ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/106

**МОДИФИКАЦИЯ СТОЛБЧАТОЙ СТРУКТУРЫ СПЛАВА Ti-6Al-4V ПРИ
АДДИТИВНОЙ ПРОВОЛОЧНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Савченко Н.Л.

*Институт физики прочности и материаловедения
Сибирского отделения Российской академии наук, Томск*

Аддитивные технологии, в которых в качестве основного расходного материала используется проволока, обладают высокой производительностью, однако существуют некоторые трудности, которые ограничивают их широкое применение для титановых сплавов. Значительный подвод тепла и большой градиент температуры во время процесса выращивания Ti-6Al-4V приводят к образованию длинных столбчатых зерен β -фазы, ориентированных вдоль направления выращивания, перпендикулярно подложке. Формирование крупных столбчатых зерен β -фазы является решающим фактором, определяющим анизотропию механических свойств всего изделия из титанового сплава. Такая структура материала недопустима для изделий, в которых требуется изотропия механических свойств. Известно, что двумя основными факторами, которые влияют на тенденцию роста зерна в процессе аддитивного производства, являются температурный градиент и скорость затвердевания. Высокий температурный градиент и низкая скорость затвердевания имеют тенденцию приводить к появлению столбчатых зерен, однако низкий температурный градиент и высокая скорость затвердевания приводят к росту относительно равноосных зерен. К настоящему времени проведено несколько исследований, в которых предпринимались попытки уменьшить размер столбчатых зерен в титановом сплаве, полученном аддитивной технологией. Ti-6Al-4V с мелким размером β -зерна получают с помощью прокатки роликом под высоким давлением каждого выращенного слоя непосредственно после его нанесения. В других работах для уменьшения размер зерен β -фазы увеличивали скорость охлаждения образца в процессе выращивания. Существует подход уменьшить столбчатые β -зерна путем добавления частиц бора в ванну расплава. Не все вышеописанные приемы уменьшения столбчатых зерен применимы в случае электронно-лучевой проволочной аддитивной технологии, поскольку процесс выращивания изделия происходит в вакуумной камере. Однако эта технология обладает большим потенциалом с точки зрения получения материалов с уникальной структурой и высокими механическими свойствами.

Целью настоящей работы являлось исследование структуры и фазового состава сплава Ti-6Al-4V, полученного с использованием электронно-лучевой проволочной аддитивной технологии и выращенного на комбинированной подложке из титанового сплава BT1-0 и нержавеющей стали 12X18H10. Сущность подхода заключается в нахождении параметров получения, при которых будет формироваться диффузионное соединение между пластинами титанового сплава и нержавеющей стали, которое изменит режим охлаждения выращиваемого сплава Ti-6Al-4V и модифицирует столбчатую структуру зерен β -фазы.

С использованием электронно-лучевой проволочной аддитивной технологии по двум режимам, отличающимся величиной тока электронного пучка, получены образцы из сплава Ti-6Al-4V. Процесс выращивания происходил с использованием комбинированной подложки из титанового сплава BT1-0 и нержавеющей стали 12X18H10. Показано, что для режима с большим значением тока пучка было характерно образование столбчатых зерен β -фазы с меньшей высотой и шириной по сравнению с режимом с низким током. Данный эффект обсуждается в терминах выравнивания температурного градиента и увеличения скорости охлаждения в процессе выращивания, из-за образования диффузионного соединения между пластинами из титанового сплава и нержавеющей стали, содержащего интерметаллиды Fe_2Ti , FeTi и Cr_2Ti .

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, направление III.23.