



УДК 669.117.56

РАФИНИРОВАНИЕ И ЛЕГИРОВАНИЕ ТИТАНА В ПРОЦЕССЕ КАМЕРНОГО ЭЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПЕРЕПЛАВА

А. Д. Рябцев, А. А. Троянский

Разработаны теоретические основы электрошлакового переплава металлов и сплавов под активными шлаковыми системами в печах камерного типа в контролируемой атмосфере.

Theoretical bases of electroslag remelting of metals and alloys under active slag systems in chamber-type furnaces in a controllable atmosphere (ChESR) have been developed.

Ключевые слова: титан и его сплавы; печь камерного типа; электрошлаковый переплав

Среди перспективных конструкционных материалов, освоенных в последние годы промышленностью, особое место занимают титан и его сплавы. Непрерывное расширение сферы применения этих

материалов в различных отраслях техники объясняется благоприятным сочетанием их физико-химических свойств.

Традиционно для выплавки титановых слитков применяют вакуумно- и плазменно-дуговой, а в последнее время и электронно-лучевой переплавы. Существенно расширить возможности переплавных процессов может электрошлаковый переплав металлов и сплавов под активными шлаковыми системами в печах камерного типа в контролируемой атмосфере (КЭШП).

В Донецком национальном техническом университете разработаны теоретические основы указанного процесса, исследованы его основные закономерности, созданы и реализованы технологии получения товарных слитков из различных металлов и сплавов, в том числе и титана. Способу КЭШП присущи все достоинства классического электрошлакового переплава — рафинирующая шлаковая среда, направленная кристаллизация и хорошая поверхность слитка.

Наличие камеры печи позволяет вести переплав высокорекреакционных металлов и сплавов, включая титановые, в контролируемой атмосфере, а металлический кальций в шлаковой системе обеспечивает низкие значения парциального давления кислорода и азота в шлаке и газовой фазе, что создает благоприятные условия для рафинирования и легирования титана.

Для практической реализации процесса на основании результатов выполненных работ предложены конструкторские решения по переоборудованию, без больших капиталовложений, действующих установок электрошлакового переплава в камерные электрошлаковые печи, выполнена реконс-



Рис. 1. Камерная печь ЭШП, изготовленная на базе установки У-578

© А. Д. РЯБЦЕВ, А. А. ТРОЯНСКИЙ, 2011



струкция ряда промышленных печей У-578, УШ-148, УШ-137 (рис. 1).

На основании комплекса проведенных исследований разработана технология рафинирования титана и его сплавов от кислорода и нитридных включений, позволяющая получать литые слитки с содержанием примесей на следующем уровне, мас. %: 0,03... 0,06 кислорода, 0,005... 0,006 азота, 0,003... 0,005 водорода, 0,01 углерода. Установлено, что добавки в шлак КЭШП металлического кальция обеспечивают рафинирование титана от азота и кислорода соответственно на 10... 15 и 20... 25 %.

Предложена технология, позволяющая гарантированно вводить кислород из газовой фазы и лигатуры в титан в процессе переплава губки и при этом повышать содержание кислорода в металле в 2...7 раз по сравнению с исходным (до уровня 0,40 % кислорода).

Разработана технология получения интерметаллидов системы титан-алюминий, легированных хромом, ниобием и бором, а также 30... 50 ат. % алюминия.

Технология КЭШП обеспечивает следующие преимущества:

высокое качество слитка (рис. 2) уже после первого переплава (хорошую химическую и структурную однородность и поверхность, не требующую дополнительной механической обработки);

гарантированное снижение содержания вредных примесей;

возможность получения квадратных и прямоугольных слитков;



Рис. 2. Слитки титана КЭШП

утилизацию титановых отходов (скрап, стружка) с последующим получением качественных слитков; рафинирование первичного титан-алюминиевого сплава, полученного аллюминотермическим способом; снижение потребления электроэнергии; использование более простого и дешевого оборудования;

Технология прошла успешное опробование в лабораторно-промышленных условиях при производстве титановых слитков диаметром до 200 мм и может быть предложена для промышленного внедрения.

Донецк. нац. техн. ун-т

Поступила 27.01.2011

См. 4-ю стр. обложки

Программы прибора «SPECTROMAX» для анализа титановых сплавов

Элемент	Ti-01M	Ti-10M	Ti-20M	Ti-30M
	%			
Al	0,002...8,1	0,0005...0,11	0,002...6,3	0,0025...8,1
Sn	0,0005...11,1	0,0005...0,2	0,001...11,1	0,001...2,0
Zr	0,001...5,8	0,001...0,006	0,0015...5,8	0,001...0,01
Mo	0,015...15,6	0,0034...0,06	0,013...15,6	0,01...1,3
V	0,0015...5,6	0,001...0,13	0,0015...0,13	0,002...5,6
C	0,002...0,041	—	0,002...0,031	0,002...0,041
Si	0,0015...0,63	0,0015...0,13	0,0015...0,63	0,002...0,13
Mn	0,002...7,1	0,002...0,14	0,002...7,1	0,005...4,8
Cr	0,001...3,6	0,001...0,22	0,001...3,6	0,001...1,3
Ni	0,001...0,6	0,001...0,15	0,001...0,15	0,001...0,15
Fe	0,004...3,1	0,0025...0,31	0,004...3,1	0,005...1,2
Cu	0,002...2,5	0,002...0,15	0,002...2,5	0,003...0,52
Nb	0,0025...7,1	—	0,005...1,1	0,004...7,1
Pb	0,002...0,2	0,002...0,2	0,002...0,2	0,002...0,2