

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЛАВОВ И ЛИГАТУР НА ОСНОВЕ Di-Fe И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ КАЛЬЦИЕТЕРМИЧЕСКИМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ

Шрайнер А.Э., Сюткин В.В., Карташов Е.Ю., Буйновский А.С.

ФГАОУ ВО «Северский технологический институт Национального исследовательского ядерного университета МИФИ», Томская обл.

Artshrayner@gmail.com

Аннотация: в работе обсуждаются методы получения сплавов кальциетермическим восстановлением. Рассмотрен способ получения сплава на основе Di-Fe методом внепечного кальциетермического восстановления, осуществляемого на экспериментальной установке.

Ключевые слова: редкоземельные металлы, сплав, кальциетермическое восстановление

TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF ALLOYS AND LIGATURES BASED ON DI-FE AND RARE EARTH METALS BY CALCIETHERMAL REDUCTION

SHrajner A.E., Syutkin V.V., Kartashov E.YU., Bujnovskij A.S.

Seversk Technology Institute of the National Research Nuclear University MEPHI, Tomsk region

С каждым годом редкоземельные металлы (РЗМ) находят все большее применение во многих технологиях и наукоемких продуктах: при производстве телевизоров, компьютеров, сотовых телефонов, катализаторов, керамики, подводных лодок, в автомобиле- и самолётостроении и во многих других областях. Из технологий, развивающихся в настоящее время наиболее динамично, следует выделить энергосберегающие и природоохранные (так называемые «зелёные технологии»), в которых широко применяются высокоэнергетические магниты с использованием РЗМ (Nd, Pr, Di, Dy и Tb). Производство такой продукции имеет ряд особенностей:

1) объемы потребляемых ЛРЗМ составляют в натуральном выражении около 92%, ТРЗМ – 8%. В стоимостном выражении: рынок первых – 67%, а вторых – 33%;

2) ключевым игроком в силу ряда причин на рынке является Китай (80% мировых поставок редкоземельного сырья), из которых около 70% он забирает на нужды своей высокотехнологичной продукции. На долю Японии приходится до 11%, США – 9%, ЕС – 7%, остальные – до 6%;

3) в России производство индивидуальных РЗМ, сплавов и магнитов на их основе практически отсутствует, однако спрос на них есть (данный спрос удовлетворяется закупкой таких магнитов у Китая) и он постоянно растет [5]. Кроме того, наше государство заинтересовано в развитии редкоземельного производства, включая всю цепочку: от добычи до производства высокотехнологичной продукции (индивидуальных оксидов, металлов), для продажи продукции как внутри страны, так и за рубеж [2, 3, 4].

Отсюда становятся важными задачи создания, опробирования и реализации собственной технологии получения сплавов на основе РЗМ-Fe. Ранее нами была разработана фторидная технология получения лигатуры Nd-Fe, Nd-Co, Nd-Dy, однако получением лигатуры Di-Fe мы не занимались [1].

Поэтому в работе представлена технология получения сплава на основе Di-Fe методом внепечного кальциетермического восстановления их фторидов, которое проводится на экспериментальной установке, разработанной в СТИ НИЯУ МИФИ. Преимущество использования кальция при металлотермическом восстановлении фторидов редкоземельных элементов (РЗЭ) заключается в том, что применение данного металла позволяет добиться высокого выхода (96-99%) и получения металлов высокой чистоты и качества.

Восстановление галогенидов фторидов РЗМ магнием и алюминием приводит к получению сплавов со значительными примесями металлов восстановителей, причем наблюдается невысокий выход РЗМ в слиток [6, 7].

Установка представляет собой герметичную камеру, в которую помещается тигель с заранее приготовленной и засыпанной в него шихтой, имеющий армированные теплоизолирующие стенки. На дне тигля находится сливное отверстие, закрытое проплавляемой пробкой. В результате процесса кальциетермического восстановления получившийся жидкий металл, расплавляя пробку, собирается в медном кристаллизаторе, который установлен под сливным отверстием. Начало реакции активируют с помощью нагрева электрозапала, изготовленного в виде нихромовой спирали и заранее заведённого в шихту. Контроль над процессом осуществляется с помощью следующих приборов: мановакууметра и температурного датчика. Полученный слиток зачищается от шлака на пескоструйной установке и взвешивается для определения выхода продукта. От слитка в инертной атмосфере отбирается проба сверлением для проведения анализов: химического, РФ, микроскопического, – по результатам которых определяется качество полученного слитка.

В работе предполагается провести ряд исследований для определения оптимальных параметров процесса внепечного кальциетермического восстановления магнитных сплавов на основе Di-Fe с выходом дидима и железа в слиток не менее 95-96%.

Использованные источники:

1. Буйновский А.С. Фторидная технология получения магнитных сплавов на основе редкоземельных элементов для ядерной энергетики. Ч. I. Внепечная фторидная технология редкоземельных сплавов / А.С. Буйновский [и др.]. – Томск: Изд-во Томск. гос. Ун-та систем упр. И радиоэлектроники, 2012. – 435 с.
2. Группа «Акрон» // Редкоземельные элементы. URL: https://www.acron.ru/products/rareearth_elements/ (дата обращения 30.11.2020);
3. Группа компаний «Скайград» // Комплексная безотходная технология переработки фосфоргипса. URL: <https://skygrad.squarespace.com/fosfogips/> (дата обращения 27.11.2020);
4. ПАО «ППГХО» // В Краснокаменске подписаны еще два инвестиционных соглашения. URL: <https://www.priargunsky.armz.ru/about/news/?id=594&p=2> (дата обращения 30.11.2020);
5. Петров, И. М. Перспективы развития мирового рынка РЗМ [Текст] / И. М. Петров // Актуальные вопросы получения и применения РЗМ-2015: сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 25 июня 2015. - С. 13-15.
6. Софронов, В. Л. Фторидная технология получения сплавов на основе редкоземельных металлов для производства высокоэнергетических постоянных магнитов [Текст] / В. Л. Софронов, А. С. Буйновский, А. Н. Жиганов и др. // Цветные металлы. - 2012. - № 1. - С. 23-27.
7. Шумкин С.С., Прокофьев П.А., Семенов М.Ю. Производство постоянных магнитов из магнитотвердых сплавов с использованием редкоземельных металлов. Металлург. 2019. No. 5. С. 37-42.