

УДК621.771

Е.А.Тагаева, А.Ю. Ефимова (5 курс, каф. ПОМКиПМ),
Н.Н. Павлов, д.т.н., проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ И ЗАГОТОВОК ИЗ ТИТАНОВОЙ СТРУЖКИ

Актуальной проблемой является рациональное использование титана: лома и металлических отходов, образующихся при изготовлении полуфабрикатов и изделий из титановых сплавов. В промышленности значительная доля дорогостоящего металла переводятся в неиспользуемые отходы или направляются в плавку. При этом могут быть решены две задачи: расширение сырьевой базы для выплавки слитков и снижения себестоимости продукции из сплавов титана.

Целесообразно подвергать электролитическому рафинированию отходы, непригодные для вовлечения в шихту (загрязненными примесями внедрения по всему сечению или большей его части, перепутанные по маркам сплавов и др.).

Характерной особенностью использования вторичного титана при плавке титановых сплавов является возможность накопления примесей внедрения в слитках, так как при плавке попадающие в атмосферу печи кислород и азот необратимо поглощаются расплавленным титаном, а любые отходы (даже после предварительной очистки их поверхности) имеют большую концентрацию примесей, чем исходная титановая губка.

Отходы титановых сплавов представляют собой куски различной формы и крупности, листовую обрезь разных толщин, стружку, образующуюся при механической обработке слитков.

Большая часть отходов получается при технологических операциях, связанных с нагревом металла в обычной атмосфере до сравнительно высоких температур (700...1200°C). При нагреве происходит окисление поверхности полуфабрикатов и отходов образованных от них. На поверхности окисленного титана имеется несколько слоев различной величины по структуре и химическому составу окалина, а под окалиной расположен насыщенный кислородом слой. Перед введением в шихту с поверхности кусковых отходов необходимо удалять газонасыщенный слой.

Имеются также кусковые отходы, загрязненные примесями внедрения по всему сечению отходов или по большей его части. К их числу относятся кроны, донники слитков и др., в которых содержание кислорода в два раза больше, чем в исходном слитке. Распространенным видом отходов является листовая обрезь. Листы после прокатки травятся, а затем обрезаются, иногда на поверхности листовой обреза остаются следы окалина или газонасыщенного слоя. Характерной особенностью стружки является величина отношения ее поверхности к весу. Поэтому сравнительно небольшое окисление стружки или адсорбция газов ее поверхностью могут привести к разному увеличению концентрации кислорода в металле, выплавленном из стружки. Стружка, образующаяся при обточке слитков второго передела, может использоваться в шихте при плавке, стружка слитков первого передела характеризуется неравномерным распределением в ней легирующих элементов, а

образующаяся при механической обработке окисленных заготовок содержит в себе весь газонасыщенный слой.

Стружка является наиболее распространенным (45% от общей массы) и труднее всего перерабатываемым видом титановых отходов. Сложности, возникающие при ее подготовке к применению, обусловлены тем, что она тонка, хрупка, загрязнена маслами и эмульсиями. Кроме того, в процессе сбора и хранения титановая стружка перемешивается по маркам сплавов, загрязняется отходами черных металлов, землей, в результате чего определенное количество из кондиционной стружки переходит в некондиционную стружку.

Известен способ вовлечения титановых отходов в виде мелких кусков различных сплавов, смешанных между собой и загрязненными посторонними примесями, в производство титаносодержащих шлаков для получения губчатого титана. Количество стружки перерабатываемой таким образом весьма незначительно.

В работе исследовались два варианта получения заготовок из титановой стружки: с предварительным пакетированием и с расплавлением.

Были проведены следующие серии экспериментов:

1 серия. Исходный материал титановая губка.

Технологическая операция: экструзия до 60 мм, обдирка до 40 мм, отжиг при 900°C, прокатка при 900°C до 2 мм, холодная прокатка до 1 мм, а также прокатка при 900°C с 6 до 3.1 мм.

После экструзии и обдирки на всей поверхности образца четко видно крупные поры. Боковые кромки полосы рваные и перед последующими этапами обработки их отрезали. При прокатке горячей полосы до 6 мм. размеры пор уменьшились, большая часть дефектов расположена по краям прокатной. Видны многочисленные внутренние и поверхностные строчечные дефекты, по краям полосы расположены трещины до 1...2.5 мм. Холодная прокатка вызвала появление по всей длине полосы в ее центральной части сквозные трещины и разрывы, форма которых свидетельствует о хрупком характере разрушения. Присутствуют строчные дефекты и видны довольно крупные поры. При горячей прокатке полосы с 6 до 3.1 мм, поверхность полосы покрыта сеткой мелких трещин. До прокатки полоса была зачищена пескоструем и подвергнута отжигу в вакууме при температуре 1100°C, что привело к отсутствию вдавленной окалины на полосе толщиной 3.1 мм.

2 серия. Исходный материал губка и стружка.

Технологическая операция: экструзия до 60 мм, ковка при 1000°C до 19 мм. Образцы обдирались на станке с целью устранения поверхностных дефектов. Первый образец из стружки ободран до 12.5 мм. Была получена поверхность без видимых невооруженным глазом дефектов и структура с равномерно распределенной мелкой пористостью и единичными включениями. Второй образец из губки ободрали до 16 мм. После обдирки прутка и отрезки от него образца сохранились разрывы и крупные относительно глубокие трещины, хорошо видные на шлифе.

3 серия. Исходный материал титановая стружка.

Технологическая операция: брикеты из пакетированной стружки отжигали в тигле при 1150°C в течение четырех часов.

На стенках тигля образовался налет копоти от выгоревшей с поверхности стружки смазки. Стружки отламывались с признаками хрупкого разрушения или после некоторой пластической деформации. Ожидаемого спекания не произошло.

4 серия. Исходный материал губка и стружка.

Технологическая операция: плавка, отливка заготовки диаметром 80 мм, беллитировка до 21 мм, прокатка до 1 мм.

Во всех случаях на продольных и поперечных шлифах видна мелкозернистая структура с равномерно распределенными мелкими порами, которые имеют сферическую форму. В отдельных случаях наблюдаются раскатанные при прокатке поры.

Холоднокатанная полоса толщиной 1 мм была отожжена при температуре 950°C, что привело к повышению пластичности.

Выводы. В работе были исследованы все предложенные варианты титановых отходов, кроме дробления стружки. В четвертой серии экспериментов, прокатанные полосы имеют значительно меньше внутренних и поверхностных дефектов, по сравнению с остальными сериями экспериментов. При проведении экспериментов выявлено наличие включений и не удаленной смазки. Все это свидетельствует о необходимости тщательной сортировки стружки и очистки ее поверхности от смазки, оставшейся после механической обработки, перед пакетированием и экструзией.

Разработаны технологические процессы для схем с расплавлением и предварительным пакетированием. Полученные в результате исследований структуры требуют более серьезного анализа.