

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВОЙ БРОНЗЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ТЕПЛОВЛОЖЕНИИ ВО ВРЕМЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ АДДИТИВНОЙ ПЕЧАТИ*

А.П. Зыкова, А.О. Панфилов, А.В. Чумаевский, А.В. Воронцов,
С.Ю. Никонов, Е.Н. Москвичев, Д.А. Гурьянов, Н.Л. Савченко,
С.Ю. Тарасов, Е.А. Колубаев

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия

Исследована структура и механические свойства алюминиевой бронзы БрАМц9-2, полученной методом электронно-лучевого аддитивного производства при различных значениях тепловложений в зависимости от высоты изделия. Показано, что изменение значений тепловложения во время электронно-лучевой аддитивной печати изделия из алюминиевой бронзы повлияло на размер и морфологию дендритных зерен, а также на механические свойства БрАМц9-2. Показано, что при максимальных значениях тепловложения формировались узкие столбчатые дендриты, ширина которых увеличивалась по мере выращивания изделия с уменьшением значений погонной энергии. Испытания образцов на статическое растяжение показали, что с уменьшением значений тепловложения во время электронно-лучевой аддитивной печати увеличиваются значения предела прочности от 435 до 483 МПа. Выявлена незначительная анизотропия механических свойств, связанная с исследованием образцов, вырезанных в сечениях параллельно и перпендикулярно направлению печати. Образцы, вырезанные в сечении, параллельном относительно направления печати, демонстрируют наибольшие значения предела прочности и меньшую пластичность по сравнению с образцами, вырезанными в сечении, перпендикулярном направлению печати. При этом показано, что изменение значений тепловложения не влияет на среднюю ширину дендритных зерен в сечении, перпендикулярном направлению печати.

Ключевые слова: *алюминиевая бронза, электронно-лучевая аддитивная технология, тепловложение, микроструктура, механические свойства, анизотропия.*

Введение

Как литая, так и деформируемая алюминиевая бронза широко используется для изготовления деталей, предназначенных для работы в морских и других агрессивных средах. Постоянно растущее освоение океанических ресурсов требует изготовления широкого спектра изделий для морского оборудования. Некоторые ключевые фрикционные детали в морском оборудовании, такие как гидравлические системы, подшипники, поршневые цилиндры, насосы, клапаны, шестерни, гребные винты и валы, работают в непрерывном прямом контакте с морской водой [1–5]. Благодаря своей превосходной прочности, коррозионной и эрозионной стойкости, герметичности и свариваемости алюминиевая бронза все чаще вытесняет другие сплавы в насосах, клапанах, гребных винтах и т.д. Однако, большинство из этих деталей имеет сложную геометрическую форму, что требует больших затрат на их изготовление и обработку. Поэтому в настоящее время существует большой спрос на новые технологии, позволяющие изготавливать сложные детали с низкими затратами без ущерба для точности размеров, механических свойств и трибологических характеристик. Аддитивное производство (АМ) дает решение, удовлетворяющее вышеуказанным требованиям. АМ позволяет создавать сложные детали посредством послойного выращивания и обладает множеством преимуществ по сравнению с традиционными технологиями, включая возможность изготовления сложных деталей по индивидуальному заказу, повышенную гибкость производства и производительность [6–13].

Большое количество экспериментальных работ посвящено аддитивному производству никель-алюминиевой бронзы [6–8], в то время как получению алюминиевой бронзы аддитивными методами посвящено значительно меньшее число работ [9, 10]. Авторы работы [9] показали возможность получения крупнозернистых структур с плотными стойками из алюминиевой латуни (с содержанием 21.5 ат.% Al) при различных режимах селективного электронно-лучевого плавления. Полученные стойки имели прочность 486.5 МПа при очень низком значении относительного уд-

* Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0012. Исследования выполнены с использованием оборудования ЦКП «Нанотех» ИФПМ СО РАН.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>