

ПЕРЕРАБОТКА В РЕЖИМЕ ГОРЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

В.Э. Лорян*, А.Р. Качин, И.П. Боровинская.

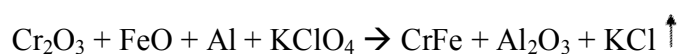
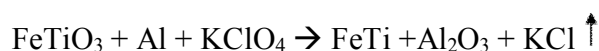
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения Российской академии наук, Черноголовка, Россия
loryan@ism.ac.ru

Исследования направлены на поиск оптимальных составов исходных смесей, позволяющих использовать рудные концентраты, минеральное сырьё (кварцевый песок, карельский шунгит) и отходы производства (криолит) в качестве компонентов для синтеза востребованных в промышленности целевых продуктов.

В частности проведены:

- исследования процесса синтеза ферросплавов – феррохрома и ферротитана [1, 2], объем производства, которых в РФ составляет сотни тысяч тонн в год;
- исследования процесса синтеза фторфлогопита ($\text{NaMg}_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\text{F}_2$) [3], успешно применяющегося в качестве материала коррозионностойких огнеупоров, работающих в среде агрессивных расплавов цветных металлов (алюминия, цинка, хлористых солей), при температурах до 1373К.

Синтез ферросплавов алюминотермическим восстановлением рудных концентратов проводили в графитовом стакане диаметром 40 мм и высотой 60 мм на воздухе при давлении 1 атм с использованием энергетической добавки (KClO_4) по следующим химическим схемам:



В качестве исходного сырья использовались шоржинский хромовый концентрат (Армения) и крымский ильменит (табл. 1, 2). Масса исходной смеси составляла 140 гр.

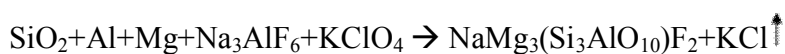
Таблица 1. Химический состав хромсодержащего концентрата (масс. %).

Cr	Fe	O	Mg	Si	Al	Ca
35,3	13,0	27,3	9,33	4,07	3,64	0,5

Таблица 2. Химический состав титансодержащего концентрата (масс. %).

Ti	Fe	O	Cr, Mg, Mn, V, P, Si
30,3	31,0	30,4	8,3

Для синтеза слюды ($\text{NaMg}_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\text{F}_2$) в качестве исходной шихты применялась смесь оксидов (кварцевый песок, оксид магния, карельский шунгит), металлов (магний, алюминий), фторсодержащий компоненты (отходы производства алюминия – Na_3AlF_6) и кислородсодержащей компоненты (энергетическая добавка).



В результате проведенных исследований были синтезированы:

– феррохром (рис. 1) с содержанием железа и хрома в целевом продукте 32% и 66% соответственно. Микроструктура сплава представлена крупными кристаллами твердого раствора феррохрома, разделенными светлыми границами (рис. 2). Микротвердость зерна при нагрузке 50 гр. составляет $H_{\mu} = 290\text{--}410$ (кг/мм²).

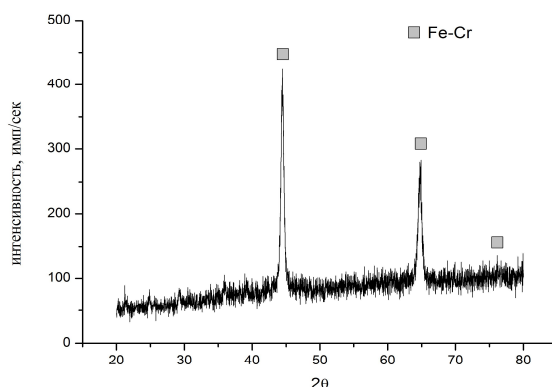


Рис. 1. Рентгенограмма синтезированного феррохрома.

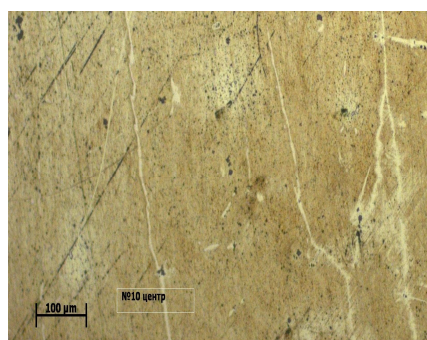


Рис. 2. Микроструктура синтезированного феррохрома.

– ферротитан (рис. 3) с содержанием Fe-60%, Ti-28,2% и Al-10%;

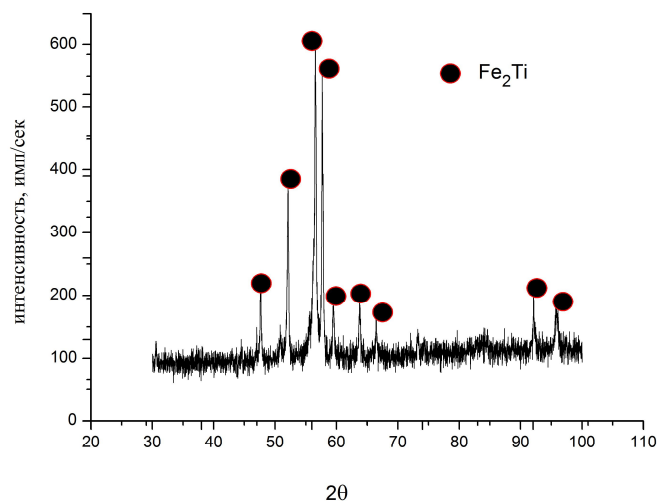


Рис. 3. Рентгенограмма синтезированного ферротитана.

Металлографически удалось выявить две структурных составляющих (рис. 4), светлая – фазы на основе $\text{Fe}_2\text{Ti}(\text{Fe}_2\text{AlTi})$, $H_{\mu} = 750\text{--}890$ (кг/мм²), темная – предположительно твердый раствор Fe–Ti, $H_{\mu} = 490\text{--}580$ (кг/мм²), нагрузка 50 г.

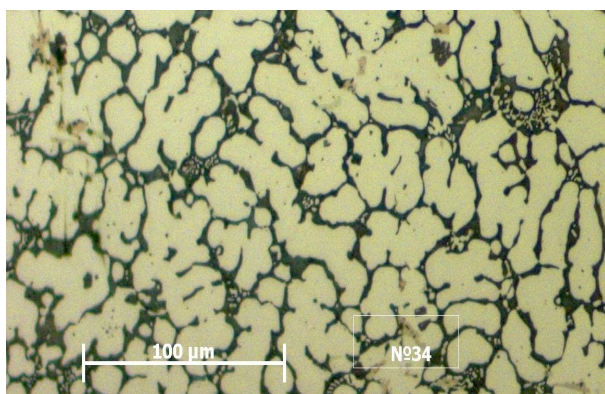


Рис. 4. Микроструктура синтезированного ферротитана.

– слюда на основе фторфлогопита и композиционный материал на его основе (рис. 5). Для получения композиционного материала в исходную смесь добавлялся шунгит, компоненты которого (53% оксида кремния и 32% углерода), в ходе термически сопряжённой реакции, реагировали с образованием карбида кремния.

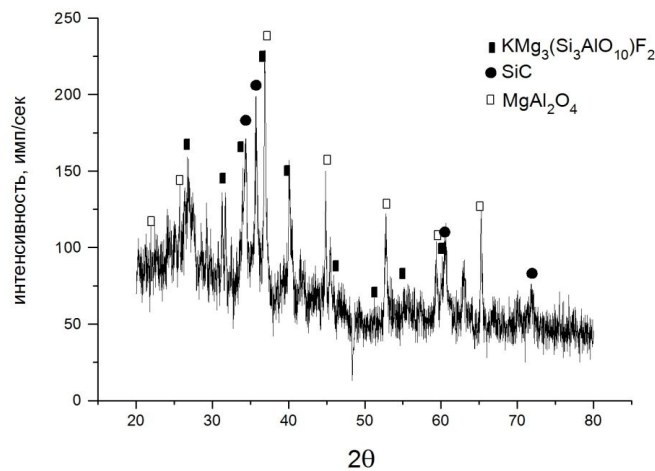


Рис. 5. Рентгенограмма синтезированного композита.

Изменение состава шихты позволило регулировать агрегатное состояние вещества в волне горения от расплава до обычного слёка. Установлено, что в зависимости от содержания перхлората калия в исходной смеси можно получать как пористые, так и плавленнолитые продукты (рис. 6).

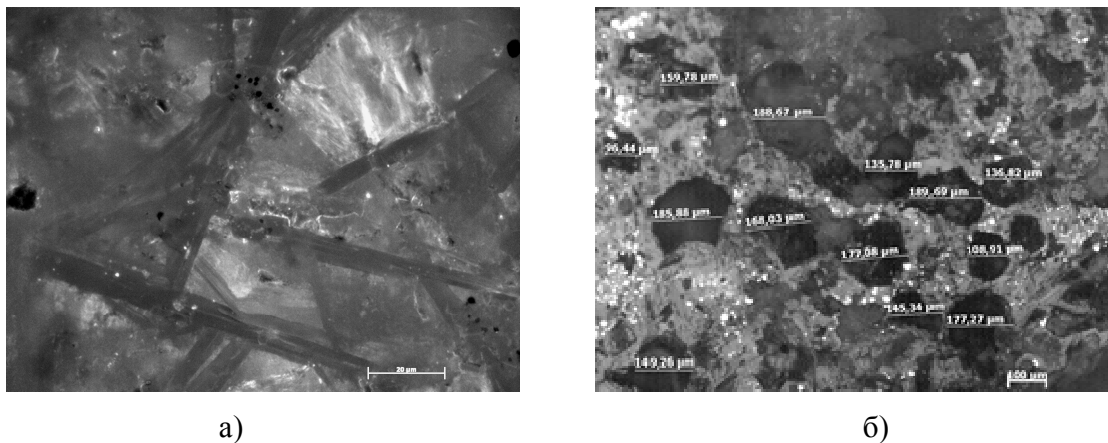


Рис. 6. Структуры СВС-фторфлогопитов: а) – плавленнолитого, б) – пористого.

Согласно классификации, принятой в промышленном производстве, синтезированный феррохром можно отнести к низкоуглеродистому феррохрому с содержанием углерода 0,2% [4]. На рисунке 7 представлены изделия из плавленнолитого материала на основе фторфлогопита, полученные в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.



а)

б)

Рис. 7. Изделия из плавнелитого материала на основе фторфлогопита: а) без обработки; б) слиток, обработанный на токарном станке.

Таким образом, в результате проделанной работы синтезированы:

- ферротитан, близкий по составу к промышленной марке ФТи30;
- искусственная слюда – фторфлогопит;
- композиционный материал на основе фторфлогопита состава $K(Na)Mg_3AlSi_3O_{10}F_2-MgAl_2O_4-SiC$.

Литература

1. A.R. Kachin, V.E. Loryan, I.P. Borovinskaya. Aluminothermic SHS of Ferrochromium from Ore Concentrate: Influence of Al Content of Green Composition on Phase Segregation. *Inter. J. of SHS*, 2016, Vol. 25, No. 1, pp. 59–61.
2. Sh.T. Azizov, A.R. Kachin, V.E. Loryan, I.P. Borovinskaya, and A.S. Mnatsakanyan. Aluminothermic SHS of Ferrotitanium from Ilmenite: Influence of Al and $KClO_4$ Content of Green Composition. *Inter. J. of SHS*, 2014, Vol. 23, No. 3, pp. 161–164.
3. V.E. Loryan and A.R. Kachin. Fluorophlogopite by Metallothermic SHS from Quartz Sand and Waste Product. *Inter. J. of SHS*, 2016, Vol. 25, No. 3, pp. 155–158.
4. М.И. Гасик, Н.П. Лякишев, Б.И. Емлин. «Теория и технология производства ферросплавов». Москва, «Металлургия», 1988, 349 стр.