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: 10.17223/9785946218412/336

**ОСОБЕННОСТИ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СУПЕРСПЛАВА НА
ОСНОВЕ НИКЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЛОКАЛЬНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ**

Фортуна С.В., Гурьянов Д.А., Калашников К.Н.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Суперсплавы (жаропрочные сплавы на основе никеля) создавались и используются для изготовления методом литья (в том числе литья с направленной кристаллизацией) лопаток и других деталей горячих трактов современных газотурбинных двигателей авиационного и энергетического назначения [1]. При этом наилучшими эксплуатационными характеристиками обладают лопатки турбин с направлено кристаллизованной монокристаллической микроструктурой [1]. Известные на настоящее время технологии литья с направленной кристаллизацией являются чрезвычайно ресурсоемкими. Как в плане образования большой доли фактически невозвратных, или трудно регенерируемых, отходов очень дорогостоящих материалов, так и по трудоемкости с множеством технологических переходов, сложности оборудования и т.п.

В ближайшей перспективе развитие потенциальных возможностей интенсивно развивающихся аддитивных технологий возможно позволит свести технологию лопаток турбореактивных двигателей с монокристаллической микроструктурой к одной – двум операциям. И в этом направлении уже имеются ощутимые достижения. Например, авторы недавней работы [2] добились эпитаксиального послойного роста суперсплава Inconel 718 на подложке из направленно кристаллизованного умеренно легированного суперсплава на основе никеля в процессе аддитивной лазерной технологии из порошкового материала (E-LMD). Развитие результатов этого исследования в производство позволит производить ремонт изношенных или поврежденных лопаток турбореактивных двигателей с монокристаллической микроструктурой.

Анализ результатов исследований, проведенных в коллективе авторов настоящей работы, показал, что в процессе электронно-лучевой аддитивной технологии (3-D печати) из филаментов возможно формирование изделий из суперсплава на основе никеля с направленной столбчатой микроструктурой. При этом направленная кристаллизация реализуется исключительно вдоль направления градиента температур, т.е. нормально к плоскости поверхности охлаждаемой подложки в виде листового проката из аустенитной стали 12X18H9T. А преимущественная ориентация ГЦК кристаллических решеток γ - и γ' -фаз, являющихся основой материала формируемого изделия, вдоль нормали к поверхности подложки соответствует кристаллографическому направлению типа $\langle 001 \rangle$.

Отметим, что реализация направленной кристаллизации с необходимой кристаллографической ориентацией материала суперсплава на подложке из относительно доступного материала выгодно отличает аддитивный метод электронно-лучевой аддитивной технологии (3-D печати) из филаментов.

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

1. Каблов Е.Н., Толорайя В.Н., Демонис И.М., Орехов Н.Г. Направленная кристаллизация жаропрочных никелевых сплавов // Технология легких сплавов. 2007. № 2. С. 60-70.
2. Lei Zh., Lu N., Yu X. Epitaxy and new stray grain formation mechanism during epitaxial laser melting deposition of Inconel 718 on directionally solidified nickel-based superalloys // Journal of Manufacturing Processes. 2019. V. 42. P. 11–19.