

# ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически  
организованной структурой и интеллектуальные  
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-119

**ФРИКЦИОННАЯ ПЕРЕМЕШИВАЮЩАЯ ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АМГ5 И МЕДИ МАРКИ М1 В СОСТОЯНИИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА И ПОСЛЕ АДДИТИВНОГО ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ПОЛУЧЕНИЯ**

Княжев Е.О., Панфилов А.О., Никонов С.Ю., Чумаевский А.В., Белобородов В.А., Соколов П.С., Жуков Л.Л.

*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

Развитие высокопроизводительных аддитивных технологий, приводит к тому, что актуальным становится изготовление деталей, в том числе крупногабаритных, с использованием методов, не позволяющих получать изделия с высокими механическими свойствами. В первую очередь это обусловлено формированием в материале литой структуры с преобладанием крупных зерен вытянутых вдоль направления отвода тепла. Дополнительными факторами при таких методах, как электронно-лучевая аддитивная проволоочная технология, являются испарение из ванны расплава легирующих элементов, например, магния, а также образование пор различного структурно-масштабного уровня, типа, формы и локализации. Повышение механических свойств отчасти возможно за счет управления подводом и отводом тепла в зоне печати путем регулирования параметра тока пучка и скорости печати как в целом по образцу, так и на каждом слое в отдельности. Но, снижение прочностных свойств за счет управления параметрами печати в полной мере устранить возможно только частично, и добиться механических свойств материала на уровне прочности листового проката не представляется возможным без проведения дополнительных упрочняющих постобработок. Одним из путей упрочнения материалов, полученных аддитивным методом, является фрикционная перемешивающая обработка, позволяющая сформировать в материале ультрамелкодисперсную зеренную структуру с механическими свойствами на уровне свойств листового проката. При этом, несмотря на проведение исследований по обработке аддитивных материалов, недостаточно сведений имеется в литературе касательно закономерностей структурного отклика материала в зависимости от размера зерна и состояния зеренной структуры. В настоящей работе целью проведения исследований являлось определение особенностей реакции аддитивно-полученного материала и в состоянии прокатки на примере меди марки М1 и алюминиевого сплава АМг5. Структурный отклик материала определяли по параметрам момента на валу шпинделя и сопротивления продольному перемещению инструмента. Обработку осуществляли с использованием инструмента с пином квадратного сечения 6х6 мм высотой 3 мм. Полученные результаты свидетельствуют о высокой роли нестабильностей пластического течения материала при обработке образцов меди М1, полученных методом электронно-лучевого аддитивного производства. Изменение параметров процесса позволило частично решить проблему. В образцах меди марки М1 в состоянии после проката, нестабильности изменения параметров процесса проявляются только на этапе внедрения инструмента, снижаясь и практически исчезая после прогрева материала и начала движения инструмента. При этом, величина скачков на графике (усилие сопротивления перемещению инструмента) была существенно ниже. В алюминиевых сплавах нестабильности процесса обработки при использовании инструмента с квадратным пином проявляются в меньшей степени. В структуре аддитивно-полученных образцов алюминиевого сплава существенных дефектов не выявлено и распределение основных зон соответствует типичному для обработки листового проката. В аддитивно-полученных медных образцах, в которых проявлялись нестабильности пластического течения, структура представлена высокодефектной с наличием существенных неоднородностей. В образцах, полученных после коррекции режима структура представляется менее дефектной с типичной структурой в том числе для обработки листового проката.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2019-0034.*