

В.А. МАРТИРОСЯН, А.Ю. ШМАВОНЯН, М.Э. САСУНЦЯН, А.С. НИКОГОСЯН

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТИРОВАННОГО
ФЕРРОХРОМА ПУТЕМ АЛЮМИНОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ХРОМИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ АРМЕНИИ**

Разработана новая, нетрадиционная технология получения азотированного феррохрома из хромитовых концентратов Севанского месторождения методом внепечного алюминотермического восстановления. Выбраны оптимальные условия для обеспечения максимального выхода феррохрома. Изучены процессы структурообразования полученного сплава в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

Ключевые слова: хромитовый концентрат, алюминотермия, восстановление, феррохром, железо, хром.

Введение. Развитие экономической базы Республики Армения непосредственно связано как с созданием и широким внедрением новых видов материалов с особыми свойствами, так и с разработкой новых прогрессивных методов их получения. К числу таких материалов относятся азотированные хромовые стали, отличающиеся большой механической прочностью, износостойкостью и стойкостью по отношению к различным агрессивным средам. Азот является аустенитобразующим элементом и успешно заменяет в стали никель, вольфрам, ванадий и другие дефицитные и ценные элементы [1,2]. Наряду с другими назначениями эти сплавы нашли применение также в военной промышленности и в быстрорежущих инструментах. На практике такие стали получают легированием азотированным феррохромом, что представляет собой довольно сложный, энергоемкий процесс, требующий дорогостоящего оборудования, вследствие чего азотированные хромовые стали дефицитны и ввозятся в нашу страну.

Между тем в республике имеются руды, которые могут служить сырьем для получения азотированного феррохрома. К ним относятся хромитовые руды Шоржинского месторождения Севанского бассейна, которые ранее применялись в производстве солей хрома (хромпиков), а в дальнейшем – огнеупорных материалов. Однако эти руды некачественны и содержат всего 18...22% Cr_2O_3 [3]. Учитывая важность хромсодержащих легированных сплавов в экономике республики, а также новые сведения относительно больших запасов этих месторождений, отмечается необходимость разработки технологии их рационального использования, тем более что, как показали предварительные исследования, методом гравитационного обогащения этих руд можно получить хромконцентрат с содержанием 53% Cr_2O_3 , который удовлетворяет условиям металлургической обработки [4].

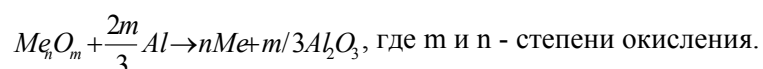
Таким образом, разработка рациональной технологии металлургической переработки хромитовых руд Севанского месторождения с получением азотированного феррохрома является актуальной задачей, исходя из требований республики.

Совершенным и рациональным способом получения феррохрома является алюминотермический метод, который позволяет получить этот сплав совместным восстановлением оксидов железа и хрома, находящихся в хромите. Процесс алюминотермического восстановления хромитов представляет собой самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), в результате которого количество выделяемой энергии удовлетворяет самопроизвольное течение процесса и не требует расхода тепла извне. Этот процесс можно осуществлять внепечным способом, что является преимуществом данного метода.

В случае необходимости, в шихту можно добавить NaNO_3 , CrO_3 , алюминотермическое восстановление которых экзотермично и приводит к увеличению теплового баланса восстановительного процесса. Добавление NaNO_3 позволяет получить ценный азотированный феррохром.

Благодаря высоким температурам (3000...3500 K), получаемым в процессах СВС, шихта будто бы кипит. В этих условиях железо и хром восстанавливаются и, растворяясь, образуют сплав, а смешанные оксиды (SiO_2 , MgO , CaO , Na_2O , Al_2O_3), содержащиеся в шихте, образуют труднорастворимые шлаки, которые после остывания легко отделяются от металлической фазы. Осуществить такие условия нагрева в тонком слое твердого вещества за счет внешнего источника нагрева энергии довольно трудно или почти невозможно. Вышеуказанные экстремальные условия определяют преимущество процесса СВС [5-8].

Термодинамический анализ системы хромит - Al. Рассмотрены теоретические основы алюминотермического процесса получения феррохрома из хромитового концентрата. Представлены закономерности процесса алюминотермического восстановления, указаны основы технологического горения. Процесс алюминотермического восстановления хромитов рассматривается как технологическое горение или горение в конденсированной фазе, которое осуществляется за счет кислорода, связанного с металлом, по следующей реакции:



Для осуществления внепечного алюминотермического восстановления должны быть обеспечены не только условия самопроизвольного протекания восстановительной реакции по всему объему, но и условия разделения металлической и шлаковой фаз. Поэтому необходимым условием осуществления внепечного процесса является равенство теплоты экзотермической реакции восстановления ($Q_{\text{экз}}$) с теплотой, необходимой для плавления продуктов восстановления ($Q_{\text{плав}}$), и тепловыми потерями ($Q_{\text{пот}}$), которые должны компенсироваться от

начала процесса плавления до формирования металлической фазы [1,2]. Таким образом, внепечное алюминотермическое восстановление возможно при условии: $Q_{\text{экз}} \geq Q_{\text{плав}} + Q_{\text{пот}}$.

Проведен теоретический расчет этих теплот: $Q_{\text{экз}} = 383,45 \text{ кДж/моль}$, $Q_{\text{плав}} = 3073 \text{ К}$, а $Q_{\text{пот}} = 18,70\%$, а также термодинамический анализ процесса алюминотермического восстановления хромитов с целью выяснения вероятности селективного восстановления оксидов железа и хрома при совместном присутствии смеси оксидов (CaO , MgO , SiO_2 , Na_2O , Al_2O_3). Термодинамические расчеты показали вероятность селективного восстановления оксидов железа и хрома в присутствии смеси оксидов в процессе алюминотермического восстановления хромитов.

Получение хромитового концентрата. В качестве хромсодержащего сырья были использованы хромовые руды Севанского месторождения [3].

Микроскопические исследования показали, что отделение хромшпинелида от пустой породы происходит довольно легко. Так, при размерах $-0,500...+0,315 \text{ мм}$ количество свободных хромшпинелидов составило 85%. Эта фракция и была подвергнута дальнейшему обогащению на концентрационном столе марки 30 КЦ со скоростью вращения дека $300...430 \text{ об./мин}$ и шагом дека $8...16$. В результате получено три продукта: хромитовый концентрат с содержанием 53% Cr_2O_3 ($\gamma = 40,3\%$, $\beta = 36,3\%$, $\varepsilon = 84,8\%$), хвосты с содержанием 7,0% Cr_2O_3 ($\gamma = 49,4\%$, $\beta = 49\%$, $\varepsilon = 14,03\%$) и шлам с содержанием 2,76% Cr_2O_3 ($\gamma = 10,3\%$, $\beta = 1,93\%$, $\varepsilon = 1,16\%$). Полученный хромитовый концентрат имел следующий химический состав, %: $\text{Cr}_2\text{O}_3 - 53,0$; $\text{FeO} - 12,0$; $\text{SiO}_2 - 3,0$; $\text{MgO} - 17,0$; $\text{CaO} - 1,1$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 14,1$; $\text{S} - 0,03$ и $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,02$, что позволяет применять его для получения феррохрома алюминотермическим способом.

Методика эксперимента. Эксперименты проводились в реакторе (рис. 1а), представляющем собой металлическую емкость, состоящую из двух частей. Нижняя часть наполнена кварцевым песком, верхняя часть представляет собой коническую крышку, открытую сверху. В середине нижней части реактора в кварцевом песке делались углубления, где помещался образец шихты, состоящий из исходных смесей стехиометрического состава. Шихта помещалась в яму кварцевого песка и закрывалась конической крышкой. В центре образца заливался инициатор ($\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{C}$). Горение осуществлялось с помощью раскаленной электрическим током вольфрамовой спирали с верхнего торца образца. В этих условиях в поверхностных слоях смеси возбуждается химическая реакция и формируется волна горения, распространяющаяся с постоянной скоростью по всей длине образца, тем самым имеет место СВС. Горение протекает в течение $10...15 \text{ с}$ в пределах температур $2300...2500^\circ\text{C}$. После охлаждения продукты горения образуют металлическую (рис. 1б) и шлаковую (рис. 1в) фазы, причем металлическая фаза представляет собой сплошной кусок, который собирается на дне шлака и легко

отделяется от него. После взвешивания металлическая и шлаковая фазы подвергались химическому (определялось содержание железа и хрома) и рентгенофазовому анализам.



Рис. 1. Лабораторная СВС установка (а), металлические (б) и шлаковые (в) фазы

Для измерения параметров процесса горения (температуры и скорости) использовались вольфраморениевые термопары диаметром 0,2 мм. Управление экспериментом и запись сигналов термопар осуществлялись с помощью персонального компьютера, подключенного к установке. Микроскопические измерения проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа типа (SEM) VEGA TS 5130MM, Tescan, Czech Republic, Microanalysis Sistem INCA Energy 300, рентгенофазовое исследование – с помощью рентгенографа марки ДРОН-2 с использованием $\text{CuK}\alpha$ -излучения и никелевого фильтра в следующем режиме: напряжение - 25 кВ, сила тока - 10 мА, скорость записи – $420 \text{ мм} \cdot \text{ч}^{-1}$.

Приведены материальный и тепловой балансы шихты. Определены количества составляющих шихту компонентов для обработки хромитового концентрата. Согласно этим расчетам, шихта должна состоять из хромитового концентрата (57,06 кг), алюминиевого порошка (21,97 кг), селитры (14,39 кг), CrO_3 (5,71 кг) и железного скрапа (0,87 кг). С целью увеличения теплового баланса в шихту добавлены NaNO_3 и CrO_3 , причем добавление NaNO_3 одновременно способствует получению ценного азотированного феррохрома. Расчетная удельная теплота процесса составляла 90 кДж/моль-экв .

Результаты эксперимента и их обсуждение. Рассмотрена роль восстановителя в процессе алюминотермического восстановления хромитов. Показано, что важным фактором здесь является степень измельчения восстановителя и хромита. Наилучшие результаты получены при измельчении восстановителя и хромита до размера зерна - 0,063 мм, при котором создаются благоприятные условия контакта.

Другим важным фактором восстановительного процесса является подбор количества восстановителя. Наилучшие результаты получены при стехиометрическом содержании восстановителя 120% (рис. 2). В этих условиях выход феррохрома составляет 98%. Добавление восстановителя способствует дальнейшему увеличению выхода феррохрома, но в этом случае часть восстановителя

переходит в восстановленный феррохром (рис. 3). Излишнее количество восстановителя приводит к образованию низшего оксида алюминия и к потерям восстановителя, а излишнее количество алюминия – к увеличению скорости восстановления шихты. Однако в случае сверхстехиометрического содержания более 120% скорость восстановления уменьшается в связи с увеличением теплового эффекта растворения алюминия.

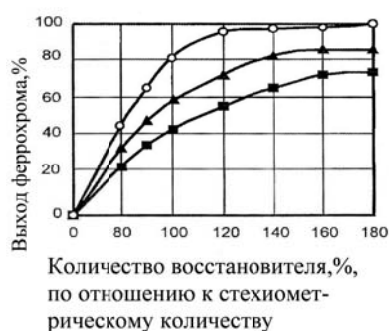


Рис. 2. Зависимость выхода феррохрома от количества восстановителя при различной степени измельчения алюминия

○ - 0,063 мм, ▲ - 0,125 мм,
■ - 0,50 мм

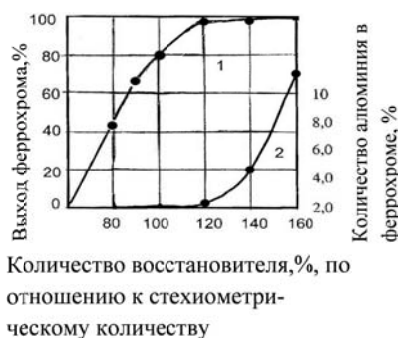


Рис. 3. Зависимость выхода феррохрома (1) и содержания в нем количества Al (2) от количества восстановителя (%) по отношению к теоретическому

Изучено также влияние флюса (СаО) на скорость алюминотермического восстановления. Выбраны оптимальные технологические параметры. Показано, что при количестве восстановителя 120% от стехиометрически необходимого количества и содержании не более 30% СаО можно получить азотированный феррохром без следов в нем алюминия.

Проведен рентгенофазовый анализ полученной металлической фазы. На рис. 4 показана рентгенограмма компонентов, составляющих данную шихту.

Как видно из рисунка, в конце алюминотермического восстановления в полученном продукте все линии погашаются и преобразуются в три линии, характеризующие феррохром. Рентгенофазовым анализом показано, что полученный сплав в основном состоит из феррохрома (Fe-Cr), α Fe и Cr. Результаты спектрального анализа подтвердили, что количество алюминия в полученном феррохроме составляет всего $10^{-4}\%$. По данным химического анализа, полученный феррохром имеет следующий состав, %: Cr–67,96; Fe–30; N–0,98; C–0,05; Si–1,0; S–0,03, P–0,03, который по ГОСТ 4357–91 соответствует марке ФХ100Н.

На рис. 5 приведены также окончательные микроснимки полученного сплава. Как видно из рисунка, полученный феррохром гомогенный и имеет прочную структуру.

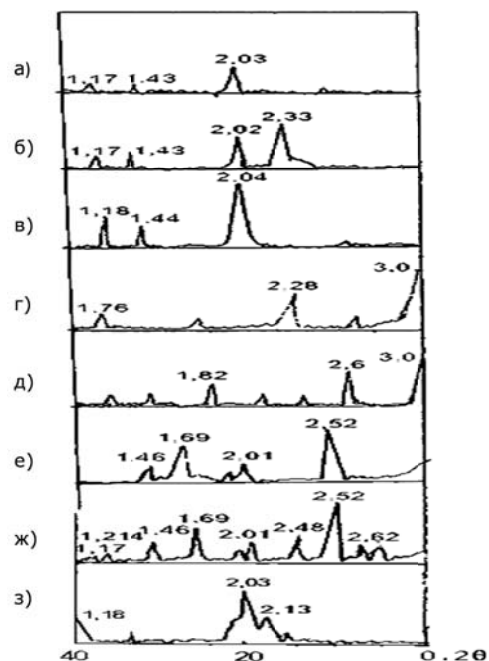


Рис.4. Рентгенограммы:
 а - Fe; б - Al; в - Cr; г – оксидов железа;
 д – оксидов хрома; е – хромитового
 концентрата; ж - исходной шихты; з –
 полученных металлических продуктов

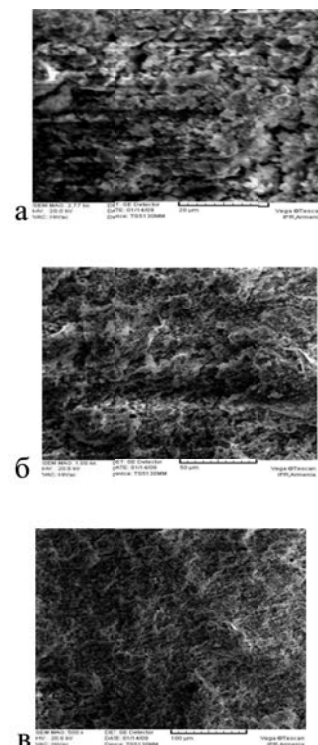


Рис.5. Окончательные микроснимки
 полученного сплава (увеличение:
 а - - 500, б - 1000 и в - 2700)

Проведены также рентгенофазовый и спектральный анализы шлаковой фазы. Результаты анализов показали, что полученные шлаки высокоглиноземистые, состоят в основном из корунда, шпинелей и β -глинозема и могут быть использованы в различных стекловаренных и металлургических печах.

Исследован механизм процесса алюминотермического восстановления хромитов с получением феррохрома. Исследования проводились методами дериватографического, рентгенофазового, металлотермического, спектрального и химического анализов. В качестве исходных материалов были использованы химически чистые вещества и хромитовый концентрат, полученные опытами обогащения. Рассмотрены отдельные системы, способствующие не только раскрытию и оценке процесса алюминотермического восстановления, но и проведению важных теоретических и практических исследований по изучению характера кривых ДТА и ТГ. Нагревание проводилось на дериватографе марки ДРОН – 1500 при температуре 300...1500 °C.

Дериватографические исследования системы $\text{NaNO}_3 + \text{Al}$ (рис. 6а) показали, что восстановительный процесс здесь начинается аналогичным образом. На кривой видны различные эндо- и экзоэффекты, что объясняется разложением и восстановлением нитрата натрия. Восстановительный процесс доходит до максимального значения при 1600°C .

Таким же образом изучены и другие системы. Так, в системе $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{Al}$ (рис. 6б) восстановление начинается после плавления алюминия при 800°C и протекает по следующим стадиям: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$.

Восстановительный процесс в системе $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{CrO}_3 + \text{Al}$ (рис. 6в) начинается при более высокой температуре и, как отмечается в литературе, также протекает постадийно: $2\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr}_{15}\text{O}_{13} \rightarrow \text{Cr}_{15}\text{O}_{12} \rightarrow \text{CrO} \rightarrow \text{Cr}$. В конце процесса восстановленный хром с алюминием образуют различные интерметаллические соединения по диаграмме системы $\text{Cr}-\text{Al}$.

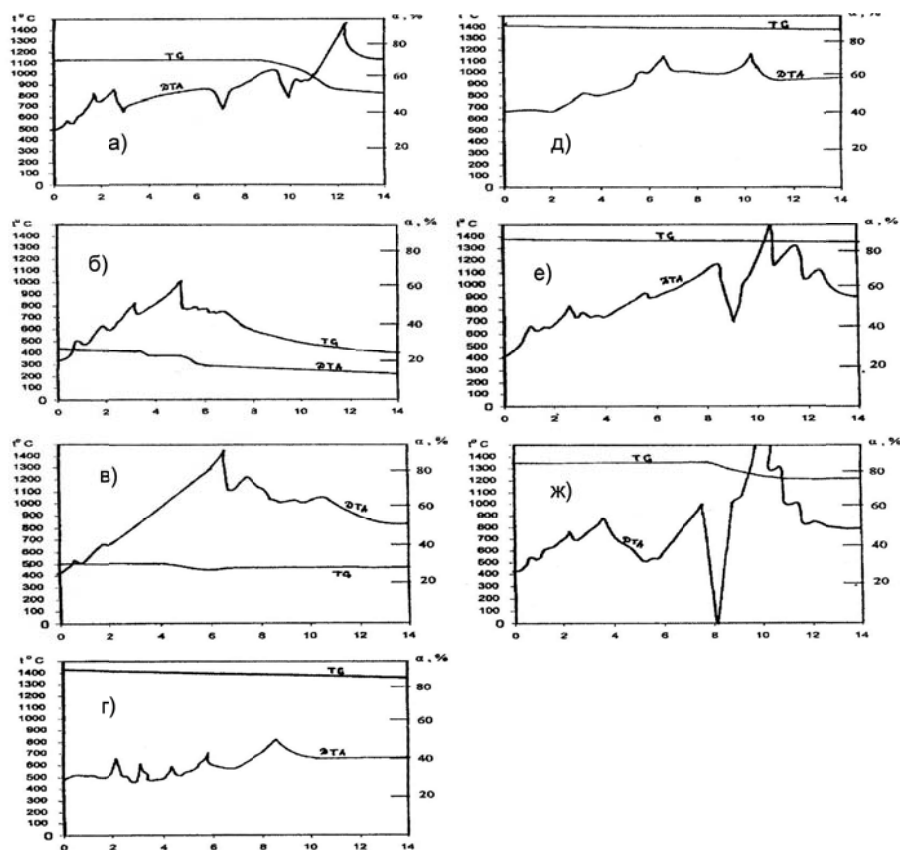


Рис. 6. Дериватографические кривые (DTQ и TQ):

а - $\text{NaNO}_3 + \text{Al}$, б - $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{Al}$, в - $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{CrO}_3 + \text{Al}$, г - $\text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}$, д - $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Al}$, е - хромконцентрат + Al , ж - шихта

В системах $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + \text{Al}$ и $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Al}$ (рис. 6 г,д) тепловые эффекты связаны только с процессом силикатообразования, что подтверждается результатами термодинамических расчетов.

Изучена механическая система $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}$. Выявлено, что восстановительный процесс здесь начинается, как и в случае отдельных оксидов, после образования жидкого алюминия. При этом вначале восстанавливается железо (при 800°C), затем хром из Cr_2O_3 . Отмечено, что восстановительный процесс протекает быстрее по сравнению с отдельно взятым Cr_2O_3 , так как заранее восстановленное железо становится восстановителем для Cr_2O_3 . При увеличении содержания Cr_2O_3 процесс восстановления сдвигается в сторону высоких температур. При соотношении $\text{Cr}:\text{Fe}=1:1$ восстановленный хром диффундирует в железо, образуя феррохром.

В системе $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}$ (рис. 6 е) восстановительный процесс протекает так же, как и в случае механической смеси. Здесь большой эндоэффект на кривой связан с разложением хромита, которое начинается при температуре 1300°C после полного восстановления железа. После чего начинается восстановление Cr_2O_3 . В свободном виде Cr_2O_3 восстанавливается труднее, чем хромит, т.к. дальнейшее его восстановление связано с предварительно восстановленным железом, который, непрерывно растворяя в себе Cr , сдвигает равновесие в сторону восстановления Cr_2O_3 .

Процесс восстановления шихты (рис. 6 ж) аналогичен вышеописанным случаям. Здесь протекают все процессы, как и в случаях отмеченных выше систем. Однако шпинели восстанавливаются труднее, чем отдельные оксиды, и температура интенсивного восстановления сдвигается в сторону высоких значений. После распада шпинелей (большой эндоэффект на кривой) процесс восстановления протекает с высокой скоростью, образуя большие экзо- и эндоэффекты. По всей видимости, этому способствует наличие NaNO_3 , где теплота выделения при восстановлении интенсифицирует как восстановительный, так и шлакообразовательный процессы.

Исходя из вышеизложенного, предложен механизм алюминотермического восстановления хромитового концентрата, согласно которому начало реакции связано с преодолением диффузионных трудностей оксидной пленки алюминия. Вначале происходит $\gamma - \alpha$ переход оксидной пленки, затем ее разрыв и плавление. Отмечено, что процесс восстановления развивается за счет соприкосновения твердых оксидов с плавным алюминием. Жидкий Al образует капиллярный поток (миграцию) на поверхности твердых зерен, после чего начинается восстановительный процесс. Взаимодействие алюминия с хромшпинелидом совершается за счет диффузии твердых оксидов в кристаллической решетке. Одновременно с разрывом оксидного слоя по образовавшимся капиллярам жидкий алюминий легко перемещается в сторону новых реакционных областей, после чего начи-

нается процесс восстановления. Вначале восстанавливается железо, причем этот процесс протекает по следующим стадиям: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$. Восстановленное железо становится восстановителем для Cr_2O_3 . При этом восстановленный хром, растворяясь в железе, сдвигает равновесие в сторону восстановления Cr_2O_3 , которое также протекает постадийно. Реакция $\text{NaNO}_3 + \text{Al}$ активизирует не только восстановительные, но и шлакообразовательные процессы. Процесс восстановления хромитовых концентратов протекает более интенсивно, чем отдельных оксидов. Смеси оксидов участвуют только в процессах шлакообразования.

Выводы

1. Изучен процесс получения азотированного феррохрома путем алюминотермического восстановления хромитового концентрата, полученного обогащением бедных хромитовых руд Севанского месторождения. Восстановление хромитов представляет собой СВС, в результате которого развиваются высокие температуры. Поэтому процесс получения феррохрома можно проводить внепечным способом. Выполнены расчеты некоторых тепловых параметров для процесса внепечного алюминотермического восстановления хромитов. Определены режимы горения и самораспространения пламени по всему объему шихты: удельная, *моль-эквивалентная* теплота ($3740 \text{ Дж/моль} \cdot \text{экв}$), теплота экзотермической реакции ($383,5 \text{ кДж/моль}$) и тепловые потери (18,7%). Определена температура расплава (3073 K).

2. Проведен термодинамический анализ процесса внепечного алюминотермического восстановления хромитов. Показано, что оксиды железа и хрома имеют большую вероятность к восстановлению, а смесь оксидов – к шлакообразованию при совместном присутствии их в шихте в процессе алюминотермического восстановления.

3. Изучены технологические закономерности процесса внепечного алюминотермического восстановления хромитов. Выбраны оптимальные технологические параметры процесса. На основе рентгенофазовых, спектральных и химических методов проведен анализ полученных металлических фаз. Результаты анализа подтвердили, что металлическая фаза представляет собой феррохром в твердом растворе $\alpha \text{ Fe+Cr}$, который соответствует стандартному составу феррохрома марки ФХ100Н.

4. На основе дериватографических, рентгенофазовых и микроскопических методов анализа изучен механизм процесса внепечного алюминотермического восстановления хромитов. Рассмотрены отдельные системы, позволяющие раскрыть некоторые вопросы механизма данного процесса.

5. На основании теоретических и экспериментальных исследований разработана технологическая схема получения азотированного феррохрома путем внепечного алюминотермического восстановления хромитового концентрата, полученного обогащением бедных руд Севанского месторождения. Предлагаемая технология отличается простотой, не требует энергетических расходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пленер Ю.Л., Сучильников С.И., Рубинштейн Е.А. Алюминотермическое производство ферросплавов и лигатур. - М.: Металлургия, 1963.- 175 с.
2. Рысс М.А. Производство ферросплавов.- М.: Металлургия, 1975.- 435 с.
3. Алоян П.Г. Вещественный состав и металлоносность хромитовых руд Тапасарского месторождения.- Ереван: ЗАО "Горно-металлургический институт Севанской офиолитовой полосы".- Ереван, 2005.- 32с.
4. Юхвид В.И. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: Теория и практика / Под ред. А.Е. Сычева.- Черногловка: Территория, 2001.- 252 с.
5. Дуррер Р., Фолькерт Г. Металлургия ферросплавов.- М.: Металлургия, 1976.- 479 с.
6. Тарасов А.Г., Горшков В.А., Юхвид В.И // Тезисы докладов Второй Всероссийской школы-семинара по структурной макрокинетике для молодых ученых.- Черногловка, 2004.- С. 26.
7. Дубровин. А.С. Перспективы развития алюминотермического производства ферросплавов.- М.: Металлургия, 1993. – 715 с.
8. Мержанов А.Г., Юхвид В.И., Боровинская И.П. // ДАН СССР.- 1980.- Т. 255, №1.- С. 120.

ГИУА (ПОЛИТЕХНИК). Материал поступил в редакцию 17.03.2013.

Վ.Հ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Ա.ՅՈՒ. ՇՄԱՎՈՆՅԱՆ, Մ.Է. ՍԱՍՈՒՆՅԱՆ, Ա.Ս. ՆԻԿՈՂՈՍՅԱՆ

ԱԶՈՏԱՑՎԱԾ ՖԵՐՈՔՐՈՄԻ ՄՏԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՔՐՈՄԻՏԱՅԻՆ ԽՏԱՆՑՈՒԹԵՐԻ ԱԼՅՈՒՄԻՆԱԹԵՐՄԱՅԻՆ ՎԵՐԱԿԱՆԳՆՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

Մշակված է ազոտացված ֆերոքրոմի ստացման նոր, ոչ ավանդական տեխնոլոգիա Սևանի տարածքի Շորժայի քրոմիտների ալյումինաթերմային վերականգնման եղանակով: Ընտրվել են օպտիմալ տեխնոլոգիական պարամետրեր՝ ինքնատարածվող բարձրջերմաստիճանային սինթեզի ռեժիմում համաձուլվածքի առավելագույն ելք ապահովելու նպատակով:

Առանցքային բաներ. քրոմիտային խտանյութ, ալյումինաթերմիա, վերականգնում, ֆերոքրոմ, երկաթ, քրոմ:

**V.H. MARTIROSYAN, A.YU. SHMAVONYAN, M.E. SASUNTSYAN,
A.S. NIKOGHOSYAN**

**DEVELOPING A TECHNOLOGY FOR OBTAINING NITRIDED FERROCHROMIUM
BY ALUMINOTHERMAL REDUCTION OF CHROMITE CONCENTRATES OF
ARMENIA**

The new nontraditional technology for obtaining nitrided ferrochromium from chromite concentrates of the Sevan deposit is developed by the method of extra-oven aluminothermal reduction. Optimum conditions for providing the maximum exit of ferrochromium are chosen. The structurization processes of the alloy obtained in the regime of a self-spreading high-temperature synthesis are studied.

Keywords: chromite concentrate, aluminothermy, reduction, ferrochromium, iron, chromium.