

RESEARCH OF MORPHOLOGY OF MICROSTRUCTURE OF ELECTROTECHNICAL ALUMINUM IN CONDITIONS OF ELECTROPLASTIC DEFORMATION

Savenko V.S.¹, Zernitsa D.A.², Galenko E.N.³, Ravutskaya Zh.I.⁴, Gunenko A.V.⁵
(Republic of Belarus) Email: Savenko338@scientifictext.ru

¹Savenko Vladimir Semenovich - Doctor of Technical Sciences, Professor;

²Zernitsa Denis Alexandrovich - Master of Science;

³Galenko Evgeniy Nikolayevich - Master of Science;

⁴Ravutskaya Zhanna Ivanovna - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor;

⁵Gunenko Alexey Valentinovich - Postgraduate Student,

DEPARTMENT OF PHYSICS AND MATHEMATICS, FACULTY OF PHYSICS AND ENGINEERING,
MOZYR STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY I.P. SHAMYAKIN,
MOZYR, REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: the production of materials with improved physical-mechanical, electrical characteristics and high performance properties in the processing of metals by pressure is one of the most important tasks of modern materials science. One way to improve the characteristics of metals is the use, in some cases, of special methods of plastic deformation, which are based on the additional effect of current pulses on the deformable material, which affect the microstructure, reduce strain forces and thereby facilitate deformation. Morphological analysis makes it possible to determine the changes taking place in this respect in various parameters, for example, in the distribution of grains by area, perimeter, shape factor, etc.

Keywords: morphology, electroplastic deformation, microstructure, area of grains.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ МИКРОСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Савенко В.С.¹, Зерница Д.А.², Галенко Е.Н.³, Равуцкая Ж.И.⁴, Гуненко А.В.⁵
(Республика Беларусь)

¹Савенко Владимир Семёнович – доктор технических наук, профессор;

²Зерница Денис Александрович – магистрант;

³Галенко Евгений Николаевич – магистрант;

⁴Равуцкая Жанна Ивановна – кандидат педагогических наук, доцент;

⁵Гуненко Алексей Валентинович – аспирант,

кафедра физики и математики, факультет физико-инженерный,

Учреждение образования Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина,
г. Мозырь, Республика Беларусь

Аннотация: получение материалов с улучшенными физико-механическими, электрическими характеристиками и высокими эксплуатационными свойствами при обработке металлов давлением является одной из важнейших задач современного материаловедения. Одним из способов улучшения характеристик металлов является применение в некоторых случаях специальных методов пластической деформации, в основе которых лежит дополнительное воздействие на деформируемый материал импульсов тока, которые влияют на микроструктуру, снижают усилия деформации и тем самым облегчают деформирование. Морфологический анализ позволяет определить происходящие при этом изменения по различным параметрам, например, по распределению зёрен по площади, по периметру, по фактору формы, и др.

Ключевые слова: морфология, электропластическая деформация, микроструктура, площадь зёрен.

В работе представлены результаты микроструктурных исследований образцов из деформационного алюминия АКЛП-5ПТ.

Исследования проводились на образцах электротехнической алюминиевой проволоки диаметром от 2,48 – 5 мм, один из которых подвергался многоходовой прокатке волочением в условиях электропластической деформации, а второй образец проходил прокатку без тока. Электропластическая деформация создавалась импульсным током большой плотности 10^3 – 10^4 А/мм² и длительностью 10^{-4} с в деформационной зоне многопереходной прокатки. Из-за скин-эффекта распределение импульсного тока по поперечному сечению проводника неоднородно, и приводит к джоулеву разогреву, и соответственно, формированию неоднородного температурного поля [1, с. 96].

Морфологический анализ изображения микроструктуры определялся прибором «Пост микроконтроль МК-3» с помощью компьютерной программы AutoscanObjects (рисунок 1). В ходе исследования была проведена морфология с выделением гистограмм по классам. Микроструктура образцов алюминиевой проволоки определялась также с использованием растрового микроскопа MICROVertPlanar.

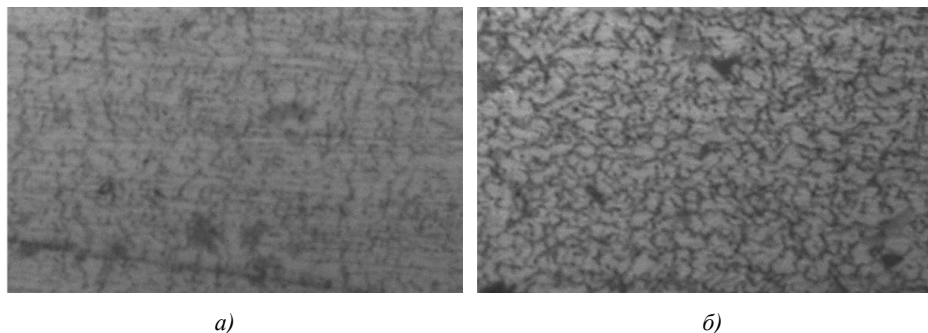


Рис. 1. Микроструктура образцов без тока (а) и с током (б) (1000x)

Деформационные микроструктурные характеристики образцов алюминиевой проволоки, деформированных с током и без тока по различным параметрам, показали существенную зависимость микроструктуры от внешних энергетических воздействий при электропластическом волочении (рисунок 2).

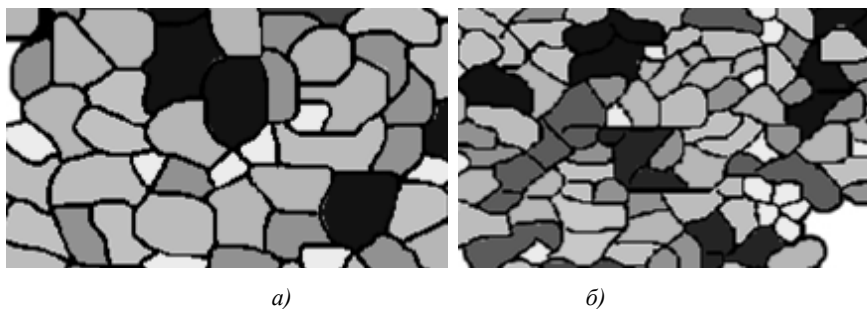


Рис. 2. Морфология образцов алюминиевой проволоки без тока (а) и с током (б) (1500x)

Анализ расчетов по параметрам площади (рисунок 3) зерен показал существенное влияние импульсов тока на деформационные процессы в алюминии и создание мелкозернистой микроструктуры в образцах, прошедших электропластическую обработку.

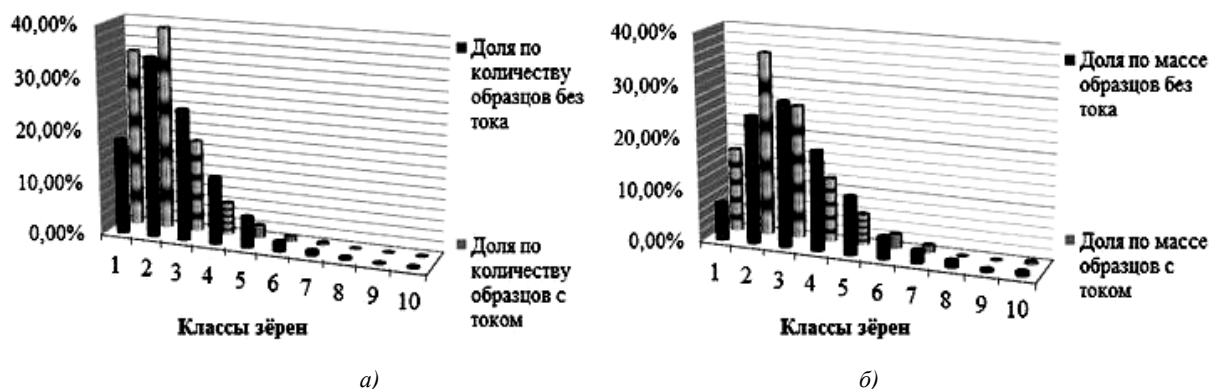


Рис. 3. Распределение площади зёрен: а) по количеству; б) по массе

Из рисунка 3 (а) видно, что максимальное количество зерен на образце без тока принадлежит классам, лежащим на интервале от 1 до 3 (0,45 – 1,60 мкм кв.), также и на образце, прошедшем электропластическое деформирование с током (0,29 – 1,09 мкм кв.).

Из рисунка 3 (б) видно, что максимальное количество зерен на образце без тока принадлежит классам, лежащим на интервале от 2 до 4 (1,03 – 2,18 мкм кв.), а с током принадлежит классам, лежащим на интервале от 1 до 4 (0,29 – 1,50 мкм кв.).

На образце с током количество зёрен 1-го и 2-го класса (самых мелких по площади) больше, чем у образца без тока, что свидетельствует об измельчении зёрен на образце с током и созданием мелкозернистой структуры под воздействием электрического тока.

С обычным волочением при пропускании импульсов электрического тока большой плотности через зону деформации в алюминиевой проволоке изменяется кинетика пластической деформации, и как следствие, физико-механические характеристики алюминиевой проволоки. Микроструктура деформированного алюминия становится более мелкозернистой с появлением зон рекристаллизации, увеличивается количество субзерен.

Основным эффектом, связанным с уменьшением размера зерна, является улучшение прочностных свойств поликристалла (повышение пределов текучести и прочности) [2, с. 10].

Список литературы / References

1. *Батаронов И.Л.* Механизмы электропластичности / И.Л. Батаронов // Соросовский образовательный журнал, 1999. № 10. С. 93–99.
2. Физические теории пластичности: учеб. пособие / П.В. Трусов, П.С. Волегов, Н.С. Кондратьев. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. 244 с.