



МИНОБРНАУКИ РФ
Российский фонд
фундаментальных исследований
Национальный исследовательский
Томский государственный университет
НИИ прикладной математики и механики
Томского государственного университета
Физико-технический факультет
Совет молодых учёных ТГУ



**VIII Всероссийская молодежная научная конференция
«Актуальные проблемы современной механики
сплошных сред и небесной механики – 2018»
г. Томск, 26–28 ноября 2018 г.**

**VIII All-Russian Scientific Conference
«Current issues of
continuum mechanics and celestial mechanics – 2018»,
November, 26–28, 2018**

Томск-2019

ВЛИЯНИЕ КУМУЛЯТИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ С ГПУ РЕШЕТКОЙ

Л.Р. Ахметшин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия
this_is_patrik@mail.ru

Ключевые слова: конструкционные сплавы, структурное изменение, модификация структуры, интенсивные пластические деформации.

Аннотация. В работе исследовали явление эволюции зеренной структуры материалов с использованием методов интенсивных пластических деформаций. Рассматривали наиболее распространенные методы по измельчению структуры на поверхности материала, а также целиком в объеме. Были получены результаты о влиянии кумулятивных пластических деформаций на изменение зеренной структуры образцов. Результаты показали, что увеличение числа циклов прессования ведет к пропорциональному увеличению степени накопленной деформации. Большие степени деформации являются причиной измельчения внутренней структуры материала.

THE INFLUENCE OF CUMULATIVE PLASTIC DEFORMATION IN THE FORMATION OF METALS STRUCTURE WITH GPU LATTICE

Linar Akhmetshin

National research Tomsk State University, Russian Federation
this_is_patrik@mail.ru

Keywords: structural alloys, structural change, structure modification, severe plastic deformation.

Abstract. In this paper, an evolutionary phenomenon of grain material structure has been investigated using methods of intensive plastic deformation. The most common methods of structure grinding on the material surface and volume were considered. The results of the influence of cumulative plastic deformations on the change in the grain structure of the samples were obtained. Results show that the increasing the number of pressing cycles leads to a proportional increase in the degree of accumulated deformation. Large degrees of deformation cause grinding of the internal structure of the material.

Совершенствование механических элементов конструкций в современном автомобилестроении, авиации и космической технике связано с расширением использования легких сплавов с высокими удельными прочностными свойствами. Одной из актуальных научно-технических задач является расширения номенклатуры сплавов, способных претерпевать структурные изменения с одновременным улучшением физико-механических свойств [1]. Известно, что модификация крупнокристаллической структу-

ры конструкционных легких сплавов методами интенсивной пластической деформации (ИПД) дает очень хорошие результаты по измельчению крупнозернистых структур, что приводит к повышению физико-механических свойств. [2, 3]. В данном исследовании рассматриваются различные методы изменения зеренной структуры, такие, как равноканальное угловое прессование (РКУП) [4], циклическое прессование рифлением (ЦПР) [5], которые воздействуют на структуру образцов.

Известно, что пластичность металлов определяется дислокационными процессами, действующими во внутренних областях зерен. Данное воздействие приводит к дислокационным взаимодействиям и измельчению зерен (поведение Холла–Петча).

Целью данной работы являлось изучение влияния кумулятивной пластической деформации на формирование зеренной структуры в материале, а также исследование соотношения Холла–Петча для исследуемых материалов.

Анализ проводился для методов ИПД, где была отмечена хорошая тенденция к изменению зеренной структуры образцов. Каждый метод ИПД применяется для специально-приспособленной под него геометрии. Данные методы очень сильно зависят от режима испытания, ключевыми параметрами которого являются скорость деформации, температура деформации, а также смазочный элемент для уменьшения влияния трения. Для учета перечисленных параметров процесс ИПД проводят многократно для оптимизации параметров.

Соотношение Холла–Петча, показывает, как влияет размер зерна на пластическую деформацию материала. Явление Холла–Петча обусловлено эффектом упрочнения, связанным с большими сдвиговыми деформациями. Однако другие важные факторы могут также играть важную роль, в том числе подготовка образца для эксперимента, аналогичным образом аддитивную роль играют параметры, при которых проходит эксперимент. С использованием методов ИПД были улучшены физико-механические характеристики исследуемых материалов.

В процессе исследовательской работы выявлено, что изменение микроструктуры образцов при РКУП и ЦПР имеют схожую тенденцию, заключенную в получении УМЗ структуры. Это связано с тем, что в образцах накапливаются большие степени сдвиговых деформаций. Эффективные пластические деформации в материале увеличиваются с увеличением числа циклов обработки методом ИПД. Кумулятивные пластические деформации для одного цикла прессования рифлением эквивалентны одному циклу обработки методом равноканального углового прессования. Пропорциональное увеличение числа циклов ведет к пропорциональному измельчению зеренной структуры. После полного цикла, равного четырем проходам для РКУП и четырем этапам прессования для ЦПР, достигается однородная структура.

Исследование выполнено при поддержке Программы повышения конкурентоспособности ТГУ (проект фонда Д.И. Менделеева ТГУ)

Литература

1. *Ахметшин Л.Р., Кушнарев А.Г., Москвичев Е.Н.* Численное моделирование деформации образцов листового проката из магниевых сплавов при обработке методом прессования рифлением / Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики. 2017. Сер. Физико-математическая. 2018. С. 74–81.
2. *Москвичев Е.Н., Скрипняк В.А., Лычагин Д.В., Козулин А.А., Скрипняк В.В.* Влияние структуры на сопротивление пластической деформации алюминиевого сплава 1560 после обработки методом прессования рифлением // Письма о материалах. 2016. Т. 6. № 2 (22). С. 141–145.
3. *Skripnyak N.V.* The features of fracture behavior of an aluminum-magnesium alloy AMg6 under high-rate straining // Russian Physics Journal September, 2015. Vol. 58, Is. 5, pp. 691–697.
4. *Москвичев Е.Н., Скрипняк В.А., Скрипняк В.В., Козулин А.А., Лычагин Д.В.* Исследование структуры и механических свойств алюминиевого сплава 1560 после интенсивной пластической деформации методом прессования с рифлением // Физическая мезомеханика. 2017. Т. 20. № 4. С. 85–93.
5. *Krasnoveikin V.A., Kozulin A.A., Skripnyak V.A.* Detection of structural changes and mechanical properties of light alloys after severe plastic deformation / IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 919 (2017) 012012.

References

1. *Akhmetshin L.R., Kushnarev AG, Moskvichev E.N.* Numerical simulation of deformation of magnesium alloy sheet metal samples during processing by corrugation pressing / In Book: Current issues of continuum mechanics and celestial mechanics. 2017 Ser. Physical and Mathematical. 2018. Pp. 74–81.
2. *Moskvichev E.N., Skripnyak V.A., Skripnyak V.V., Kozulin A.A., Lychagin D.V.* Influence of structure to plastic deformation resistance of aluminium alloy 1560 after groove pressing treatment // Letters on Materials. 2016. 6(2). Pp. 141–145.
3. *Skripnyak N.V.* The features of fracture behavior of an aluminum-magnesium alloy AMg6 under high-rate straining // Russian Physics Journal September, 2015. Vol. 58, Is. 5. Pp. 691–697.
4. *Moskvichev E.N., Skripnyak V.A., Skripnyak V.V., Kozulin A.A., Lychagin D.V.* Investigation of the structure and mechanical properties of aluminum alloy 1560 after severe plastic deformation by pressing with corrugation // Physical mesomechanics. 2017. Vol. 20. No. 4. Pp. 85–93.
5. *Krasnoveikin V.A., Kozulin A.A., Skripnyak V.A.* Detection of structural changes and mechanical properties of light alloys after severe plastic deformation / IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 919 (2017) 012012.