

УДК 666.199

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПЛАЗМА В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

- ©Скрипникова Н. К., д-р техн. наук, Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, nks2003@mail.ru
©Шеховцов В. В., Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, shehovcov2010@yandex.ru
©Волокитин О. Г., д-р техн. наук, Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, volokitin_oleg@mail.ru
©Гафаров Р. Е., Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия, GreexRayne@gmail.com

LOW-TEMPERATURE PLASMA IN THE MANUFACTURING PROCESS OF GLASSCERAMIC MATERIALS

- ©Skripnikova N., Dr. habil., Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, nks2003@mail.ru
©Shekhovtsov V., Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, shehovcov2010@yandex.ru
©Volokitin O., Dr. habil., Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, volokitin_oleg@mail.ru
©Gafarov R., Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, GreexRayne@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты исследований по получению стеклокристаллических материалов на основе зол тепловой электростанции с использованием энергии низкотемпературной плазмы. Установлена зависимость кристаллизационных свойств расплава от состава шихты.

Проведены физико–механические исследования полученных изделий.

Abstract. Paper presents the results of researches of obtaining glass–ceramic materials based on the ashes of thermal power plant using low temperature plasma energy. The dependencies of the crystallization properties of the melt on the composition of the charge were established.

Physical–mechanical studies were carried out.

Ключевые слова: плазменная технология, золы ТЭС, стеклокристаллические материалы, плавление, силикатные материалы.

Keywords: plasma technology, ashes of thermal power plants, glass-crystalline materials, melting, silicate materials.

Современное развитие техники и технологии характеризуется бурным ростом исследований в области высоких температур, в частности практического применения источников высокотемпературного нагрева, например генераторов низкотемпературной плазмы [1–2]. Энергии плазмы достаточно для реализации эффективного технологического процесса, в котором применяются тугоплавкие неметаллические сырьевые материалы, с целью нагрева и плавления. Высокая концентрация энергии позволяет наблюдать эффекты не

присущие традиционным процессам плавления в плавильных агрегатах за счет высокого градиента температуры [3–7].

С целью определения оптимальных технологических режимов получения стеклокристаллического материала с использованием энергии термической плазмы, проведена серия экспериментальных работ, направленных на получение образцов с рациональными физико–механическими характеристиками.

В качестве исходных сырьевых материалов использовались золы ТЭС (г. Томск), отсеvy кварцевого песка (Туганское месторождение, Томская область) и известняк (Кузбасский регион).

По химическому составу зола близка к составу высокоглиноземистых (так как содержание Al_2O_3 превышает 30%) силикатных систем, суммарное количество основных стеклообразующих оксидов SiO_2 , Al_2O_3 и CaO превышает 90%, это дает основание утверждать, что она представляет собой перспективный материал для получения силикатного расплава. Известняк и отсеvy кварцевого песка используется в качестве корректирующих добавок, которые позволяют повысить химическую стойкость стеклокристаллического материала и регулировать количество стеклообразователя в приготавливаемой шихте.

При подборе рациональных составов шихты для получения стеклокристаллического материала на основе зол ТЭС исходили из принципа получения анортитоподобной фазы. Сформированные составы располагаются в области кристаллизации анортита на диаграмме состояния $CaO-Al_2O_3-SiO_2$. В Таблице представлены экспериментальные составы шихты для получения стеклокристаллических материалов.

Таблица.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ СОСТАВЫ ШИХТЫ НА ОСНОВЕ ЗОЛ ТЭС

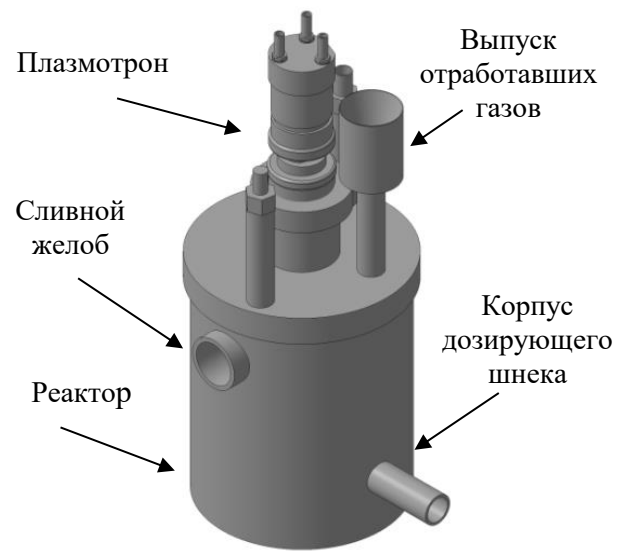
Сырье	№ состава						
	1	2	3	4	5	6	7
	Количество сырьевых материалов, масс. %						
Зола ТЭС	100	60	60	70	75	78	90
Известняк	—	20	17	20	25	22	10
Кварцевый песок	—	20	23	10	—	—	—

Экспериментальные работы проводились на электроплазменной установке [14], состоящей из основных узлов: плазмохимический реактор объемом 25 литров, плазменный генератор марки ВПР-410, источник питания АПР-402, шнековый дозатор скоростью подача предварительно подготовленной шихты составляет 0,5 кг/мин. На Рисунке 1 представлен процесс получения расплава (а) и общая модель (б) плазмохимического реактора.

В процессе работы электроплазменной установки осуществляется интенсивный нагрев и плавление приготовленной шихты с заполнением расплавом всего объема плазмохимического реактора. Время выработки расплава в экспериментальной работе составляло от 7 до 10 минут. Электрофизические характеристики плазмотрона лежали в пределах: ток 240–260 А, напряжение 120–140 В, тепловое КПД плазмотрона 80–90%.



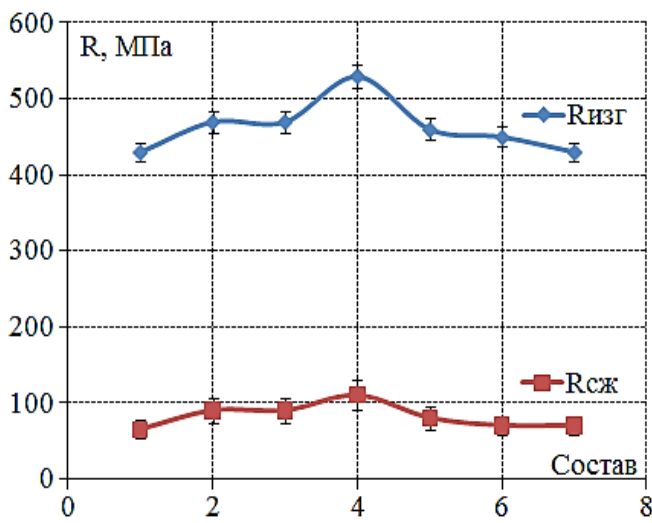
а)



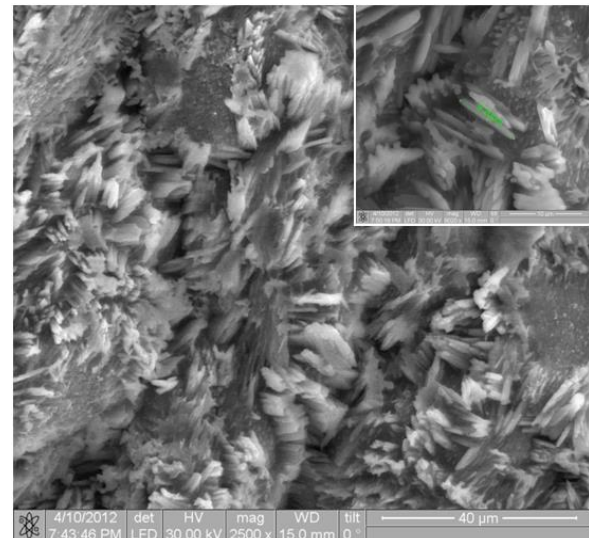
б)

Рисунок 1. Процесс получения расплава (а) и обобщенная модель (б) плазмохимического реактора.

На Рисунке 2, а представлено изменение прочности (изгиб, сжатие) полученных стеклокристаллических материалов на основе исследуемых составов. На Рисунке 2, б представлена структура наиболее прочного образца.



а)



б)

Рисунок 2. а) Изменение прочности стеклокристаллических образцов в зависимости от состава сырьевой шихты; б) Структура образца №4.

Из данных (Рисунок 2, а) следует, что соотношение компонентов сырьевой смеси в составе 4 (зола ТЭС — 70%, известняк — 20%, кварцевый песок — 10%) позволяет получить максимальное значение прочности материала. Это обусловлено наличием однородной тонкозернистой кристаллической структуры. При воздействии нагрузки на образец в нем закономерно возникают микротрещины. При равномерном распределении кристаллов с достаточно большим объемом кристаллической фазы, размер микротрещин может быть ограничен пространством между кристаллами (Рисунок 2, б). Это способствует значительному увеличению прочности материала.

Таким образом, полученные стеклокристаллические материалы обладают повышенной прочностью, что обеспечивает этому классу материалов возможность широкого применения в строительстве в качестве облицовочного материала, элементов облицовки наружных и внутренних стен зданий и сооружений.

Работа поддержана грантом Президента РФ (МД-553.2018.8) и стипендией Президента РФ (СП-313.2018.1).

Список литературы:

1. Аньшаков А. С., Урбах Э. К., Чередниченко В. С., Кузьмин М. Г., Урбах А. Э. Исследование генератора термической плазмы технологического назначения // Теплофизика и аэромеханика. 2015. Т. 22. №6. С. 805-808.
2. Буюнтуев С. Л., Урханова Л. А., Хмелев А. Б., Лхасаранов С. А., Кондратенко А. С. Переработка золошлаковых отходов электродуговой плазмой для получения композиционных строительных материалов // Вестник ВСГУТУ. 2016. Т. 61. №4. С. 19-26.
3. Казьмина О. В., Верещагин В. И., Абияка А. Н. Оценка составов и компонентов для получения пеностеклокристаллических материалов на основе алюмосиликатного сырья // Стекло и керамика. 2009. №3. С. 6-8.
4. Береговой В. А., Сорокин Д. С. Стеклокристаллические материалы на основе кремнистых пород // Региональная архитектура и строительство. 2015. №1. С. 54-57.
5. Волокитин О. Г., Верещагин В. И., Волокитин Г. Г., Скрипникова Н. К., Шеховцов В. В. Анализ процессов традиционного и плазменного плавления золы ТЭЦ // Техника и технология силикатов. 2016. Т. 23. №3. С. 2-5.
6. Абзаев Ю. А., Волокитин Г. Г., Скрипникова Н. К., Волокитин О. Г., Шеховцов В. В. Исследование процессов плавления кварцевого песка с помощью энергии низкотемпературной плазмы // Стекло и керамика. 2015. №6. С. 44-46.
7. Волокитин Г. Г., Скрипникова Н. К., Волокитин О. Г., Шеховцов В. В., Хайсундинов А. И. Электродуговые и электроплазменные устройства для переработки силикатсодержащих отходов // Известия высших учебных заведений. Физика. 2014. Т. 57. №3-3. С. 109-113.

References:

1. Anshakov, A. S., Urbach, E. K., Cherednichenko, V. S., Kuzmin, M. G., & Urbach, A. E. (2015). Investigation of a thermal plasma generator for technological purposes. *Thermophysics and aeromechanics*, 22(6), 805-808.
2. Buyantuev, S. L., Urkhanova, L. A., Khmelev, A. B., Lkhasaranov, S. A., & Kondratenko, A. S. (2016). Processing of ash and slag waste by electric arc plasma for the production of composite building materials. *Bulletin of the East Siberian State University of Technology. Vestnik VSGTU*, 61(4). 19-26.
3. Kazmina, O. V., Vereshchagin, V. I., & Abiaka, A. N. (2009). Evaluation of compositions and components for the production of foam-glass-crystalline materials based on aluminosilicate raw materials. *Glass and ceramics*, (3), 6-8.
4. Beregovoi V. A., & Sorokin, D. S. (2015). Glass-crystalline materials based on siliceous rocks. *Regional architecture and construction*, (1), 54-57.
5. Volokitin, O. G., Vereshchagin, V. I., Volokitin, G. G., Skripnikova, N. K., & Shekhovtsov, V. V. (2016). Analysis of processes of traditional and plasma melting of ash of CHP. *Technique and technology of silicates*, 23(3), 2-5.

6. Abzaev, Yu. A., Volokitin, G. G., Skripnikova, N. K., Volokitin, O. G., & Shekhovtsov, V. V. (2015). Investigation of the melting of quartz sand with the help of low-temperature plasma energy. *Glass and ceramics*, (6), 44-46.

7. Volokitin, G. G., Skripnikova, N. K., Volokitin, O. G., Shekhovtsov, V. V., & Khaissundinov, A. I. (2014). Electric arc and electroplasma devices for the processing of silicate-containing waste. News of higher educational institutions. *Physics*, 57(3-3), 109-113.

Работа поступила
в редакцию 07.05.2018 г.

Принята к публикации
12.05.2018 г.

Ссылка для цитирования:

Скрипникова Н. К., Шеховцов В. В., Волокитин О. Г., Гафаров Р. Е. Низкотемпературная плазма в технологии производства стеклокристаллических материалов // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №6. С. 179-183. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/skripnikova> (дата обращения 15.06.2018).

Cite as (APA):

Skripnikova, N., Shekhovtsov, V., Volokitin, O., & Gafarov, R. (2018). Low-temperature plasma in the manufacturing process of glassceramic materials. *Bulletin of Science and Practice*, 4(6), 179-183.