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: 10.17223/9785946218412/340

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПУЧКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ
ФОРМИРОВАНИЯ АЛЮМИНИДОВ ТИТАНА**

Матц О.Э., Рашковец М.В., Чучкова Л.В.

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск

Одним из целесообразных и экономически выгодных решений восстановления изношенных деталей является формирование прочных и твердых покрытий методами аддитивных технологий. Наиболее перспективными методами получения покрытий являются высокоэнергетические технологии. Применение технологий, основанных на концентрации высокой энергии, позволяет за один проход лазера или электронного луча сформировать защитный слой порядка нескольких миллиметров [1]. Важно отметить, что толщина зоны переплава и качество получаемого слоя или покрытия напрямую зависит от параметров используемой технологии.

В данной работе предлагается исследовать влияние вневакуумной электронно-лучевой обработки на формирование защитного слоя, состоящего из алюминидов титана, на поверхности титанового сплава. Основные режимы наплавки представлены в Табл. 1.

Таблица 1. Режимы вневакуумной электронно-лучевой обработки.

Ток пучка, мА	Скорость перемещения столика, мм/с	Частота сканирования луча, Гц
18	10	50

Порошковые смеси, состоящие из химически чистых титана, алюминия, марганца и флюсов (LiF , CaF_2), наносились на подложки из титанового сплава ВТ1-0, затем обрабатывались электронным лучом. В связи с кратковременностью процесса вневакуумной электронно-лучевой обработки и благодаря теплопроводности материалов, основы не перегреваются, что также влияет на ширину зоны термического влияния.

Порошковые смеси были подготовлены таким образом, чтобы сформировался кубический триалюминид титана (TiAl_3 или $\text{TiAl}_{3-x}\text{Mn}_x$). Структура и свойства отмеченного соединения представляют значительный интерес с точки зрения получения покрытий с наивысшем уровнем жаро- и коррозионностойкости на поверхности титана [2].

Проведенные исследования показали, что для образцов системы Ti-Al-Mn при обработке на режимах, приведенных в Табл. 1, формируется ламеллярная структура в наплавленном слое, толщиной порядка 2 мм. Размер ламелей варьируется от 5 до 30 мкм. Кроме того, наблюдается незначительная равномерно распределенная пористость. Следует отметить, что значительных трещин, характерных для тетрагонального триалюминид титана, обнаружено не было. На рис. 1 представлена микроструктура поперечного сечения покрытия Ti-Al-Mn, полученная на растровом электронном микроскопе в режиме обратно-рассеянных электронов.

Рис. 1. Микроструктура материалов Ti-Al-Mn, сформированных при вневакуумной электронно-лучевой обработке

Секция 7. Аддитивные технологии формирования материалов, изделий и конструкций с иерархической структурой

Были проведены измерения микротвердости покрытий по методу Виккерса с нагрузками на индентор 0,1 кг и 5 кг. Установлено, что среднее значение микротвердости в покрытии составило 570 HV_{0,1}. При измерениях с нагрузкой на индентор 50 Н не было обнаружено трещин.

По результатам исследования могут быть сделаны следующие выводы: технология вневакуумной электронно-лучевой обработки является эффективным решением для формирования алюминидов титана; данный метод способствует формированию более твердых защитных слоев на титановом сплаве ВТ1-0 (модельный). В планах дальнейшего исследования входит оценка фазового состава и ряда свойств алюминидов титана, легированных марганцем.

Работы выполнены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (Соглашение № 14.610.21.0013, идентификатор проекта RFMEFI61017X0013).

1. D. V. Lazurenko et al. Influence of electron beam treatment regimes on the structure and properties of intermetallic clads obtained on titanium substrates // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 124 (2016) 012128 doi:10.1088/1757-899X/124/1/012128.
2. D. G. Morris, S. Gunter. Ordering, ternary atom location and ageing in L1₂ trialuminide alloys // Acta metall. mater. Vol. 40, No. 11, pp. 3065-3073, 1992.