

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Физическая мезомеханика.
Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина

в рамках
**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/353

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОСТПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОАЗОТИСТОЙ СТАЛИ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

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

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

В работе методами рентгеноструктурного и рентгенофазового анализа, сканирующей электронной микроскопии, одноосного растяжения исследовано влияние постпроизводственной термообработки на микроструктуру, фазовый состав и механические свойства высокоазотистой стали, полученной путем электронно-лучевого аддитивного производства (3D-печати). В процессе аддитивного производства были получены заготовки высокоазотистой стали (стенки размером 100×30×5 мм). В качестве исходного материала использовались прутки квадратного сечения следующего химического состава: Fe-20,7Cr-22,2Mn-0,3Ni-0,6Si-0,15C-0,53N (масс. %). Из полученных стенок вырезались образцы в форме двойной лопатки с размерами рабочей части 1,25×2,7×12 мм, ориентированные вдоль и поперек направления аддитивного роста. Часть аддитивно-полученных образцов и образцы исходной (литой) стали были подвергнуты термообработке, заключающейся в часовом отжиге при температуре 1150°C с закалкой в воду комнатной температуры. Для определения механических свойств образцов до и после термообработки проводилось их одноосное растяжение при комнатной температуре с начальной скоростью деформации $5 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$.

Полученные в процессе аддитивного производства заготовки качественно обладали тем же химическим составом (Fe-24,9Cr-10,8Mn-0,1Ni-0,6Si-0,1C-0,48N, масс. %), что и исходные прутки, однако были существенно обеднены по марганцу, следствием чего являлось изменение фазового состава стали. Литая (исходная) сталь после закалки обладала крупнокристаллической преимущественно аустенитной структурой (доля феррита составляла 20%, равноосные ферритные зерна были равномерно распределены по объему материала). Аддитивно-произведенные заготовки обладали двухфазной аустенит-ферритной структурой с близким соотношением фаз. Микроструктура заготовок характеризовалась гетерогенной столбчатой структурой аустенитных зерен с дендритной морфологией (дендритные колонии феррита в аустените), характерной для сталей, полученных методом аддитивного производства. Результаты механических испытаний показали, что такие особенности внутренней структуры высокоазотистой стали, после аддитивного роста, приводят к существенной анизотропии механических свойств полученных заготовок. В зависимости от ориентации образца по отношению к направлению выращивания и его положения относительно подложки, величина условного предела текучести изменялась в интервале от 440 до 480 МПа, а значения удлинения от 30 до 40% (55% в литой стали).

Использованная постпроизводственная термообработка сопровождалась формированием двухфазной крупнозернистой структуры с равноосными зернами. Следствием рекристаллизации и формированием однородной зеренной структуры является снижение анизотропии механических свойств стали. Так, для образцов, по-разному ориентированных по отношению к направлению роста, величина предела текучести находится в диапазоне 460 – 480 МПа при близких значениях удлинения до разрушения (46-49%). При этом после термообработки значения прочности и пластичности становятся соизмеримыми с соответствующими значениями для литой высокоазотистой стали, использованной в качестве сырья при аддитивном производстве.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.7.