

**Связующие для фильтрующих элементов расплавов**

Студент гр. 10405119 Раков И.Г.

Научный руководитель – Михальцов А.М.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Фильтрующие элементы широко используются в литейной промышленности в течение последних десятилетий [1, 2]. Они разнообразны по своей конструкции (сетчатые, объемные, фигурные), используемым для их изготовления материалам (огнеупорные керамические материалы, стеклоткань, металлические сетки и др.) и способам получения (рис. 1). Сетчатые фильтры изготавливают на основе стекловолокна, скрученного в жгуты и с помощью ткацких станков объединённые в сетку. Само стекловолокно изготавливается по специальной технологии с использованием  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{VO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ . После проведения операции выщелачивания получаемая нить на 95-96% состоит из  $\text{SiO}_2$ . При всем разнообразии способов получения материал фильтрующего элемента должен выдерживать гидравлический и термический удары, чтобы фильтрующий материал не разрушался в процессе заполнения формы расплавом.

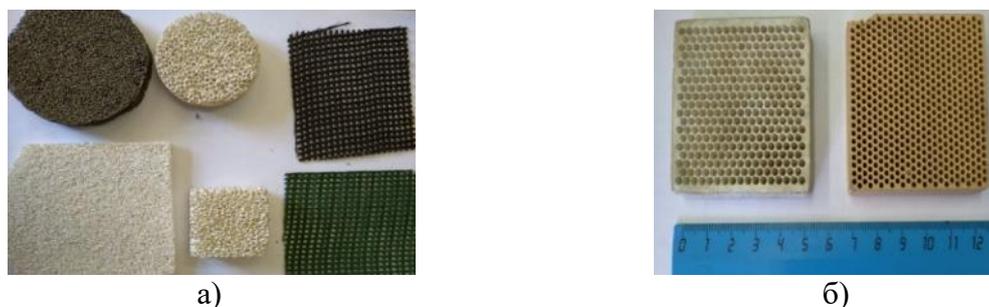


Рисунок 1. Внешний вид фильтрующих элементов: а – сетчатые и пенокерамические; б – прессованные керамические

Оксид алюминия является наиболее распространенным компонентом для получения керамической суспензии и изготовления фильтрующих элементов, используемых при литье алюминиевых сплавов. Для фильтрации чугуна, стали, медных и магниевых сплавов используют преимущественно карбид кремния, диоксид циркония, оксид хрома и магния [1-3].

Наряду с основными, т.е. огнеупорными материалами, при изготовлении фильтрующих элементов могут использоваться те огнеупорные материалы, которые удовлетворяют требованиям высокой физической (термической, механической) и химической (коррозионной) стойкости в диапазоне температур заливки и времени взаимодействия расплава с фильтром.

Для изготовления фильтрующих элементов предлагается новая конструкция фильтра с использованием доступных и сравнительно недорогих стеклотканей (рис. 2), на которые наносится огнеупорный материал, выделенный из шлаковых смесей при плавке алюминиевых сплавов.

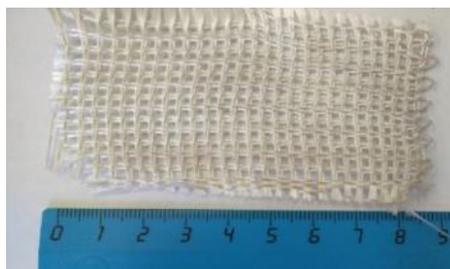


Рисунок 2 – Стеклоткань для изготовления фильтрующего элемента

В настоящей работе выполнена оценка возможности получения фильтрующих элементов с использованием шлаков – отходов металлургической переработки алюминиевых сплавов – с высоким содержанием алюмооксидных фаз (до 95 % мас.).

Внешний вид алюминиевого шлака, образовавшегося при переплавках алюминиевой стружки приведен на рисунке 3, где, а) – исходный шлак, б) – шлак после просева через сито 3×3 мм, в) – шлак после размола в шаровой мельнице.

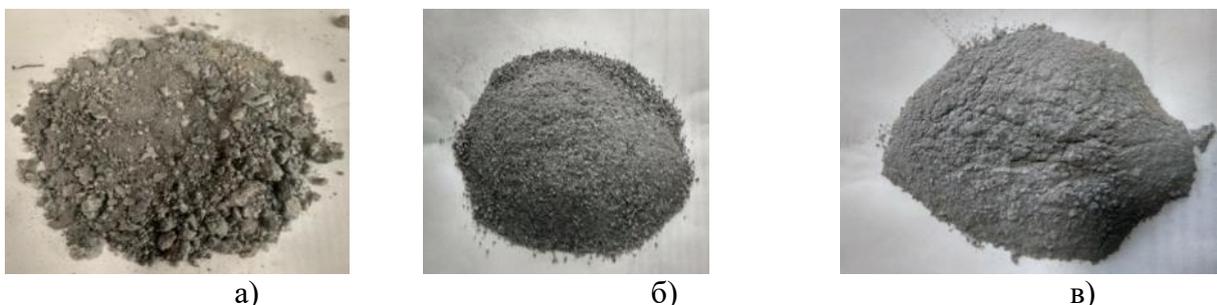


Рисунок 3. а) – исходный шлак, б) – шлак после просева через сито 3×3 мм, в) – шлак размола в шаровой мельнице.

Одной из важных характеристик при использовании алюминиевого шлака для фильтрующих элементов является его фракционный состав. Так как исходный шлак содержит некоторое количество достаточно крупных (5...10 мм) включений его предварительно просеивают через сито с размерами ячейки 3×3 мм. В результате отсева исходного шлака, 80% состоит из зерен с размером 0,4 мм и менее.

Образующиеся в результате рафинирующей обработки расплава алюминия шлаки в исходном состоянии содержат значительное количество компонентов флюса, образованных сплавлением солей. Для их удаления остывшая шлаковая смесь подвергается промывке водой (так называемая операция выщелачивания шлака водой).

Содержание керамических составляющих шлака после гидрообработки, как правило, составляет 95-97% (мас.), основная часть которых (до 85-90% мас.) представлена оксидами алюминия, а также нитридами и карбидами алюминия (5-10% мас), от 3 до 5% (мас.) составляет металлический алюминий.

В связи с изложенным, определенный интерес представляют алюмофосфатное высокотемпературное связующее, которое можно получить, используя шлак как исходное сырье для реакций с ортофосфорной кислотой.

Анализ показывает, что в процессе взаимодействия нитрида алюминия, содержащегося в шлаке, с водой возможно протекание химических реакций с образованием щелочного раствора гидроксида алюминия:





На рис. 4 представлены результаты термодинамического анализа химических реакций (1)-(3). В свою очередь гидроксид алюминия является исходным компонентом для получения алюмофосфата.

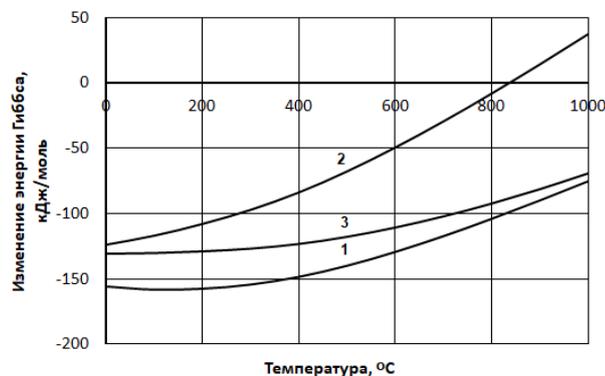


Рисунок 4. Изменение энергии Гиббса от температуры для реакций взаимодействия нитрида алюминия с водой (на один моль образующегося гидроксида): 1 –  $\text{AlN} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$ ; 2 –  $\text{AlN} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} + \text{Al}(\text{OH})_3$ ; 3 –  $2\text{AlN} + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4\text{OH} + \text{Al}_2\text{O}_3$

Термодинамическая вероятность образования алюмофосфатов из полученного щелочного раствора может быть обусловлена отрицательными значениями изменений энергии Гиббса для реакции взаимодействия гидроксида алюминия с ортофосфорной кислотой (рис. 5):

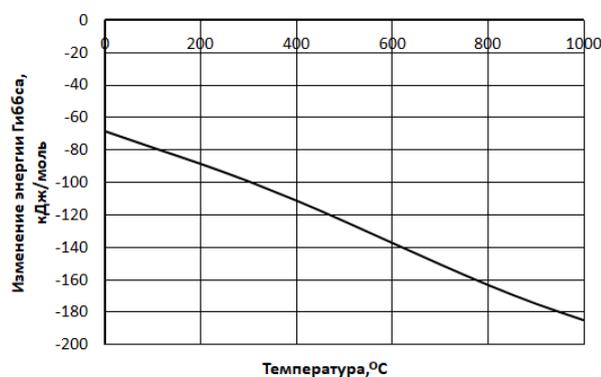


Рисунок 5 – Изменение энергии Гиббса от температуры для реакции взаимодействия гидроксида алюминия с ортофосфорной кислотой

#### Список использованных источников

1. Demir, A. Fabrication of Alumina Ceramic Filters and Performance Tests for Aluminium Castings / A. Demir // Acta Physica Polonica A. – 2018. – Vol. 134, No. 1. – PP. 332–334.
2. Bagherian, E. R. Development of a ceramic foam filter for filtering molten aluminum alloy in casting processes / E.R. Bagherian, M. K. Ariffin, S. Sulaiman // International Journal of Research in Engineering and Technology. – 2015. – Vol. 42, Issue 03. – PP. 27-43.
3. Liang, X. Fabrication of SiC reticulated porous ceramics with multi-layered struts for porous media combustion / Xiong Liang, Yawei Li, Jun Liu [et al.] // Ceramics International. – 2016. – Vol. 42 (11). – PP. 13091-13097.