

Аннотация

В данной работе сравнивается механическое поведение монокристалла и поликристалла алюминия при растяжении без тока и с током в форме одиночных импульсах. Показано, что механизм деформации в зависимости от структуры материала отличается.

Введение

Известно, что действие импульсов электрического тока в процессе любой деформации приводит к электропластическому эффекту (ЭПЭ), который проявляется в изменении усилий деформации и пластичности металла [1]. Величина ЭПЭ является структурно-чувствительным свойством и зависит как от материала, так и от вида/режима тока. ЭПЭ хорошо изучен в современных материалах – аморфных и нанокристаллических сплавах, стали, титановых, медных и алюминиевых сплавах [2]. Было показано, что ЭПЭ зависит от условий испытания и самого материала. Так, параметры импульсного тока (частота, длительность, плотность, скважность) и режим испытания (растяжение, сжатие, скорость, температура) влияют на ЭПЭ [3]. Микроструктура (размер зерен, одно- или многофазные) материала может способствовать эффективному проявлению или, напротив, подавлению ЭПЭ [4].

Цель работы

Заключается в исследовании воздействия одиночных импульсов тока на механические свойства моно- и поликристалла алюминия при растяжении, без влияния теплового эффекта.

Материал и метод исследования



Рис. 1. Микроструктура, форма и схема расположения образцов в монокристалле (а) и поликристалле (б)

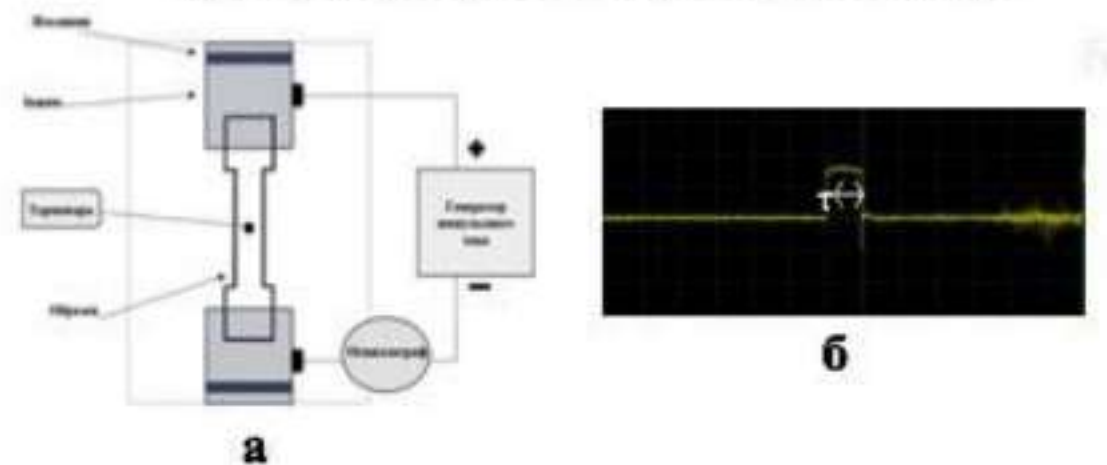


Рис. 2. Схема подвода тока (а) и осциллограмма (б) одиночный импульс: $\tau = 1000 \text{ мкс}$

Результаты

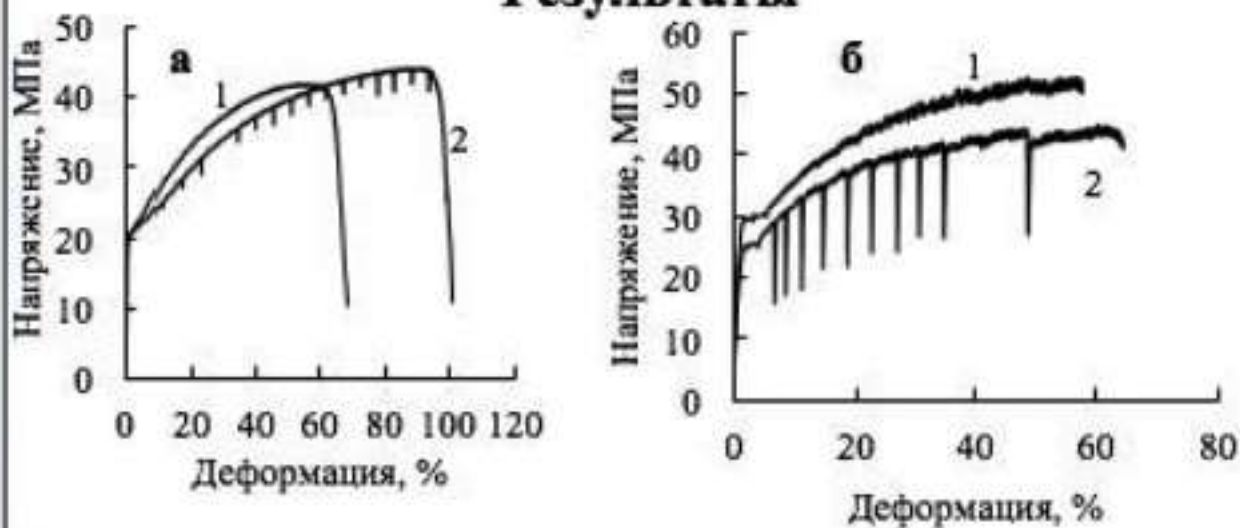


Рис.3 Кривые напряжение-деформация при растяжении (а) монокристалл; (б) поликристалл. 1 - без тока, 2 - одиночные импульсы

Табл 1. Механические свойства моно- и поликристалла и условия испытания

Условия растяжения	Режим тока		σ_s , МПа	$\sigma_{0.2}$, МПа	δ , %
	j , А/мм ²	τ , (мкс)			
Монокристалл					
Без тока	-	-	42	20	70
Одиночные импульсы	450	1000	44	20	100
Поликристалл					
Без тока	-	-	53	30	58
Одиночные импульсы	2000	1000	45	24	64

Выводы

Деформационное поведение монокристалла и поликристалла под действием одиночных импульсов тока отличается механизмом деформации. В монокристалле импульсный ток приводит к упрочнению (2 Мпа), а в поликристалле - к разупрочнению (8 Мпа). При этом в обоих материалах пластичность до разрушения увеличивается.

Литература

1. О.А. Троицкий Электропластический эффект в металлах. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ. Бюллетень научно-технической и экономической информации. Том 9, Год 2018, стр.65-76.
2. V.V. Stolyarov. Electroplastic effect in nanostructured titanium alloys. Rev. Adv. Mater. Sci. 2012. 31. P. 163-166.
3. K. Hariharan, M. Kim, S.T. Hong, D. Kim, J.H. Song, M.G. Lee, H.N. Han, Electroplastic behaviour in an aluminium alloy and dislocation density based modelin, Materials and Design Volume 124, 15 June 2017, P. 131-142.
4. L. Hong-wei, S.L. Yan, M. Zhan, X. Zhang, Eddy current induced dynamic deformation behaviors of aluminum alloy during EMF: Modeling and quantitative characterization, Journal of Materials Processing Technology. Volume 263, January 2019, P. 423-439.