ИСКАЖЕНИЯ, МИКРОСТРУКТУРА И ПРОЧНОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЕГМЕНТА, ВЫРАЩЕННОГО ПРОВОЛОЧНО-ДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ С ПОСЛОЙНОЙ ПРОКОВКОЙ

Келлер И.Э.[1,2], Трушников Д.Н.[2], Баяндин Ю.В. [1,2], Дудин Д.С. [1,2], Салихова Н.К. [1,2], Казанцев А.В.[2], Осколков А.А.[2], Пермяков Г.Л.[2], Карташев М.Ф.[2]

[1]*Институт механики сплошных сред УрО РАН, Пермь*

[2]*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь*

kie@icmm.ru

Аддитивное производство проволочно-дуговой наплавкой позволяет создавать легкие и прочные металлические конструкции сложной формы при значительной экономии материала. Для достижения характеристиками прочности и ресурса материала значений, присущих катаному металлу, разрабатываются эффективные технологии наплавки, последующей термообработки, а также послойной проковки или обкатки наплавленного слоя линейного элемента сегментированной конструкции. Для выбора рациональных параметров аддитивного производства линейной металлической заготовки проволочно-дуговой наплавкой с послойной проковкой требуется понимать закономерности формирования искажений формы, локализации пластической деформации, распределения остаточных напряжений, эволюции микроструктуры и характеристик прочности материала. Построена и верифицирована математическая модель упругопластического деформирования заготовки и эволюции поля температуры в термоцикле наплавки с расчетом эволюции микроструктур, с помощью которой решен ряд задач. Для этого определены пластические свойства металлических сплавов АМг6, ВТ6 и сталей 12Х18Н10Т и AISI 308 в широком диапазоне скоростей деформаций. Установлено, что с увеличением интенсивности обработки давлением линейного элемента его кривизна меняет знак, что необходимо учитывать при выборе режимов послойной проковки [1]. Обнаружено, что послойная проковка уменьшает на порядок остаточную пористость алюминиевых сплавов, что важно для повышения усталостного ресурса изделий [2], а для измельчения зерна этих материалов по механизму статической рекристаллизации, увеличивающего статическую прочность и пластичность изделий, необходима тройная проковка каждого слоя [3], что впоследствии было подтверждено экспериментально. Предложен новый способ экспериментального определения остаточных напряжений для образца в форме бруса, подвергнутого односторонней пластической деформации, основанный на нарезке слоев с поверхности и измерении их кривизн. Для оценки эффективности технологических процессов определялись стандартные характеристики прочности и пластичности выращенных материалов.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 21-19-00715.

Литература

[1] Келлер И.Э., Казанцев А.В., Дудин Д.С., Пермяков Г.Л., Карташев М.Ф. Искажение формы, локализация пластической деформации и распределение остаточных напряжений при односторонней проковке/обкатке бруса. Применение результатов к аддитивному производству шпангоута с послойной обработкой давлением // Вычислительная механика сплошных сред. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 434-443.

[2] Келлер И.Э., Казанцев А.В., Дудин Д.С., Пермяков Г.Л., Трушников Д.Н. Моделирование распределения остаточной пористости металлического изделия при аддитивном производстве с послойной проковкой // Проблемы прочности и пластичности. – 2022. – Т. 84, № 2. – С. 5-16.

[3] Салихова Н.К., Дудин Д.С., Келлер И.Э., Осколков А.А., Казанцев А.В., Трушников Д.Н. Моделирование рекристаллизации сплава АМг6 в прокованном слое при наплавке материала в процессе гибридного аддитивного производства // Вычислительная механика сплошных сред. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 234-246.