

ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ САМАРИЯ И ИТТЕРБИЯ ЛАНТАНОТЕРМИЧЕСКИМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ

Петров А.И.^{1,2}, Фофанов Г.Л.¹, Иванов В.А.¹, Щетинский А.В.¹,
Половов И.Б.¹, Ребрин О.И.¹

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б. Н. Ельцина

²⁾ Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения
Российской академии наук
E-mail: antonpi1993@gmail.com

SAMARIUM AND YTTERBIUM METAL PRODUCTION USING LANTANOTHERMIC REDUCTION

Petrov A.I.^{1,2}, Fofanov G.L.¹, Ivanov V.A.¹, Schetinskiy A.V.¹, Polovov I.B.¹, Re-
brin O.I.¹

¹⁾ Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin

²⁾ Institute of High Temperature Electrochemistry of the Ural Branch of the Russian Acad-
emy of Sciences

The method of lanthanothermic reduction was proposed for production of metallic samarium and ytterbium. Their oxides were used as a crude material. The optimal conditions of the processes were determined. The enlarged lots of metals were produced using specially designed set-up.

В современном мире в соответствии с требованиями научно-технического прогресса сохраняется устойчивый рост потребления редкоземельных элементов и скандия. Уровни потребления РЗЭ в промышленно развитых странах мира уже на протяжении нескольких десятков лет служат четкими индикаторами экономического развития и национальной безопасности. Из мировой практики известно, что в качестве восстановителя наиболее широко используются металлический кальций и литий.

Проведенный термодинамический анализ показал, что фториды таких РЗМ как самарий и иттербий восстанавливаются литием и кальцием в условиях лишь частично (не более, чем на 80 %), а в предварительных экспериментах было установлено, что выход готового продукта при восстановлении фторидов самария и иттербия литием в реальных условиях не превышает 20 %.

Высокая упругость паров самария и иттербия при повышенных температурах позволяет отгонять эти металлы при пониженных давлениях из реакционной зоны, совмещая операции получения и рафинирования [1]. На основании термодинамического анализа в качестве альтернативного восстановителя в настоящей работе предложено использовать металлический лантан, а восстановительную плавку вести при пониженном давлении, тем самым реализуя процесс дистилляции получаемых металлов. При этом в качестве сырья рекомендовано

использовать не фториды, а оксиды металлов, что существенным образом сказывается на себестоимости передела.

Исследованы зависимости степени восстановления от технологических параметров подготовки шихты (геометрические размеры таблетки, усилие прессования таблеток) и параметров восстановительной плавки (температура, избыток металла-восстановителя, остаточное давление аргона, время выдержки). Установлено, что показатели процесса улучшаются при возрастании удельного давления при прессовании таблеток и перестают меняться при стабилизации размеров таблеток.

Найдены оптимальные условия проведения процессов. Так, например, для получения иттербия необходимо, чтобы избыток металла восстановителя составлял 5 %, температура выдержки – 1100 °С, остаточное давление аргона в системе – 5 мм. рт. ст., время выдержки при заданной температуре – 4 часа. Как и следовало ожидать, исходя из физико-химических свойств, оксид самария восстанавливается лантаном с большими трудностями, чем оксид иттербия. Для получения степени восстановления более 90% необходимо снижать давление до 10^{-3} – 10^{-4} мм рт. ст., повышать температуру до 1150-1200 °С и повышать избыток восстановителя до 30 %.

В соответствии с описанными выше технологическими условиями для определения технологических показателей получения самария и иттербия лантанотермическим восстановлением были проведены укрупненные балансовые эксперименты, в ходе которых были получены партии металлов, а также подтверждены оптимальные параметры проведения технологических операций, которые взяты за рекомендуемые для технико-экономических расчетов. Проведенный химический анализ указал на высокую чистоту получаемых продуктов.

1. Зеликман А.Н., Коршуном Б.Г., *Металлургия редких металлов*, М.: *Металлургия*, (1991)