УДК 004.942

Моделирование эволюции микроструктуры медной проволоки при деформировании новым совмещенным способом

*Волокитин Андрей Валерьевич, PhD, доцент1, dyusha.vav@mail.ru*

*Панин Евгений Александрович, PhD, доцент1, cooper802@mail.ru*

*1КарИУ, г. Темиртау, Казахстан*

Аннотация: В данной работе было проведено исследование влияния совмещенного способа радиально-сдвиговой протяжки и последующего волочения на эволюцию микроструктуры медной проволоки методом Джонсона-Мейла-Аврами-Колмогорова (Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov или JMAK). Анализируя полученные данные, можно отметить, что с ростом частоты вращения матрицы возникает повышенный уровень закручивания заготовки, что отражается на плавном уменьшении размера зерна. Рассматривая микроструктуру в различных направлениях, можно отметить пости идентичную картину по размеру зерна.

Ключевые слова: волочение, JMAK, моделирование, скручивание, проволока.

Введение

В системе Deform существует два метода моделирования микроструктуры. Первым методом является метод Джонсона-Мейла-Аврами-Колмогорова (Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov или JMAK). Вторым методом является метод дискретных решеток, реализованный с помощью алгоритма клеточных автоматов (Cellular Automata). В методе JMAK окончательный средний размер зерна определяется на основе начального среднего размера зерна, констант материала и полей переменных данных, таких как температура, деформация, скорость деформации и время.

Моделирование эволюции микроструктуры в ходе совмещенного процесса «радиально-сдвиговая протяжка с волочением» методом JMAK

Для использования данного метода необходимо изначально рассчитывать модель с заданными параметрами начального размера зерен. По умолчанию модель подразумевает равномерное распределение начального размера зерен по всему объему заготовки. В качестве начального размера зерна стали AISI 1045 было принято значение 60 мкм.

После этого необходимо ввести параметры эволюции зерна для метода JMAK. Они включают в себя данные по статической, динамической и мета-динамической рекристаллизации, а также о кинетике роста новых зерен. Суть ввода этих данных заключается во вводе определенных констант модели, зависящих от свойств материала и типа процесса обработки. Все они подробно рассмотрены в работах [1,2], где представлено большое количество значений данных коэффициентов для различных марок сталей и сплавов в зависимости от видов деформационных и термических обработок.

На рисунке 1 представлены результаты моделирования микроструктуры методом JMAK изучаемого процесса с расстоянием между матрицей и волокой 300 мм и скоростью вращения матрицы 30 об/мин.

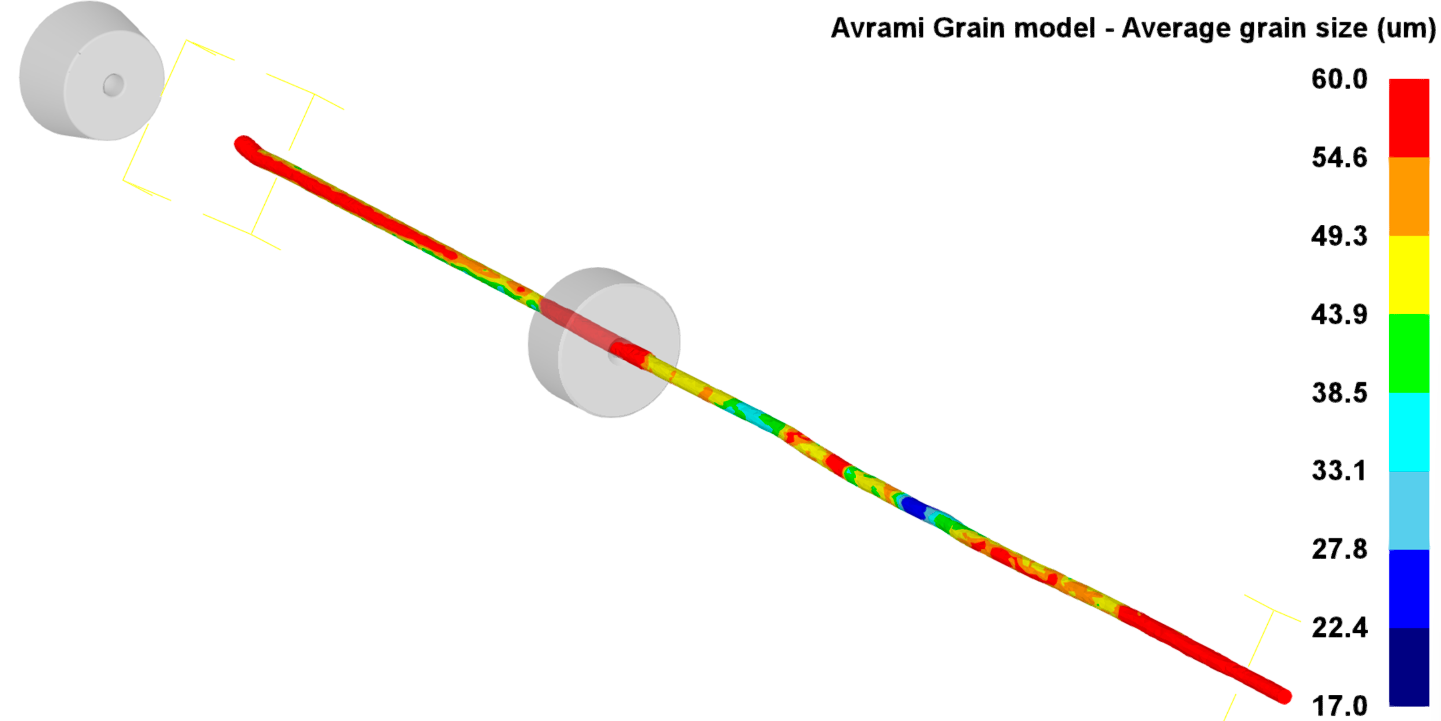


Рисунок 1 - Эволюция микроструктуры по методу JMAK в модели «300 мм 30 об/мин»

Картины представлены в поперечном сечении заготовки после всех стадий деформирования для всех моделей, которые рассматривались ранее при изучении напряженно-деформированного состояния. Для удобства сравнения все результаты имеют одинаковый диапазон шкалы.

Выводы

Анализ полученных результатов показал, что распределение размера зерна вдоль оси заготовки носит неоднозначный характер. Это является результатом того, что данный алгоритм расчета в большей степени оптимизирован для более массивных заготовок, чем для проволоки. При этом ключевым недостатком является полное отсутствие данных об изменении формы зерен.

Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № AP19676903)

Список использованных источников

1. Lenard J.G. et al. Mathematical and Physical Simulation of the Properties of Hot Rolled Products // Amsterdam: Elsevier, 2005. 376 p.

2. Lenard J.G. Primer on Flat Rolling. 2nd Edition // Amsterdam: Elsevier, 2013. 450 р.

MODELING OF COPPER WIRE MICROSTRUCTURE EVOLUTION DURING DEFORMATION BY A NEW COMBINED METHOD

A.V. Volokitin, E.A. Panin

Abstract: In this work, the influence of the combined method of radial-shift broaching and subsequent drawing on the evolution of the microstructure of copper wire by the Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov (Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov or JMAK) method was investigated. Analyzing the data obtained, it can be noted that with increasing die speed, there is an increased level of twisting of the workpiece, which is reflected in a smooth decrease in grain size. Looking at the microstructure in different directions, one can note a nearly identical grain size pattern.

Key words: drawing, JMAK, modeling, twisting, wire.