources replenished. The article gives a comparative evaluation of the main characteristics of wall ceramic products produced from the clay loam and with the use of microsilica. The article presents the results of an industrial experiment and radiological study of ceramic materials based on microsilica. It has been established that on the basis of microsilica and some additives effective face bricks can be produced under lower firing temperature (850°C). It has also been established that freeze-thaw resistance of silica ceramic materials is 75 cycles of freezing and thawing and meets the requirements for face products.

Keywords: high-calcium fly ash, microsilica, carbonized clay loam, liquid glass, tall oil fatty saponified acids.

Введение. В современном мире можно заметить тенденцию к повышению требований к строительным материалам, в частности к теплозащитной способности, морозостойкости, эстетическим свойствам и т. д. [1].

Одним из способов улучшения технико-экономических показателей и повышения качества стеновой керамики является расширение сырьевой базы путем полной или частичной замены глинистого сырья местными техногенными отходами [2, 3].

В качестве таких сырьевых компонентов для производства стеновых керамических изделий могут выступать микрокремнезем (МК) – отход Братского завода ферросплавов и высококальциевая зола-унос (З-У) – отход от сжигания углей Ирша-Бородинского месторождения, образующийся на Иркутской ТЭС-7.

В Иркутской области одним из главных потребителей МК и З-У может стать кирпичная промышленность, использующая ежегодно свыше 100 млн. тонн глинистого сырья и нуждающаяся в пополнении сырьевых ресурсов.

Особенно перспективны эти отходы в производстве керамических стеновых материалов, т. к. их минеральная часть по химическому и минералогическому составу близка к глинистому сырью, применяемому для изготовления кирпича, а органическая – обогащает массу топливными компонентами, что значительно сократит расход топлива на обжиг изделий.

Цель работы: сравнительная оценка основных характеристик стеновых керамических изделий, производимых из местного сульфидного сырья и с применением техногенных отходов.

Эксперимент. В лабораторных условиях проводилось изучение физико-механических свойств стеновых керамических материалов на основе МК на образцах-цилиндрах диаметром 40 мм и массой 40 г, отформованных методом полусухого прессования.

Оптимизация температуры обжига и составов шихты осуществлялась на основе разработки математически спланированного эксперимента.

Опытно-промышленные испытания материалов проводились на Братском кирпичном заводе (ООО «БКЗ»).

ООО «Братский кирпичный завод» – предприятие, действующее с 1983 года до настоящего времени. На БКЗ используется закарбонизованное сульфидное сырье Анзевинского месторождения, в связи с этим предприятие ориентировано на выпуск рядового кирпича и камня.

Ассортимент продукции, производимый на БКЗ, представлен в табл. 1.

Таблица 1

Продукция Братского кирпичного завода

Наименование продукции	Размер, мм	Прочность при сжатии, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	Морозостойкость, циклы	Пустотность, %	Масса, кг
Камень керамический рядовой пустотелый	250x120x138	17,5-20	1350	25-35	27	5,5
Кирпич рядовой пустотелый утолщенный	250x120x103	10-15	1366	25	27	4,1
Кирпич рядовой пустотелый утолщенный	250x120x88	12,5	1440	25	27	3,6
Кирпич рядовой пустотелый	250x120x65	1,5-10	1301	25	27	2,5
Кирпич рядовой полнотелый	250x120x65	15-20	1890	35	0	3,7

При проведении эксперимента на ООО «БКЗ» были обожжены в туннельной печи образцы оптимальных составов, отформованные в лаборатории ФГБОУ ВПО «Братский государственный университет» при удельном давлении прессования 20 МПа и формовочной влажности 19 %.

Керамические образцы состава 1, основными компонентами которого являлись: МК (66,6, мас. %), суглинок Анзебинского месторождения (28,6, мас. %), высококальциевая З-У (4,8, мас. %), обжигались при температуре 900 °С.

Керамические образцы состава 2 (разработанного Н.А. Лоховой, Н.В. Боевой и Г.Г. Бородиным), основными компонентами которого являлись: МК (75,1, мас. %), высококальциевая З-У (18,8, мас. %), жидко натриевое стекло (4,7, мас. %), кислоты жирные талловые омыленные (1,4, мас. %), обжигались при температуре 850 °С.

Кислоты жирные талловые омыленные (КЖТО) являются побочным продуктом сульфатно-целлюлозного производства и представляют собой натриевые соли талловых жирных кислот, получаемых при ректификации таллового масла из древесины хвойных пород (ТУ12-7309058-15-90). Они представляют собой прозрачную маслянистую жидкость соломенно-желтого цвета. Талловые жирные кислоты содержат 92-94 %

жирных кислот, 2-3 % смоляных и трудноэтирифицируемых метанолом кислот, 2-5 % неомыляемых веществ. Важно, что КЖТО – водорастворимый продукт, что позволяет использовать его в составе жидкости затворения.

Жидкое натриевое стекло (ЖС) представляет собой густую жидкость желтого или серого цвета без механических включений и примесей. ЖС выпускают в соответствии с ГОСТ 13078-81.

Такие его свойства, как отсутствие запаха, пожаробезопасность, морозоустойчивость, определяют возможность применения в составе жидкости затворения керамической массы.

Технические характеристики жидкого стекла:

содержание SiO₂ – 21-24 %;
Fe₂O₃ и Al₂O₃ (макс.) – 0,25 %;
оксиды кальция (макс.) – 0,2 %;
Na₂O – 7,9-8,8 %;
силикатный модуль – 2,7-3,4;
плотность – 1,28-1,34 г/см³.

Химические составы МК, З-У и суглинка приведены в табл. 1.

В табл. 2 представлены основные характеристики полнотелого кирпича на основе МК и из природного сырья.

Таблица 2

Химический состав сырьевых компонентов, мас. %

Содержание	Микро-кремнезем марки 65	Высоко-кальциевая зола-унос	Суглинок Анзебинского месторождения
SiO ₂	70,63	50,5	54,34
Fe ₂ O ₃	1,76	8,4	3,84
Al ₂ O ₃	1,09	8,8	12,44
CaO	0,54	27,5	5,84
SO ₃	–	1,5	–
ППП	11,39	до 2	10,36
Na ₂ O	1,15	0,1	2
K ₂ O	3,25	0,6	2,66
MgO	2,44	1,7	5,44
TiO ₂	–	–	0,71

Таблица 3

Основные характеристики керамического кирпича на основе МК и из природного сырья

Кирпич полнотелый (пустотность 0 %) 250X120X65, состав	Вес, кг	Марка по прочности	Морозостойкость, циклы	Средняя плотность, кг/м ³	Способ формования и температура обжига	Цвет
МК (66,6 %) + суглинок Анзебинского месторождения (28,6 %) + высококальциевая З-У (4,8 %)	2,9	М300 (при прочности при сжатии 39,7 МПа)	75 и более	1450	Полусухое формование (900 °С)	Белый
МК (75,1 %), высококальциевая З-У (18,8 %), ЖС (4,7 %), КЖТО (1,4 %)	2,2	М200	75 и более	1140	Полусухое формование (850 °С)	Белый
100 % суглинка Анзебинского месторождения (ООО «БКЗ»)	3,7	М150; М200	25-35	1890	Порошково-пластический (930 °С)	Красный

Морозостойкость образцов на основе МК определялась методом объемного замораживания. Радиологические исследования проводились в аккредитованном

испытательном лабораторном Центре гигиены и эпидемиологии г. Братска. Результаты исследований приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты радиологических исследований керамических материалов на основе МК

Керамический материал, <i>состав</i>	Показатели, ед. измерения			
	Калий-40, <i>Бк/кг</i>	Торий-232, <i>Бк/кг</i>	Радий-226, <i>Бк/кг</i>	ЕРН, <i>Бк/кг</i>
МК (66,6 %) + суглинок Анзелинского месторождения (28,6 %) + высококальциевая З-У (4,8 %)	542±133,0	32,02±7,89	13,62±5,49	104±17
МК (75,1 %), высококальциевая З-У (18,8 %), ЖС (4,7 %), КЖТО (1,4 %)	216,2±82,0	16,08±6,22	30,4±7,53	71±13

Выводы

1. Установлено, что на основе МК и добавок высококальциевой З-У, жидкого стекла и КЖТО возможно изготовление эффективного лицевого кирпича (класс изделий по средней плотности 1,2 согласно ГОСТ 530-2012) при пониженной температуре обжига (850 °С).

2. Выявлено, что на основе МК и добавок высококальциевой золы-уноса и закарбонизованного суглинка возможно изготовление высокопрочного лицевого кирпича марки М300 (при прочности при сжатии 39,7 МПа). Повышенная прочность черепка позволяет повысить пустотность изделий, и, следовательно, снизить материалоемкость и затраты на эксплуатацию.

3. Установлено, что морозостойкость кремнеземистых керамических материалов составляет 75 циклов попеременного замораживания и оттаивания, что отвечает требованиям для лицевых изделий.

4. Кирпичи с применением МК характеризуются малым весом, а это позволяет снизить нагрузку на фундамент и облегчить кладочные работы. Малый вес позволяет увеличить размеры такого кирпича и тем самым ускорить возведение стен.

5. Белый цвет керамических изделий на основе МК позволит разнообразить облик фасадов зданий и сооружений.

6. Эффективная активность ЕРН для первого класса строительных материалов не должна превышать 370 Бк/кг согласно ГОСТ 30108-94. Установлено, что эффективная активность ЕРН керамических материалов

на основе МК не превышает допустимых показателей. В соответствии с критериями для принятия решения об использовании строительных материалов изделия могут применяться в строительстве без ограничений.

Литература

1. Максимова С.М. Стеновые керамические материалы пониженной средней плотности на основе высококальциевой золы-уноса и микрокремнезема: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2002. 29 с.
2. Лохова Н.А. Морозостойкие строительные керамические материалы и изделия на основе кремнеземистого сырья: монография. Братск: БрГУ, 2009. 268 с.
3. Лохова Н.А., Макарова И.А., Патраманская С.В. Обжиговые материалы на основе микрокремнезема: монография. Братск: БрГУ, 2002. 163 с.

References

1. Maksimova S.M. Stenovye keramicheskie materialy ponizhennoi srednei plotnosti na osnove vysokokal'tsievoi zoly-unosa i mikro-kremnezema: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Tomsk, 2002. 29 p.
2. Lkhova N.A. Morozostoikie stroitel'nye keramicheskie materialy i izdeliya na osnove kremnezemistogo syr'ya: monografya. Bratsk, 2009. 268 p.
3. Lkhova N.A., Makarova I.A., Patramanskaya S.V. Obzhigovye materialy na osnove mikro-kremnezema: monografya. Bratsk, 2002. 163 p.