

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.А. Жукова<sup>1</sup>, К.Б. Подболотов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», Минск, Беларусь

[hannazhukova@mail.ru](mailto:hannazhukova@mail.ru)

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

[kirilbor@mail.ru](mailto:kirilbor@mail.ru)

**Abstract.** The paper is devoted to feasibility of creation of ceramic materials for heating aggregates on the basis of refractory phases and with application of production wastes and secondary raw materials.

В последнее время при разработке, модернизации и ремонте тепловых агрегатов особое внимание уделяется созданию и применению тугоплавких и огнеупорных материалов. Данный интерес связан с решением ряда определенных задач. К их числу следует отнести: повышение эксплуатационных свойств и срока службы, снижение себестоимости, импортозамещение. Кроме того, использование керамических материалов с необходимым набором свойств, позволяет решить проблему экономии материальных и энергетических ресурсов.

Актуальной является возможность использования отходов производства (алюминиевый шлак, бой шамотных и магнезиальных огнеупоров, окалина) при получении материалов и изделий традиционным печным синтезом с набором необходимых эксплуатационных свойств.

Работа посвящена исследованию возможности получения керамических материалов с использованием вторичных ресурсов, а именно боя магнезиальных огнеупоров и шлака плавки алюминия.

Для получения керамических материалов в качестве основного компонента шихты использовали шлак плавки алюминия размером частиц 315 мкм, а бой периклазового кирпича размером частиц 315 мкм в качестве добавки. Давление прессования и температуру обжига подбирали экспериментально (10-70 МПа).

При прессовании исходной шихты с давлением 10-15 МПа образцы имели малую прочность и после отпрессовки разрушались. При увеличении давления 45-70 МПа на боковых стенках образовывались трещины.

Зависимости прочности материалов после спекания от давления прессования показаны на рисунке 1.

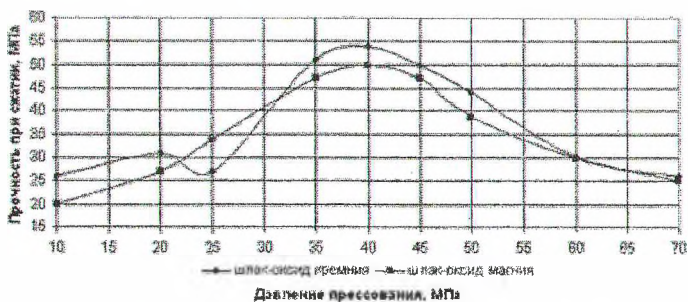


Рис. 1 — Зависимость механической прочности образцов после спекания от давления прессования

Температурный интервал обжига устанавливали в пределах от 800 до 1300 °С. По данным рентгенофазового анализа основными фазами для полученных материалов являются: шпинель

( $MgAl_2O_4$ ), корунд ( $Al_2O_3$ ), сиалон ( $Si_3Al_7O_{13}N_9$ ), которые образуются при взаимодействии между компонентами шлага, а также окислительных процессов с участием кислорода воздуха (рис. 2).

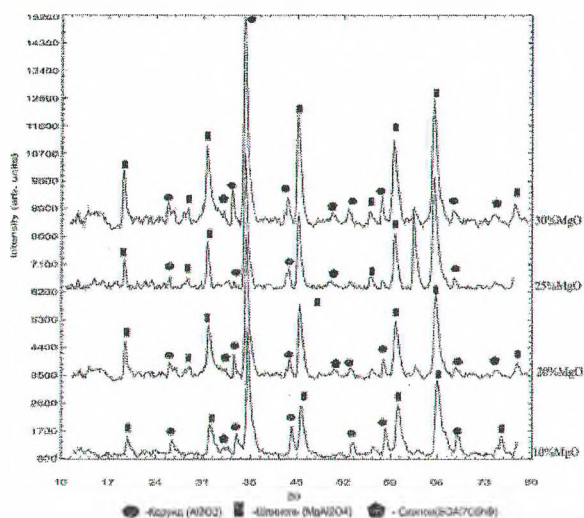
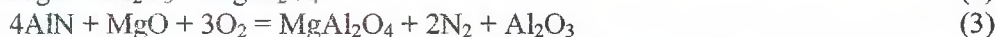


Рис. 2 - Фазовый состав керамических материалов

С увеличением содержания оксида магния интенсивность дифракционных максимумов алюмомагнезиальной шпинели увеличивается, а корунда снижается. Корунд ( $\alpha-Al_2O_3$ ) образуется как при полиморфном превращении оксида алюминия ( $\gamma - Al_2O_3$ ), так и при окислении алюминия, который содержится в шлаке. Алюмомагнезиальная шпинель образуется в результате взаимодействия оксида магния с оксидом алюминия, а также с алюминием и нитридами алюминия, которые окисляются кислородом воздуха. При увеличении температуры обжига с  $1100\text{ }^\circ\text{C}$  до  $1300\text{ }^\circ\text{C}$  в синтезируемых образцах отсутствуют сиалоны, что, связано с окислением кислородом воздуха данной фазы с образованием алюмосиликатов и газообразного азота.

Таким образом, процессы, протекающие при обжиге шлага с оксидом магния можно описать следующими реакциями:



Установлено, что при содержании в шихте оксида магния 20 % механическая прочность керамических материалов составляет 30–58 МПа. При этом образцы, обожженные при  $1300\text{ }^\circ\text{C}$ , обладают большей механической прочностью и плотностью по сравнению с образцами, обожженными при  $1100\text{ }^\circ\text{C}$  за счет увеличения интенсивности протекания процесса образования шпинели и одновременного удаления хлоридов щелочных металлов. При содержании оксида магния в пределах от 25 до 35 % наблюдались максимальные значения прочности 60 и 75 МПа ( $1100\text{ }^\circ\text{C}$  и  $1300\text{ }^\circ\text{C}$ ) соответственно. Последующее увеличение содержания оксида магния в шихте приводит к понижению кажущейся плотности и прочности при наличии объемных изменений в структуре керамических материалов за счет образования алюмомагнезиальной шпинели, что приводит к разрыхлению структуры образца, а, следовательно, к росту пористости.

Таким образом, установлено, что оптимальными являются составы, содержащие 25–30 % MgO, температура обжига которых составляла  $1300\text{ }^\circ\text{C}$ . Полученные керамические материалы, характеризуются кажущейся плотностью ( $1800\text{--}1900\text{ кг/м}^3$ ) и прочностью при сжатии (75–80 МПа).