

05.3; 07

ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫЙ РАСПАД
ОСТАТОЧНОГО АУСТЕНИТАА.А. Деев, П.Ю. Кикин,
Е.П. Москвичев, А.И. Пчелинцев,
Е.Е. Руси

Лазерное облучение высоколегированных сталей приводит к образованию комплексной неравновесной структуры в зоне термического влияния, где одной из основных составляющих является остаточный аустенит [1]. Отличаясь слабой устойчивостью, эта фаза оказывает негативное влияние на ряд прочностных свойств поверхностных слоев [2]. Количество остаточного аустенита определяется как начальным химическим и структурным состоянием сплава, так и кинетическими особенностями протекания термического цикла лазерного воздействия [3]. Известно, например, что наибольшее количество остаточного аустенита образуется при лазерной закалке из жидкого состояния

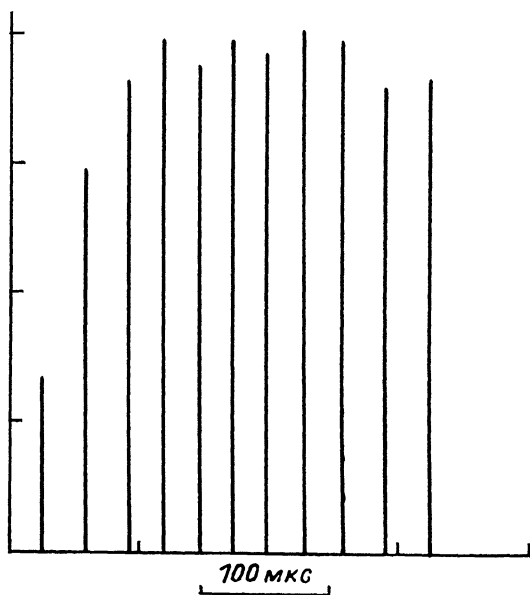


Рис. 1. Осциллограмма импульса модулированной добротности (развертка - 100 мкс).

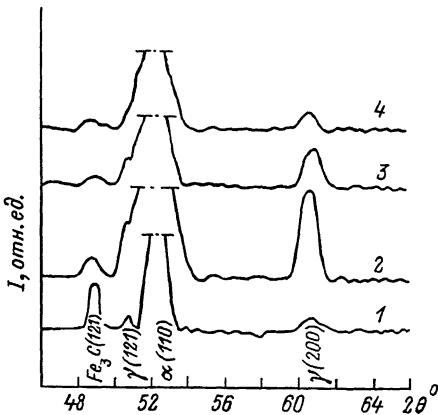


Рис. 2. Дифрактограмма структуры сплава после различных видов лазерной обработки. (1 – исходная структура, 2 – традиционная лазерная закалка, 3 – лазерная закалка с последующим облучением сериями ($n = 5$) гигантских импульсов рубинового или неодимового лазера, 4 – лазерная закалка с последующим облучением сериями ($n = 10$) гигантских импульсов).

го аустенита в поверхностных упрочненных слоях применяют различные методы: обработка холодом, нагрев упрочненной зоны до температуры выше 400–500 °С,

В данной работе зарегистрирован факт распада остаточного аустенита под действием импульсов давления, возникающих при облучении поверхности сплава наносекундными лазерными импульсами (режим модулированной добротности).

В экспериментах использовали образцы из стали У10. Образцы подвергали традиционной поверхностной лазерной термообработке путем облучения поверхности стали импульсами квазистационарного излучения $YAG : Nd^{3+}$ лазера (длительность импульса – 4 мс, плотность потока энергии – $5 \cdot 10^4$ Вт/см²). Глубина закаленной зоны составила 100 мкм. Далее упрочненная область подвергалась воздействию коротких интенсивных импульсов давления. Источником возбуждения импульсов давления служили импульсы излучения рубинового лазера ($\tau \sim 40$ нс, $E \sim 1.5$ Дж), во второй серии импульсы модулированного излучения $YAG : Nd^{3+}$ лазера ($n = 5-10$, $E = 0.05$ Дж, $\tau = 50$ нс), где модуляция добротности осуществлялась с помощью фототропного затвора из LiF . Осциллограмма такого импульса модулированной добротности представлена на рис. 1. Рентгеновское исследование закаленных и подвергнутых импульсному воздействию зон проводилось на дифрактометре ДРОН – 3 в кобальтовом фильтрованном излучении. Регистрировали линию (200) γ -железа (аустенита) и измеряли ширину этой линии и ее интегральную интенсивность. На рис. 2 представлены дифрактограммы моди-

фицированных зон образцов стали У10 после различных видов лазерного воздействия. Анализ дифрактограмм показывает образование фазы γ - Fe (остаточного аустенита) после традиционной лазерной закалки (в количестве 15-20%). Кроме того, отмечается уширение других линий, которое отражает факт измельчения блоков или возникновение микронапряжений второго рода. Анализ той же упроченной зоны, но после воздействия импульсов модулированной добротности, демонстрирует значительное уменьшение количества γ - Fe до минимальных значений порядка 2-5%. Это является свидетельством эффективного разрушения метастабильного аустенита проходящими импульсами давления большой амплитуды. Установлено, что количество распадающегося аустенита пропорционально числу проходящих импульсов давления и в меньшей степени зависит от энергии единичного импульса (соответственно от амплитуды упругой волны, стимулированной импульсом излучения). Это видно из сравнения результатов рентгеновского анализа для случая облучения серией ($n = 5$) импульсов рубинового лазера ($E = 1,5$ Дж) и для случая облучения серией импульсов неодимового лазера ($E = 0,05$ Дж). Последний факт позволяет предположить, что пороговая энергия разрушения метастабильного аустенита имеет сравнительно малое значение. Небольшое количество остаточного аустенита после обработки импульсами модулированной добротности распространяется на глубину порядка 1 мкм, а зона термического влияния теплового импульса, образующегося за время существования плазменного облака не превышает глубины 3 мкм. По-видимому, остаточный аустенит после воздействия серии импульсов модулированной добротности остается только в этой зоне. Именно этот слой и дает дифракционный вклад в дифрактограмму для линии аустенита.

Таким образом, установлено, что облучение стали, предварительно закаленной на максимальную твердость, серией импульсов модулированной добротности приводит к распаду остаточного аустенита. Это демонстрирует перспективность использования лазерного излучения модулированной добротности в качестве эффективного канала модификации структуры стали для целенаправленного улучшения его эксплуатационных свойств.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Кристал М.А., Жуков А.А., Кокора А.Н. Структура и свойства сплавов, обработанных излучением лазера. М.: Металлургия. 1973. 192 с.
- [2] Зинченко В.М., Георгиевская В.В., Опоянишников В.А. // Металловедение и термическая обработка металлов. 1987. № 12. С. 25-27.
- [3] Мирзаев Д.А., Карзунов С.Е., Счастливец В.М., Яковлева И.Л. // Физика металлов и металловедение. 1984. Т. 57. В. 5. С. 1033-1035.
- [4] Ендерап Н.В., Лякишев В.А., Скаков Ю.А., Спектор И.Я. // Физика и химия обработки материалов. 1981. № 4. С. 24-27.

[5] Самохин А.А. // Труды ИОФ АН СССР. 1988. Т. 13.
М.: Наука. С. 189.

Институт машиноведения
им. А.А. Благонравова АН СССР,
Горьковский филиал

Поступило в Редакцию
11 июля 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 20

26 октября 1989 г.

06.3

ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ФОТОСТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Барладин А.В., Комаров С.В.,
Коява О.В., Любин В.М.,
Панасюк Л.М.

Фотоструктурные превращения в халькогенидных стеклообразных полупроводниках (ХСП) сопровождаются изменением не только оптических и физико-химических свойств, но и многих электрических и фотоэлектрических характеристик этих материалов [1]. Поэтому не было удивительным наблюдение в работе [2] сопровождающих фотопотемнение пленок ХСП значительных реверсивных фотоиндуцированных изменений основных электрофотографических параметров пленок, таких как предельный потенциал зарядки, время темнового полуспада поверхностного потенциала и светочувствительности.

В настоящем же сообщении приводятся данные, показывающие, что электрофотографические параметры пленок ХСП изменяются весьма существенно и реверсивным образом при столь малых энергиях возбуждения, при которых изменения оптических или физико-химических свойств этих пленок еще не могут быть зарегистрированы. Полученные результаты представляются важными потому, что главным недостатком фотоструктурных превращений в ХСП, препятствующим их широкому использованию в системах регистрации и обработки оптической информации, является сравнительно низкая светочувствительность [1].

Эксперименты проводились на приготовленных методом термического испарения пленках ХСП состава $As_{50}Se_{50}$, в которых фотоструктурные превращения выражены наиболее сильно [1, 2], а также на пленках ХСП системы $As-S-Se$, для которых также типичны значительные фотоструктурные превращения и которые наиболее часто используются в устройствах фототермопластической записи информации [3]. Пленки наносились на стеклянные или лавсановые подложки, предварительно покрытые проводящими полупрозрачными слоями SnO_2 или Cu_2Se , а их толщины варьировались в интервале 2.0-6.0 мкм.