

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: 10.17223/9785946218412/230

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ПРОЧНОСТЬ И ПЛАСТИЧНОСТЬ СТАЛИ AISI 304, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ПРОВОЛОЧНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ПЕЧАТИ

Панченко М.Ю., Москвина В.А., Астафуров С.В., Майер Г.Г., Мельников Е.В.,
Рубцов В.Е., Колубаев Е.А., Астафурова Е.Г.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Одним из наиболее перспективных и быстро развивающихся подходов к производству объемных металлических изделий со сложной внутренней архитектурой является использования аддитивных технологий. Среди них можно выделить метод проволоочной электронно-лучевой 3D печати, в рамках которого производимое изделие выращивается путем послойного наплавления из проволоки заданного состава. Интерес к данной технологии вызван возможностью быстрого получения деталей машин и механизмов сложной формы и различных размеров. Основной сложностью использования данной технологии является подбор технологических параметров (скорости сканирования и охлаждения, качество проволоки, мощность излучения и т.д.), позволяющих получить требуемые свойства производимого изделия. Одним из главных недостатков металлических изделий, полученных методом аддитивного производства, является анизотропия механических свойств, что значительно влияет на возможность использования напечатанных изделий в реальной промышленности. Одним из способов решения настоящей проблемы является проведения постпроизводственных термических обработок изделий, полученных с помощью электронно-лучевой печати. Настоящая работа посвящена исследованию влияния термической обработки (заковки) на микроструктуру и механические свойства аустенитной нержавеющей стали AISI 304, полученной методом проволоочной электронно-лучевой 3D печати.

Стенки из стали AISI 304 (Fe-19.1Cr-9.1Ni-0.95Si-0.2Mo-0.2Co-0.2Cu-0.15Nb-0.1V-0.12C, масс.%) были произведены с использованием лабораторной установки для проволоочной электронно-лучевой 3D печати. Размер стенок составлял 100×30×5 мм. Для проведения механических испытаний из стенок вырезались плоские образцы в форме двойной лопатки с размерами рабочей части 12×3×1.5 мм, ориентированные вдоль и поперек направления выращивания. Часть образцов подвергалась постпроизводственной термообработке, заключавшейся в часовом отжиге в среде инертного газа при температуре 1050 °С с последующей закалкой в воду. Одноосное растяжение образцов проводилось с начальной скоростью деформации $5 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$. Размер зерна и фазовый состав стали определялся с использованием методов металлографии, дифракции обратно-рассеянных электронов и рентгеновского анализа.

Аустенитная нержавеющая сталь, полученная путем электронно-лучевой проволоочной 3D печати, имеет гетерогенную столбчатую структуру. Размер зерна увеличивается с расстоянием от подложки, на который производилось выращивание стенки. Помимо макроскопической неоднородности зеренной структуры, аддитивно выращенные стальные заготовки обладают существенной микрогетерогенностью – в зернах аустенита наблюдается большое количество дендритных колоний высокотемпературного феррита, морфология которых зависит от положения в заготовке (внутри слоя/между слоями). Такая внутренняя гетерогенная структура определяет существенную анизотропию механических свойств аддитивно выращенного материала. Величины условного предела текучести и удлинения при одноосном растяжении изменяются в достаточно широком диапазоне – 250-310 МПа и 47-65% соответственно. Постпроизводственная термообработка приводит к снижению содержания ферритной фазы в заготовках, а также позволяет получить зерна более равноосной формы. В результате этого возрастает пластичность напечатанных образцов и уменьшается анизотропия механических свойств стали.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Государственных академий наук на 2013-2022 гг. (проект № III.23.2.7).