

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕССОВАННЫХ ТИТАНОВЫХ БРИКЕТОВ

Приведены сведения об исходных материалах при прессовке брикетов и методы изготовления расходных электродов. Рассмотрен процесс изготовления прессованных брикетов из титана губчатого в условиях литейного цеха титанового литья ОАО «Мотор Сич».

Ключевые слова: титан губчатый, брикет, компактирование, легирующая добавка, матрица, изложница, расходный электрод.

Введение

Титан и сплавы на его основе благодаря высокой удельной прочности и коррозионной стойкости в последнее время находят все более широкое применение в авиа- и ракетостроении, транспортном, пищевом, химическом и энергетическом машиностроении, приборостроении, архитектуре, а также при изготовлении медицинского оборудования, спортивного инвентаря и потребительских товаров. Но особенно эффективно его применяют в авиадвигателестроении.

В ОАО «Мотор Сич» остро стоит вопрос о своевременном обеспечении производства титановыми слитками, поэтому руководство ОАО «Мотор Сич» видит решение этой проблемы в организации работ по выпуску титановых слитков собственного производства, на существующем оборудовании, с использованием в качестве исходного материала титана губчатого отечественного производства. Разработка технологии прессовки брикетов из титана губчатого, как одного из основных звеньев технологии изготовления электродов собственного производства, весьма актуальна и будет способствовать решению проблемы по обеспечению производства фасонного литья титановыми электродами, что приведет к снижению себестоимости титановых слитков – основы для производства фасонных отливок, одновременно с сохранением или повышением их качества.

Исходные материалы при изготовлении прессованных брикетов

В качестве исходных материалов при изготовлении прессованных брикетов являются титан губчатый и технически чистый алюминий. Титан губчатый представляет собой серую пористую металлическую массу плотностью 1,5...2,9 г/см³. Качество поставляемого титана губчатого определяется следующими основными характеристиками: химическим составом и связанными с ним механическими свойствами; однородностью распределения примесей и механических

свойств во всем объеме товарной партии; отсутствием окисленных кусков, кусков со шламом и кусков с резко отличным от основной массы химическим составом. Задача обеспечения научно-технического уровня и объема производства высококачественного губчатого титана в свое время была успешно решена Запорожским титано-магниевым комбинатом совместно с научными коллективами исследовательских центров. В настоящее время качество губчатого титана, выпускаемого отечественной промышленностью, конкурирует с мировым.

В литейном производстве качество слитков и отливок непосредственно определяется качеством исходных шихтовых материалов. Одним из факторов, оказывающих наиболее значительное влияние на механические и служебные свойства литого металла при заданной кристаллической структуре, является чистота по неметаллическим включениям и содержанию газов. Последние могут находиться в растворенном состоянии и способствовать в слитках газовой пористости [1].

Значительное содержание газовых примесей в губке, высокая температура плавления окислов и нитридов титана, их большая плотность по сравнению с расплавом вакуумной дуговой плавки приводят к тому, что включения сохраняются в слитках. Заданный уровень механических свойств полуфабрикатов из титановых сплавов достигается путем правильного подбора (согласно расчета) сортности титановой губки (по ее твердости). Уровень прочности сплава в значительной мере зависит от прочности губки, т.е. содержания в ней примесей. В основном снижение качественных характеристик титановых сплавов компенсируется долегиrowанием сплавов основными элементами (Al, Mo, V, Zr и др.), а также малыми добавками O₂, Si, Fe и даже углерода с азотом [2].

Алюминий по своим металлохимическим свойствам близок к титану, образует с ним твердый раствор и является α-стабилизатором. Однако по своим метал-

лургическим, теплофизическим и термодинамическим характеристикам алюминий отличается от титана. И это оказывает существенное влияние на его поведение при производстве слитков методом вакуумно-дуговой плавки (ВДП). Сплавы титана с алюминием (в пределах 0,5...6,5 % по массе) претерпевают сложные фазовые превращения, в результате которых происходит их упрочнение: каждый вводимый процент алюминия упрочняет титановые α -сплавы на 60 МПа. Поэтому его содержание и однородность распределения в значительной степени влияют на физико-механические свойства изготавливаемых сплавов.

Из всех физических свойств легирующих элементов наиболее важными являются их температура плавления и плотность. Прежде всего, от температуры плавления компонента зависит степень равномерности его распределения в расплаве металла, отсутствие локальных включений в местной микронеоднородности.

Алюминий входит в группу легирующих элементов, температура плавления которых значительно ниже температуры плавления титана и в легировании титановых сплавов имеет особое значение по ряду причин: это единственный металл, стабилизирующий α -фазу; он эффективно упрочняет α -, $\alpha+\beta$ - и β -сплавы при сохранении удовлетворительной пластичности; с увеличением содержания алюминия повышается жаропрочность и сопротивление ползучести сплавов титана; алюминий широко распространен в природе, доступен, сравнительно дешев; плотность алюминия значительно меньше плотности титана, и поэтому введение алюминия снижает плотность сплавов и повышает их удельную прочность [2].

Методы изготовления прессованных титановых электродов

Наиболее простым методом получения электродов было прессование титана губчатого в глухую горизонтальную матрицу. Этот метод применяли только в лабораторных условиях, он не был пригоден для промышленности ввиду низкой производительности при прессовании, необходимости мощного нестандартного прессового оборудования для получения крупных электродов и из-за трудоемкости операции соединения электродов при помощи аргоно-дуговой сварки.

В связи с этим были поставлены опыты по изготовлению расходных электродов прессованием небольших цилиндрических шашек с резьбой, в глухую матрицу, с дальнейшим свинчиванием этих шашек. Испытание таких электродов показало, что вследствие недостаточного контакта в местах соединения шашек и большой плотности тока дуги электроды при плавке перегревались и разрушались в местах соединений. Этот метод не получил применения даже в лабораторном масштабе.

Имеет место способ прессования электродов в глухую круглую металлическую вертикальную матрицу, которая может быть цельная или разъемная.

В настоящее время в основном применяется метод изготовления расходных электродов путем прессования титана губчатого через открытую коническую матрицу. Спрессованные таким методом электроды обладают достаточной прочностью и годны для плавки без дополнительной обработки.

Изготовление прессованных брикетов в ОАО «Мотор Сич»

Технологический процесс изготовления прессованных брикетов из титана губчатого состоит из следующих основных операций: компактирования основного исходного материала – титана губчатого марок ТГ100-ТГ110 по ДСТУ 3079-95 и легирующего элемента – алюминия марки А99 по ГОСТ 11069-2001 в брикеты. Основным исходным материалом является титан губчатый марки ТГ110, характеристика которого приведена в табл. 1.

В качестве легирующей добавки был использован алюминий марки А99, измельченный до кусков габаритами не более $\varnothing 20 \times 50$ мм. Выбор фракционного состава алюминия исходит из необходимости полного расплавления на торце электрода и равномерного распределения в ванне жидкого металла. Алюминий запрессован совместно с титаном губчатым в брикет, который, таким образом, представляет собой спрессованную гетерогенную смесь шихтовых материалов.

Дегазированный титан губчатый компактирован на вертикальном гидропрессе ДБ2436 (усилие прессования – 150 т) с использованием прошивной цилиндрической неразъемной матрицы (см. рис. 1), конструкция которой разработана в ОАО «Мотор Сич».

Прессованием получены брикеты размером $\varnothing 130 \times 150$ мм, состоящие из ~ 94 % титана губчатого и ~ 6 % алюминия, плотностью 2,6...2,8 т/м³, которая обеспечивает необходимую электропроводность при переплавке в печи и прочность электрода, и массой около 5,3 кг (см. рис. 2). Отпрессованные брикеты – плотные и не осыпаются.



Рис. 1. Матрица



Рис. 2. Прессованный брикет из титановой губки и алюминия

Ввиду гигроскопичности титановой губки, перед плавкой брикеты подвергаются сушке в электрической нагревательной печи при температуре (150^{+50}) °С в течение 5 часов (см. рис. 3). Перед плавкой брикеты укладываются в изложницу стопками (см. рис. 4) и готовы к заливке металлом для получения расходоуемого электрода.

Таким образом, разработанная технология прессовки брикетов из титана губчатого решает проблему по обеспечению производства фасонного литья титановыми электродами.

Выводы

ОАО «Мотор Сич» освоено изготовление прессованных брикетов для обеспечения собственного производства расходоуемых электродов: разработаны и внедрены конструкция проходной цилиндрической матрицы и технология изготовления прессованных брикетов. Основой для этого является наличие сырьевой базы с большими запасами титаносодержащего сырья высокого качества и производства титана губчатого непосредственно в Украине; наличие существующих производственных мощностей; уменьшение себестоимости титановых изделий в результате разработанной технологии изготовления прессованных брикетов из доступного исходного сырья для обеспечения производства электродами собственного производства.

Титановые сплавы заняли прочное место в ведущих отраслях техники. Возникают все новые области



Рис. 3. Сушка брикетов в нагревательной печи



Рис. 4. Брикеты в изложнице

применения титана, в которых он дает существенный эффект по сравнению с другими материалами. Производство слитков титановых сплавов занимает особое место в современной промышленности и объем их выпуска сравним с объемами выпуска слитков традиционных цветных металлов. И переход от губки к компактному титану – важнейший этап на пути к широкому использованию титана в народном хозяйстве.

Перечень ссылок

1. Баландин Г. Ф. Основы теории формирования отливки. Ч. 2. / Геннадий Федорович Баландин – М. : Машиностроение, 1979. – 336 с.
2. Титановые сплавы. Плавка и литье титановых сплавов / [Андреев А. Л., Аношкин Н. Ф., Борзцовская К. М. и др.] ; под ред. В. И. Добаткина. – М. : Metallurgy, 1978. – 383 с.

Одержано 12.10.2009

Z. A. Ivchenko, V. V. Lunev

PRODUCTION AND USE OF COMPACTED TITANIUM BRIQUETTES

Наведені дані про вихідні матеріали при пресуванні брикетів та методи виготовлення витрачуваних електродів. Розглянуто процес виготовлення пресованих брикетів із титану губчастого в умовах цеху титанового литва ВАТ «Мотор Січ».

Ключові слова: титан губчастий, брикет, компактування, легуюча домішка, матриця, виливниця, витрачуваний електрод.

Data of initial materials used for the briquette compaction and methods of consumable electrode production are provided. The procedure of production of compacted titanium sponge briquettes in titanium casting shop of OAO Motor Sich was considered.

Key words: sponge titanium, briquette, compaction process, alloying additive, die, ingot mold, consumable electrode.