



МЕТАЛЛОТЕРМИЯ

Авторы: Д. В. Дробот

МЕТАЛЛОТЕРМИЯ (от *металлы* и греч. θερμη – теплота), процессы восстановления металлов из их соединений (оксидов, галогенидов и др.) более активными металлами (алюминием, магнием, кальцием и др.), протекающие с выделением теплоты.

Основоположник М. – Н. Н. *Бекетов*, который в 1859–65 впервые описал реакции восстановления металлов из их оксидов алюминием. М. стала применяться на рубеже 19–20 вв. Процессы М. классифицируют по природе металла-восстановителя (алюминотермия, магниетермия, кальциетермия и др.); к М. принято относить также восстановление кремнием (силикотермия).

В общем случае процессы М. описываются схемой



Me – целевой (получаемый) металл;

R – металл-восстановитель;

L – анионы, образующие с

Me термически стойкие соединения. Металлотермич. процессы инициируются нагревом. Осн. требования к исходному соединению – высокое тепловыделение при его восстановлении (этим обеспечивается возможность самопроизвольного, автотермического, протекания процесса), простота и полнота отделения соединений MeL и

RL от получаемого металла. Выбор металла-восстановителя определяется:

сопоставлением величин энергий образования

MeL и

RL (по абсолютной величине энергии Гиббса; если

$|\Delta G_{RL}|$ больше

$|\Delta G_{MeL}|$, процесс может быть реализован); возможностью осуществления

экономически оправданной и экологически приемлемой технологии последующего

разделения продуктов реакции; требованиями к свойствам и качеству (уровень содержания примесей, а также размер, состав и форма частиц) металла.

Различается М.: выпечная – проводится, когда теплоты реакции достаточно для получения продуктов в жидком состоянии, что позволяет осуществлять их разделение (напр., получение феррониобия при алюминотермич. переработке пироклоровых концентратов); электропечная – применяется, когда выделяющейся теплоты недостаточно для автотермич. режима. В этом случае недостающее количество теплоты для расплавления и необходимого перегрева продуктов плавки подводят с помощью электрич. нагрева (натриетермич. получение порошков тантала и ниобия, магниетермич. получение сверхпроводящего сплава ниобия с титаном методом совместного восстановления хлоридов); вакуумная – осуществляется в условиях вакуума, что позволяет получать металлы с пониженным содержанием газов. Электропечная и вакуумная М. могут совмещаться. Напр., при получении титановой губки по методу Кролля тетрахлорид титана восстанавливают в электропечи при 950 °С расплавленным магнием в предварительно вакуумированной и затем заполненной аргоном реторте (давление менее 100 Па); разделение продуктов (титановой губки, магния и хлорида магния) осуществляют методом вакуумной дистилляции при давлении менее $1,3 \cdot 10^{-6}$ Па.

Процессы М. по сравнению с карботермией, как правило, более дорогостоящие; их применяют для получения металлов и сплавов, характеризующихся повышенной структурной однородностью и химич. чистотой (отсутствием примесей карбидов, свободного углерода и др.). Для повышения эффективности процесса и получения шлаков с улучшенными технологич. свойствами (низкая темп-ра плавления, хорошая жидкотекучесть) возможно использование двух и более металлов-восстановителей (Al–Ca, Si–Ca и др.). Металлотермич. процессы применяются также в произ-ве лигатур, ферросплавов, сверхпроводящих сплавов (на основе ниобия и титана), индивидуальных РЗЭ, а также в процессах синтеза кластерных соединений переходных

d-элементов (напр.,
Nb Cl₃, Re Cl₃) и др.

Литература

Лит.: Kroll W. J. The production of ductile titanium // Transactions of the Electrochemical Society. 1940. Vol. 78; Соколов И. П., Пономарев Н. Л. Введение в металлотермию. М., 1990; Дубровин А. С. Металлотермия специальных сплавов. Челябинск, 2002; Металлотермические методы получения скандия повышенной чистоты и его лигатур. М., 2004.

Processing math: 100%