

УДК 669.295

ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ ВЫПЛАВКИ МАЛОГАБАРИТНЫХ СЛИТКОВ ИЗ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОГО ПСЕВДО- β -ТИТАНОВОГО СПЛАВА

Екатерина Матвеевна Баш

Студент 5 курса

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Н.А. Ночовная,

доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»

В связи с тем, что в условиях конкурентной борьбы наиболее важными становятся требования к экономичности изделий авиационного транспорта, особенно актуальными становятся вопросы повышения уровня эксплуатационных и технологических свойств материалов, применяемых для изготовления деталей и узлов современных самолётов. Именно поэтому в настоящее время происходит быстрое увеличение доли титановых материалов в конструкции планера современных самолётов, применение которых позволяет повысить весовую эффективность и экологичность изделий авиационного транспорта. Однако успешное решение задачи получения высокопрочных высоконадёжных конструкций, спрос на которые в авиакосмической сфере постоянно растёт, невозможно без разработки и усовершенствования химического состава сплавов, а также отработки технологий их эффективной обработки, в частности технологии изготовления слитков.

Исходя из проведенного анализа физико-механических и технологических свойств титановых сплавов различных классов и систем легирования, можно утверждать, что наибольший интерес для практического применения в качестве конструкционных материалов для авиации и космической отрасли (особенно в виде листовых полуфабрикатов) представляют умеренно легированные псевдо- β -титановые сплавы с термически нестабильной β -фазой, которые могут быть существенно упрочнены путем проведения термической обработки. При этом уровень прочностных характеристик данных сплавов практически соответствует значениям многих конструкционных ($\alpha+\beta$)-сплавов. Отмечено, что высокопрочные псевдо- β -титановые сплавы характеризуются высокими показателями сопротивления усталости и вязкости разрушения при высоком уровне прочностных характеристиках.

Таким образом, псевдо- β -сплавы могут быть рекомендованы в качестве конструкционных материалов, предназначенных для изготовления различных элементов планера современных авиационных изделий, в частности высокопрочных листовых нежёстких штампованных конструкций, длительно работающих при температурах не выше 350 °С.

В связи с тем, что уровень и степень однородности физико-механических свойств по сечению полуфабрикатов непосредственно связаны с ликвационными явлениями в слитках (в частности, наличием химических неоднородностей и зон, обогащенных или обедненных рядом легирующих элементов) существует необходимость в совершенствовании технологических подходов и отработки параметров вакуумно-дуговой плавки высоколегированных титановых сплавов.

Известно, что такие параметры, как сила тока дуги, напряжение, плотность тока, напряженность магнитного поля соленоида и ряд других влияют на металлургическое качество получаемых слитков. Поэтому технологический процесс получения высококачественных слитков должен быть построен с учетом влияния всех вышеперечисленных факторов, в том числе химического состава сплава и способа введения конкретных легирующих элементов, в особенности тугоплавких и склонных к ликвации. Таким образом, начальные стадии технологического процесса изготовления слитков (1-й и 2-й переплавы) должны быть направлены на максимальное растворение и перемешивание с титаном чистых легирующих элементов и лигатур, при этом не вызывая сильно выраженной зональной ликвации. Последние стадии должны быть направлены на получение наилучшего сочетания структуры, плотности, однородности химического состава и качества поверхности слитков.

С целью определения технологических режимов изготовления малогабаритных слитков высоколегированного псевдо- β -титанового сплава методом тройного вакуумно-дугового переплава (ВДП) была выплавлена партия экспериментальных слитков диаметром 200мм и массой ≈ 35 кг. При этом варьировались ток/плотность тока на 1-ом, 2-ом и 3-ем переплавах и схема вывода усадочной раковины. Полученные слитки были проанализированы на наличие и степень развития металлургических дефектов (усадочные раковины, поры, состояние поверхности), проведены исследования макро- и микроструктуры слитков, а также химического состава и характера распределения основных легирующих элементов по сечению.

Исследования показали, что микроструктура всех слитков экспериментального псевдо- β -титанового сплава представлена крупными зёрнами β -фазы. Местами наблюдаются микропоры в незначительном количестве. Такая структура типична для литой структуры высоколегированных титановых сплавов, способных полностью закаливаться на β -твёрдый раствор.

Анализ макроструктуры слитков, изготовленных по различным режимам, показал, что с понижением силы тока и, соответственно, его плотности наблюдается тенденция к уменьшению поперечных размеров столбчатых кристаллов, особенно в донных частях. Характер распределения основных легирующих элементов и относительные отклонения их содержания по сечениям слитков находятся в допустимых пределах и соответствуют шихтовому составу.

Таким образом, можно сделать вывод, что снижение силы тока в определенных пределах и, соответственно, глубины жидкой ванны при выплавке слитков из высоколегированных титановых сплавов позволяет получать более мелкозернистую структуру, наиболее благоприятную для дальнейшей деформационной обработки.

Литература

1. Андреев А. Л., Аношкин Н. Ф., Бочвар Г. А. и др. Плавка и литье титановых сплавов. – М.: Металлургия, 1978. – 383 с.
2. Глазунов С. Г., Моисеев В. Н. Конструкционные титановые сплавы, – М.: Металлургия, 1974. – 368 с.
3. Добаткин Н.Ф. Вакуумная дуговая плавка металлов и сплавов. – М.: ОНТИ, 1966. – 313 с.