

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СО РАН

ФИЗИЧЕСКАЯ МЕЗОМЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ.
ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОУРОВНЕВОЙ
СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЗМЫ НЕЛИНЕЙНОГО ПОВЕДЕНИЯ

Международная конференция

5–8 сентября 2022 г.
Томск, Россия

Тезисы докладов

Новосибирск
2022

УДК 539(063)+620.18(063)
ББК В251я431+Ж37я431
Ф503

Ф503 Физическая мезомеханика материалов. Физические принципы формирования многоуровневой структуры и механизмы нелинейного поведения : Тез. докл. Междунар. конф., 5-8 сентября 2022 г., Томск, Россия / Ин-т физики прочности и материаловедения СО РАН. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2022. – 556 с.

ISBN 978-5-4437-1353-3

Издание содержит тезисы международной конференции «Физическая мезомеханика материалов. Физические принципы формирования многоуровневой структуры и механизмы нелинейного поведения». Физическая мезомеханика является научным направлением, в рамках которого материал представляется как иерархическая система взаимосвязанных структурных (масштабных) уровней. В сборнике отражены последние достижения в области развития принципов и методологии физической мезомеханики и результаты их применения к созданию перспективных материалов в интересах развития новых производственных технологий, освоения космического пространства, в том числе дальнего космоса, электроники, атомной энергетики, нефтегазового комплекса, медицины, транспорта и др.

Предназначено научным сотрудникам, инженерам, аспирантам и специалистам, занимающимся вопросами физической мезомеханики, разработки наноструктурных объемных и наноразмерных материалов, наноструктурированием поверхностных слоев, тонкими пленками и покрытиями, нанотехнологиями, компьютерным конструированием новых материалов и технологий их получения, технологиями локальной нестационарной металлургии и обработки материалов, неразрушающими методами контроля.

УДК 539(063)+620.18(063)
ББК В251я431+Ж37я431

ISBN 978-5-4437-1353-3

© Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, 2022

ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА СПЛАВА Al-20%Si ПОСЛЕ ДВУХЭТАПНОЙ ОБРАБОТКИ

Шлярова Ю.А., Загуляев Д.В., Громов В.Е., Прудников А.Н.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк

В настоящее время для современного машиностроения стоят много актуальных задач: создание новых или с улучшенными характеристиками материалов; внедрение новых технологий; энерго- и ресурсосбережения за счет выпуска экономичных и эффективных материалов для машин и технологического оборудования; повышение надежности и долговечности изделий и др. В большинстве случаев при эксплуатации деталей и механизмов в первую очередь нагрузку принимают поверхностные слои материала, именно они привлекают наибольшее внимание ученых. Обработка поверхностных слоев заэвтектических силуминов является актуальной проблемой современного машиностроения, в связи с этим целью настоящей работы является анализ структурно-фазовых превращений, протекающих в поверхностном слое заэвтектического сплава Al-20%Si, подвергнутого двухэтапной обработке.

В качестве материала исследования использовали образцы заэвтектического сплава Al-20%Si (Al-78,52%; Si-20,28%; Fe-1,14%; Cu-0,072%; Mn-0,015%; Ni-0,06%; Ti-0,06%, Cr-0.001). Модифицирование поверхностного слоя силумина осуществляли в два этапа. На первом этапе проводили электровзрывное легирование сплава Al-20%Si, в качестве материала взрываемых проводников использовали алюминиевые фольги, в качестве порошковой навески выступал Y_2O_3 . Легирование осуществляли на электроразрядной установке ЭВУ 60/10. На втором этапе осуществляли облучение модифицированной поверхности импульсным электронным пучком. Облучение осуществляли на энергокомплексе «СОЛО», разработанном и созданном в ИСЭ СО РАН (г. Томск). Облучение осуществляли в атмосфере аргона при давлении 0,02 Па. Режимы электровзрывного легирования и последующее облучение сплава приведены в таблице 1.

Таблица 1. Кристаллографические плоскости и направления преимущественного скольжения

№ режима	Масса алюминий фольги, (мг)	Масса порошка Y_2O_3 , (мг)	Напряжение разряда, U (кВ)	Плотность энергии пучка электронов, Дж/см ²	Энергия ускоренных электронов, кэВ	Длительность импульса пучка электронов, мкс	Количество импульсов тока	Частота следования импульсов, с ⁻¹
1	58,9	58,9	2,8	35	17	150	3	0,3
2	58,9	88,3	2,6	25				

Фазовый состав и состояние кристаллической решетки основных фаз изучали методами рентгенофазового анализа. Параметр решетки алюминия исходного сплава Al-20%Si можно взять параметр решетки чистого алюминия, равный 0,4046 нм [1]. Двухэтапная обработка сплава Al-20%Si приводит к увеличению параметра решетки алюминия, что может свидетельствовать о легировании алюминия атомами иттрия (рис. 1 а). Размер областей когерентного рассеивания и величина микроискажений кристаллической решетки алюминия выше в образце № 1 (рис. 1 б, в). Последнее может быть обусловлено большей концентрацией порошка оксида иттрия, внесенного в поверхностный слой силумина при электровзрывном легировании.

Параметр кристаллической решетки кремния увеличивается при увеличении плотности энергии пучка электронов и в обоих случаях превышает параметр решетки чистого кремния, равный 0,54304 нм (рис. 1 а) [1]. Размер областей когерентного рассеивания и величина микроискажений кристаллической решетки кремния выше в образце № 1 (рис. 1 б, в). Последнее может быть обусловлено большей концентрацией порошка оксида иттрия, внесенного в поверхностный слой сплава Al-20%Si при электровзрывном легировании.

Как уже отмечалось выше, в модифицированном слое сплава Al-20%Si наблюдается

присутствие порошка оксида иттрия. Параметр кристаллической решетки оксида иттрия снижается по мере увеличения плотности энергии пучка электронов (рис. 1 а). Отметим, что параметр кристаллической решетки порошка оксида иттрия составлял 1,061 нм [1].

Существенным образом изменяются микроискажения кристаллической решетки оксида иттрия, увеличиваясь в три раза при росте плотности энергии пучка электронов от (25 до 35) Дж/см² (рис. 1 б, в). Микроискажения кристаллической решетки фаз Al и Si изменяются противоположным образом, а именно при увеличении плотности энергии пучка электронов снижаются.

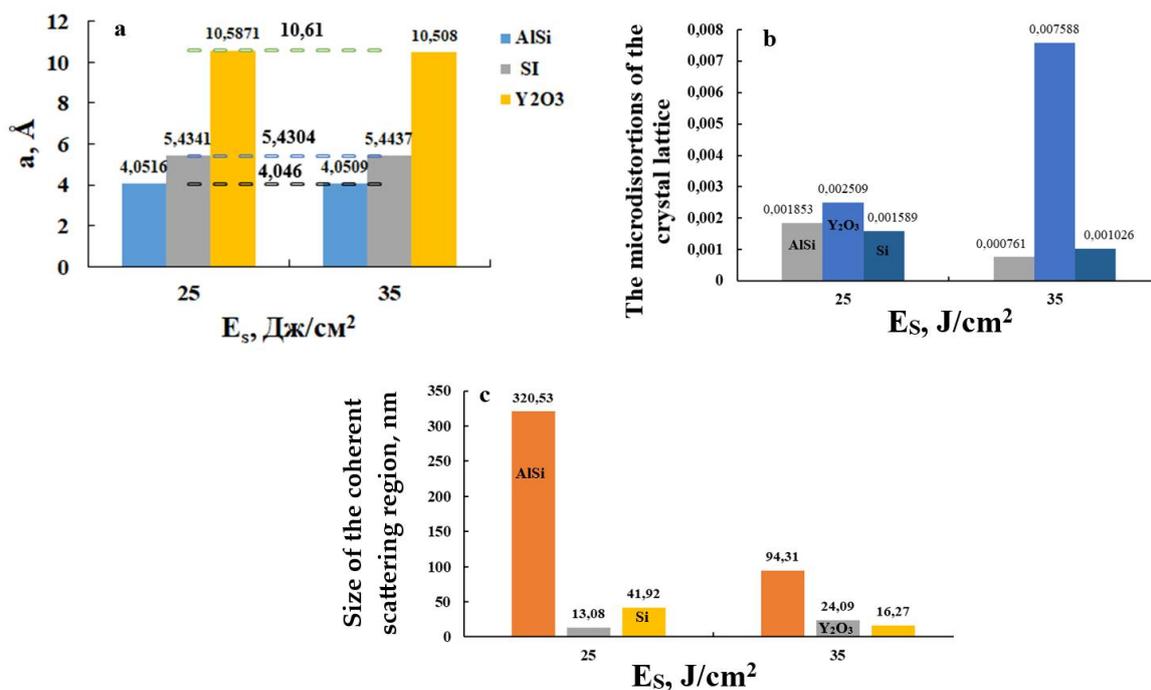


Рис. 1. Зависимость постоянной решетки (а), микроискажений кристаллической решетки (б) и размера области когерентного рассеяния (в) от плотности энергии электронного пучка для сплава Al-20%Si

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ №19-79-10059.

1. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа / Банных О. А., Будберг П.Б., Алисова С. П. и др. Металлургия. – 1986.