

УДК 666.712

НЕСТЕРОВА ТАТЬЯНА ЮРЬЕВНА, аспирант,
tn16111962@mail.ru

ЛЕГОСТАЕВА НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА, канд. техн. наук, доцент,
htnv@istu.edu

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

СТРОИТЕЛЬНАЯ КЕРАМИКА С ДОБАВКАМИ ШЛАМА КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ

Проведены исследования по использованию шламовых отходов в производстве керамики. Определены физико-механические свойства лабораторных образцов на основе местного сырья глины и отходов производства соли в зависимости от их компонентного состава. При увеличении температуры обжига образцов с добавками шлама до 1100 °С происходит уменьшение прочности образцов, что связано с газовыделением из компонентов шлама. При температурах обжига 900–1000 °С добавка шлама не вызывает существенного изменения физико-механических свойств керамики. Было установлено, что использование шламовых отходов позволяет производить керамические изделия, имеющие плотность 2184 кг/м³ и прочность на сжатие 40,7 МПа.

Ключевые слова: глинистое сырье; минеральный шлам; физико-механические свойства; керамика; прочность.

TATIANA Yu. NESTEROVA, Research Assistant,
tn16111962@mail.ru

NATALIA V. LEGOSTAEVA, PhD, A/Professor,
htnv@istu.edu

Irkutsk State Technical University,
83, Lermontov St., 664074, Irkutsk, Russia

CONSTRUCTION CERAMICS WITH OF CALCIUM CARBONATE SLUDGE ADDITIVES

The paper presents research in sludge waste used in the ceramics production. Mechanical-and-physical properties are determined for laboratory samples based on local clays and industrial salt waste depending on their composition. With the burning point increase for sludge-based samples up to 1100°C, their strength decreases due to the gas release from sludge components. At 900-1000°C burning point the sludge additive does not cause substantial changes of mechanical-and-physical properties of ceramics. It is shown that the use of sludge waste allows producing ceramic products having 2184 kg/m³ density and 40,7 MPa compressive strength.

Keywords: clay raw materials; mineral sludge; mechanical-and-physical properties; ceramics; strength.

В настоящее время перед человечеством стоит серьезная проблема недостатка минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Рациональное природопользование, применение отходов производств для выпуска продукции позволят создать долговременные условия для устойчивого развития предприятий. Разработка эффективных безотходных технологий за счет

комплексного использования сырья приводит к ликвидации экологического ущерба, оказываемого отвалами и шламохранилищами [1–2].

На кафедре химической технологии неорганических веществ и материалов Иркутского государственного технического университета проводили исследования по использованию шлама сользавода в производстве строительных материалов, в частности кирпича и керамических камней.

Отходами производства поваренной соли являются минеральные шламы в виде суспензий или гранул. Основными компонентами шлама являются карбонат кальция, хлорид натрия. По весовому составу содержание карбоната кальция составляет 97,73 % масс., а остальные 1,27 % масс. приходятся на хлорид натрия. Карбонатные отходы состоят в большей степени из пылеватой фракции (83 %) с размерами частиц 0,01 до 0,06 мм.

Гранулометрический состав шлама представлен на рис. 1.

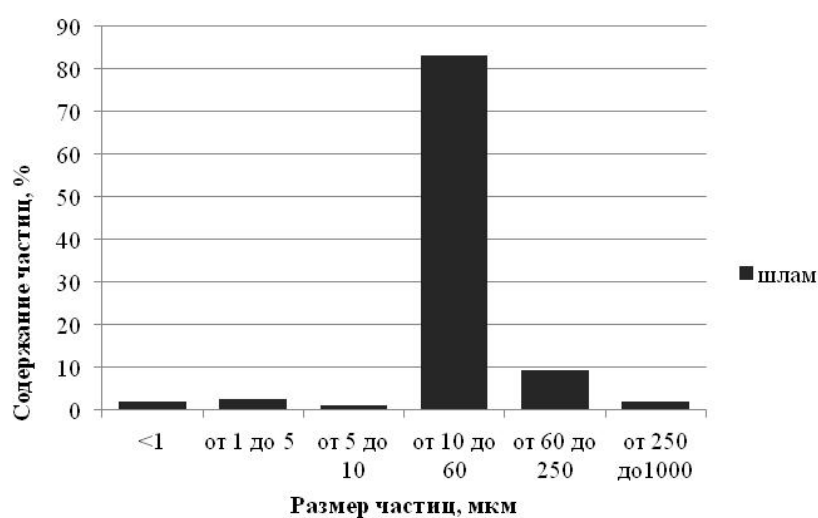


Рис. 1. Гранулометрический состав шлама

В работе оценивалось влияние шлама на спекание глин Трошковского и Шара-Кундуйского месторождений и физико-механические свойства обожжённых образцов.

Трошковское месторождение расположено в Черемховском районе непосредственно у железнодорожной станции Половина и пос. Михайловка. Общая установленная площадь распространения огнеупорных глин на месторождении составляет 12 км². Сухарная трошковская глина имеет каолинитовый состав.

Шара-Кундуйское месторождение, глины которого относятся к тугоплавким, находится в Читинской области.

Химический состав исследованных глин представлен в табл. 1.

Данные химического анализа подтверждаются результатами термического анализа.

Таблица 1

Химический состав глин [3, 4]

Наименование	Содержание оксидов, масс. %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	п.п.п.
Глина шара-кундуйская	62,6	20,95	0,87	4,15	0,59	0,54	3,39	0,39	7,01
Глина трош-ковская	51,0	30,45	0,58	2,29	0,95	0,60	0,37	0,14	12,6

На кривых дифференциально-термического анализа (ДТА) глинистых веществ (рис. 2) проявляются следующие эффекты: эндоэффекты на всех кривых ДТА при температурах 100–200 °С, связанные с удалением межпакетной воды; эндотермический эффект при температурах 500–600 °С характеризуется удалением химически связанной воды в глинистых веществах (сметит, каолинит, гидрослюда). Наличие экзоэффекта во всех глинах в области температур 900–1080 °С связано с кристаллизацией аморфных продуктов разложения глинистых минералов.

В трошковской глине доминирует каолинит, а в шара-кундуйской глине гидрослюда, что подтверждается химическим составом.

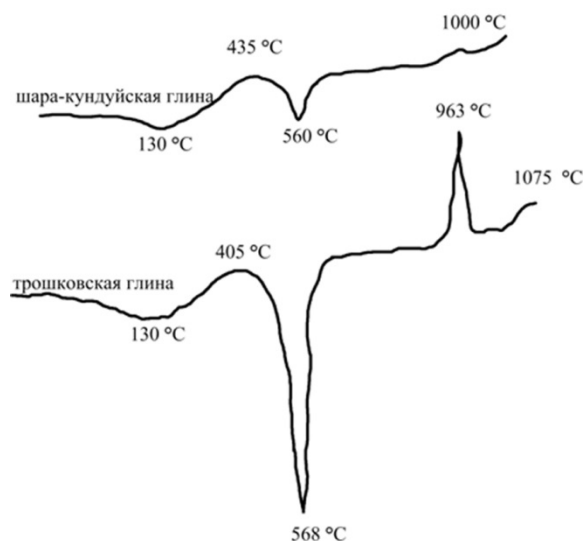


Рис. 2. ДТА глинистого сырья

Опытные образцы готовились по следующей схеме. Все глины отдельно измельчались в лабораторной шаровой мельнице. Шлам высушивали при комнатной температуре и добавляли в керамическую массу в количестве 5–10 %. Производилось измельчение и смешивание глины и шлама в мельнице. Пресс-порошок получали просеиванием измельченной смеси через сито 0,8 мм влажностью 8 %. Формовались образцы-цилиндры высотой и диамет-

ром 2,5 см на лабораторном гидравлическом прессе двухступенчатым прессованием: первая ступень – 15 МПа, вторая – 30 МПа. Проводилась естественная сушка образцов на воздухе, затем сушка в сушильном шкафу 100–105 °С. Обжиг производили при температуре 900–1200 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Обожжённые образцы подвергались визуальному контролю и физико-механическим испытаниям.

Влияние добавки на спекание и на свойства строительных материалов после обжига отслеживалось по изменению водопоглощения, прочности при сжатии образцов, плотности и огневой усадке образцов.

Изменение свойств образцов на основе трошковской глины после обжига в зависимости от содержания шлама в массе представлены на рис. 3–6.

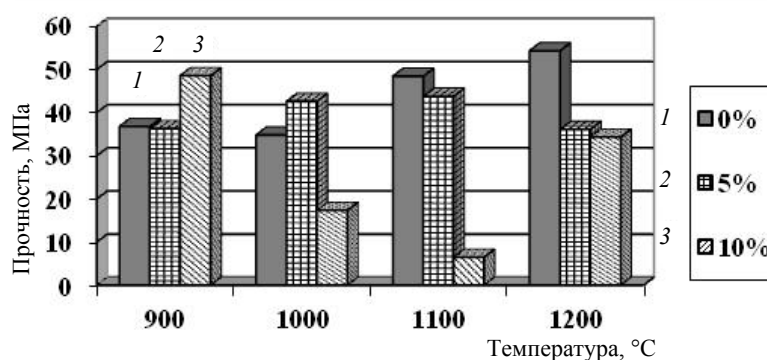


Рис. 3. Изменение прочности образцов на основе трошковской глины с различным содержанием шлама в зависимости от температуры обжига
1 – 0%-е содержание шлама в образцах; 2 – 5%-е содержание шлама в образцах; 3 – 10%-е содержание шлама в образцах

Из рис. 3 видно, что добавки шлама в количестве 5 % практически не влияют на прочность керамики, однако при температуре 1200 °С происходит выделение газов из шлама, что ведет за собой уменьшение прочности керамики.

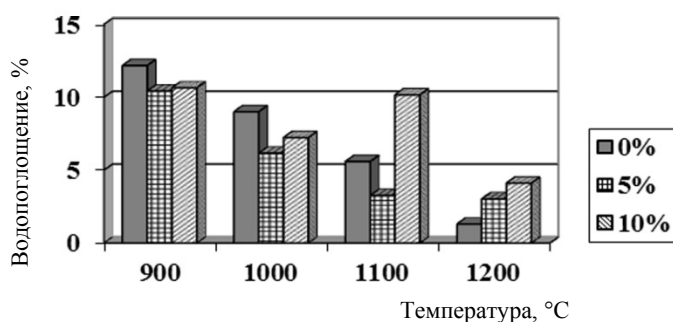


Рис. 4. Изменение водопоглощения образцов на основе трошковской глины с различным содержанием шлама в зависимости от температуры обжига

Водопоглощение образцов с добавками шлама, обожженных при 1100 °С, возрастает, т. к. повышается открытая пористость образцов. Это, вероятно, связано с выделением углекислого газа из карбоната кальция – основного компонента шлама.

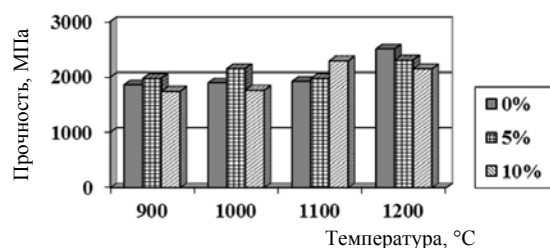


Рис. 5. Изменение плотности образцов на основе трошковой глины с различным содержанием шлама в зависимости от температуры обжига

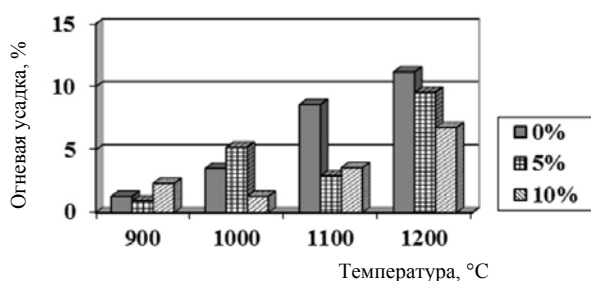


Рис. 6. Изменение огневой усадки образцов на основе трошковой глины с различным содержанием шлама в зависимости от температуры обжига

По результатам рентгенофазового анализа построена штрих-диаграмма интенсивности рефлексов основных соединений в обожжённых образцах (рис. 7). Основные соединения в керамике без добавок: кварц, муллит и клинохлор. При введении в массы шлама синтезируется альбит, и его содержание при увеличении количества добавки растёт. Муллит начинает синтезироваться при температуре 1100 °С; при добавке шлама 5 % содержание муллита возрастает.

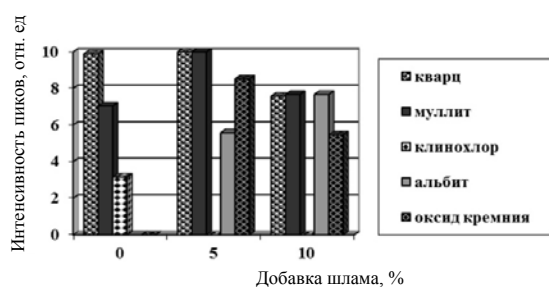


Рис. 7. Изменение интенсивности основных рентгеновских рефлексов исходных и новообразных минералов в образцах на основе трошковой глины в зависимости от содержания шлама после обжига при температуре 1200 °С

Изменение свойств образцов на основе шара-кундуйской глины после обжига в зависимости от содержания шламосодержащих масс представлено на рис. 8–11.

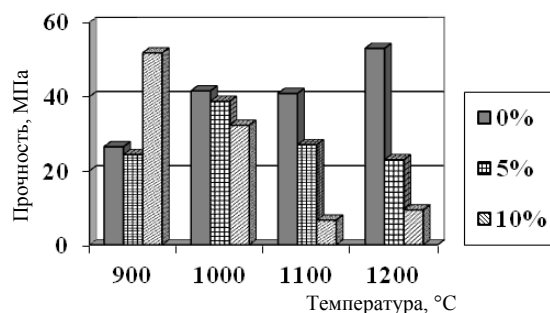


Рис. 8. Изменение прочности образцов на основе шара-кундуйской глины с различным содержанием шлама в зависимости от температуры обжига

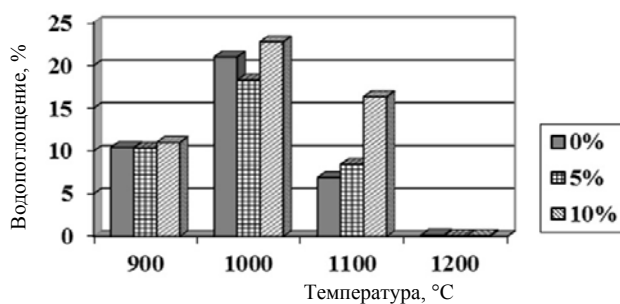


Рис. 9. Изменение водопоглощения образцов на основе шара-кундуйской глины с различным содержанием шлама в зависимости от температуры обжига

Увеличение водопоглощения связано с образованием пористой структуры образцов с добавками шлама, уменьшение водопоглощения при 1200 °C происходит в связи с оплавлением образцов с добавками шлама.

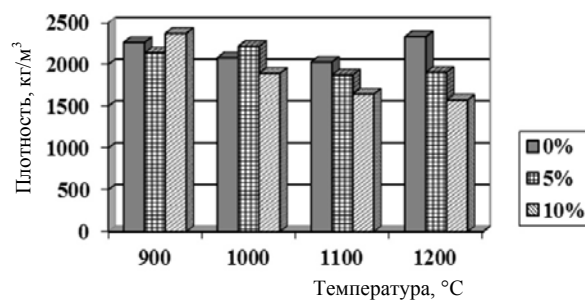


Рис. 10. Изменение плотности образцов на основе шара-кундуйской глины с различным содержанием шлама в зависимости от температуры обжига

При введении в массы шлама возрастает пористость образцов, в связи с чем происходит уменьшение плотности.

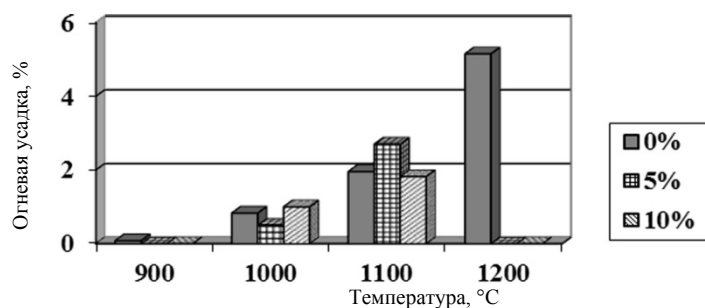


Рис. 11. Изменение огневой усадки образцов на основе шара-кундуйской глины с различным содержанием шлама в зависимости от температуры обжига

По данным рентгенофазового анализа образцов из шара-кундуйской глины построена штрих-диаграмма интенсивности рефлексов основных соединений в обожжённых образцах (рис. 12). Основные соединения в керамике без добавок: кварц, анортотлаз. При увеличении добавки шлама увеличивается количество плагиоклаза за счет разложения глинистых минералов.

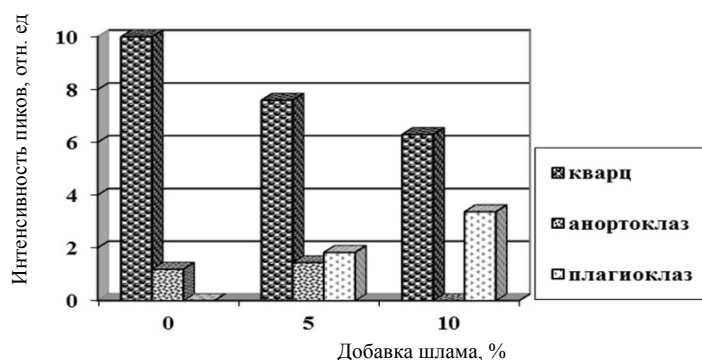


Рис. 12. Изменение интенсивности основных рентгеновских рефлексов исходных и новообразных минералов в образцах на основе шара-кундуйской глины в зависимости от содержания шлама после обжига при температуре 1200 °C

По результатам испытаний установлено, что введение добавок шлама в количестве 10 % при обжиге 900 °C в образцы из глин Трошковского и Шара-Кундуйского месторождений значительно увеличивает прочность образцов. При большей температуре обжига наблюдается падение прочности из-за газовыделения некоторых компонентов шлама, в частности CaCO_3 .

Таким образом, использование отходов производства поваренной соли можно рекомендовать в качестве добавки для кирпича и камней керамических.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 368 с.
2. Микульский, В.Г. Строительные материалы (Материаловедение, Технология конструкционных материалов) / В.Г. Микульский, Г.П. Сахаров. – М. : Изд-во АСВ, 2007. – 520 с.
3. Азаров, Г.М. Строительная керамика на основе сухарных и непластичного сырья Байкальского региона / Г.М. Азаров, Т.И. Вакалова. – Томск : Изд-во ТПУ, 1998. – 481 с.
4. Сафонова, Т.В. Строительная керамика на основе композиций глинистого и диопсидового сырья : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Т.В. Сафонова. – Томск, 2012. – 21 с.

REFERENCES

1. Dvorkin L.I., Dvorkin O.L. Stroitel'nye materialy iz otkhodov promyshlennosti: uchebno-spravochnoe posobie [Building materials from the waste industry]. Rostov-on-Don : Feniks, 2007. 368 p. (rus)
2. Mikul'skii V.G., Sakharov G.P. Stroitel'nye materialy (Materialovedenie, Tekhnologiya konstruktsionnykh materialov). [Building materials (Materials science, design technology)]. Moscow : ASV Publ., 2007. 520 p. (rus)
3. Azarov G.M., Vakalova T.I. Stroitel'naya keramika na osnove sukharnykh i neplastichnogo syr'ya Baikal'skogo regiona [Kaolin clay- and non-plastic materials-based ceramics of the Baikal region]. Tomsk : TPU Publ., 1998. 481 p. (rus)
4. Safonova T.V. Stroitel'naya keramika na osnove kompozitsii glinistogo i diopsidovogo syr'ya. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kand. tekhn. nauk [Building ceramic based on clay compositions and diopside raw materials. PhD abstract]. Tomsk, 2012. 21 p. (rus)