

углерод нестабилен и не участвует в равновесии реакций комплексного восстановления Cr_2O_3 .

Во втором этапе рассматриваемого процесса ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr}_7\text{C}_3$) в качестве твердого восстановителя выступает карбид Cr_3C_2 . Расчет температуры начала восстановления аналогичен примененному выше. На третьем этапе (Cr_2O_3 до Cr_{23}C_6) восстановителем выступает Cr_7C_3 .

Восстановления оксида с переходом $\text{Cr}_7\text{C}_3 \rightarrow \text{Cr}_{23}\text{C}_6$ требует увеличения энергетических затрат. Одновременно создаются условия для появления расплавов, что не согласуется с направленностью настоящей работы на получение порошковых материалов и железохромистых лигатур в твердом состоянии. Поэтому продолжение теоретических и экспериментальных исследований связано с определением путей обезуглероживание Cr_{23}C_6 вне рамок процесса восстановления Cr_2O_3 .

УДК 669.295

С. Г. Грищенко¹, С. М. Лупинос², Д. В. Прутцков³

¹ПКП «УКРЦВЕТМЕТ», г. Харьков, ²ГП «ГНИП Институт титана», г. Запорожье,

³ООО «Технохим», г. Запорожье

О НЕКОТОРЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ РАЗВИТИЯ ГРАНУЛЬНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ТИТАНА

Главным фактором, сдерживающим рост потребления титана, является его относительно высокая стоимость. Поэтому исследования и поиск альтернативных технологий производства титана, предполагающих снижение его себестоимости, сегодня не утрачивают своей актуальности [1].

Несомненный интерес и перспективу представляет субхлоридная технология восстановления металлов, разработанная в ИХХТ СО РАН [2], однако, в настоящее время ее отдельные стадии отработаны пока в масштабах лабораторной установки. Переход к освоению крупномасштабных аппаратов для большинства перспективных разработок сопровождается проявлением целого спектра неисследованных технических проблем. Вследствие этого сегодня ни одна из альтернативных технологий не вышла за пределы пилотных установок, не осуществила переход к крупнотоннажному производству, а магниетермический способ, по-прежнему,

является основным и практически единственным способом получения первичного титана в промышленном масштабе.

Развитие современной техники требует создания материалов, надежно работающих в условиях высокотемпературного нагружения, повышенного износа, агрессивной среды. Одной из технологий создания новых материалов, а также производства изделий на их основе, является гранульная (порошковая) металлургия [3]. Технология осуществляет получение порошков сферической формы методом центробежного распыления, изготовление заготовок и их последующую обработку. Процесс позволяет получить готовые изделия заданной прочности, точных размеров и сложной формы без дополнительной или путем минимальной механической обработки. Получаемые сплавы широко применяются для изготовления деталей в авиа – и ракетостроении. Сегодня реализованы два способа получения гранул путем газоструйного распыления жидкого металла или центробежного плазменного распыления.

Освоение распыления высокоэнергетической плазмой вращающегося с большой скоростью электрода заданного состава создало возможность широкого применения в промышленности аддитивных технологий и 3-D принтеров для изготовления изделий из титановых и высокоомогенных композиционных порошков на основе редких металлов. Ужесточение в связи с этим требований к качеству титановых порошков (сферичности, гранулометрическому составу, содержанию примесей) требует усовершенствования технологий их получения.

В работе [4] показано, что интенсификация технологии получения первичного титана возможна путём исключения низкопроизводительных стадий и уходом от формирования массивного блока губчатого титана. Такая модернизация технологии и получение мелкодисперсных гранул титана может создать определенную перспективу аппаратного оформления непрерывного или полунепрерывного способа восстановления. Возобновление целенаправленного поиска технических решений с целью создания непрерывной технологии магнетермического получения титана, его аппаратного оформления, может стать оптимальным вектором модернизации современной технологии, позволяющим при позитивном решении упростить её аппаратное оформление, существенно понизить себестоимость титана, поднять выход титана в готовые изделия. Это создаст дополнительную возможность широкого использования современных аддитивных, PIM и MIM технологий для изготовления полуфабрикатов и изделий из порошкообразного или гранулированного титана.

Список литературы

1. *Нечаев В.Н., Цаплин А.И.* Обзор способов получения губчатого титана // Титан. – 2015. – № 3 (49). – С. 4-13.
2. *Парфенов О.Г., Пашков Г.Л.* Проблемы современной металлургии титана. Новосибирск: Из-во СО РАН, 2008. 279 с.
3. *Александров А.В., Кузнецов С.Ю., Демченков Г.Г., Афонин Е.А.* Перспективы дальнейшего развития и совершенствования гранульной металлургии // Титан. – 2015. – № 3 (49). – С. 39-41.
4. *Лупинос С.М., Грищенко С.Г., Прутцков Д.В., Коцарь М.Л., Александров А.В.* Станет ли титан дешевле завтра? О перспективах разработки непрерывной технологии магнетермического производства титана // Титан. – 2015. – № 3 (49). – С. 14-21.

УДК 669.162.266

А. В. Двоеглазова, В. В. Бочка, С. Е. Сулименко, А. В. Сова, А. Н. Шафорост

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКА

В последнее время особое внимание уделяется качеству флюса, используемого в агломерационном производстве. В качестве флюса используют известьсодержащие материалы, такие как известняк или известь.

Улучшение качества флюса в агломерационном производстве возможно за счёт добавления других компонентов, которые могут ускорить процесс разложения известняка и интенсифицировать жидкофазное спекание при добавлении такого флюса в агломерационный процесс. Это возможно осуществить за счёт применения комплексных флюсов.

Одним из способов получения комплексного флюса является добавление железорудного концентрата к известняку с последующим обжигом на конвейерной машине, что требует исследования характера взаимодействия известняка с различными добавками.