На рис. 4 представлены микроструктуры экструдированной стали • СП60-4. Без термообработки структура представляеет собой (Ф+11). г. е. соответствует типичной структуре доэвтектондной стали (рис. 4 а). после ВМТО—бесструктурный мартенсит (рис. 4, б), после обычной закалки—игольчатый мартенсит (рис. 4, в), а после инэкого отпуска отпушенный мартенсит с трооститом отпуска (рис. 4_г). Следовательно, структура порошковых сталей полностью соответствует структурам стандартных сталей.

ЛИТЕРАТУРА

- Гехнология получения стального порошка из чугунной гтружки/Г А Асагряя, М. К. Зуркачяя, Г. Х. Каралетян и др./Пеория и практика порошковой металлургия. Межвуз тем. сб. науч. тр. во порошк. металл.—Ерекли, 1982. С. 118---122
- Маникян Н. В., Асатряк А., Зурначян М. К. Получение стального порошка по сучупной стружки методом содового рафинирования/ Комп. — не материалы и их обработка: Межвуз, тем, сб. науч. тр.—Ереван, 1985.—С. 3.—6.
- 3. Асдтрям Г. А. Агбалян С. Г., Зурначяк М. К. Исследование экструлии и такного порошка, полученного из чугунной стружив методом содового рафанирования//Структура и свойства сплавов в зависимости от технологии колучения и термообработки: Межвуз, тем. сб. науч. тр. по геол., гори, делу, микерал, и металл.--Ереван, 1987. С. 13-18.
- Манукян И. В. Технология порошковой металлургии.— Ереван: Айлстан, 1986.— 232 с.
 - 5. Еряяской С. С. Гермяческая обработка порошковых стяльных деталей.—Д.: ЛДИТП, 1981—24 с.
 - Высокопрочные визколетнрованные печенные стали И. Д. Радомиссалский Л. Н. Костырко, С. Г. Напира-Волгини и др.//Ки.: Конструкционные материвлы – Кнев: Наукова думка. 1987.--С. 3 - 8.

Epfild

15. VI 1990

Изв. АН Армиян (сер ТП), т. XLIV, № 5-6, 1991, с. 222-226.

МАТЕРНАЛОВЕДЕНИЕ

YAK 537.312.5

А. Х. АВАГЯН, Ж. Г. ДОХОЛЯН С. Х. ХУДАВЕРДЯН

МЕТОД ЛАЗЕРНОЙ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ТОНКИХ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СЛОЕВ

Разрабитан метод лазерной рекристал. Изанник тонких поликрист ялических слоса Получено видлитическое выражение, овязывающее параметры л. зерного пузка и рекристаллизуемого илтириала. На основе предложенного нелода собр на установка, которая хорошо зырекомендовала себи при эксперимента вышх работах.

Ил 2. Библиогр.: 3 назъ-

և Նուոլ լիս լադերային պոդուն և և էլունտե. Ստուցվել է ժորյուս, կոքն արտանալուրիլուն, որը կապ է է Նյունի քնարնդն միջն։ Առաջարկմած եզանագ, լ В последние годы область исследования этичния тазерного дуна на свойства кристальности иссле. 11. Работи в этон направления, отмрыби озможно ть осуществления рекристальночни дазерным дуном на акристаланностих нойупроводникеных слоев с р симерса персос со он среднерных интегральных ехем (ТМИС), которые калнотех инт. ральными схемами (ИС) будущего. ТМИС состоит из множестся вертикально наложенных активных с. разглаенных неолирующение материалато вых раст отсяются разленных неолирующения материалато вых раст отсяются разленных неолирующение материалаие происсоры. В разультате этого в ТУШС по сраняеныю с даухиерными интегральными систами (ДМИС), которые уже в 90-ых годах достигли предела мнисимизации, заметно может быть уделачена плотность унакования с функцео проказная [2].

Создание Т' ИС сложно с сложно с сложно оборудова иня, основным из которых является ус спотела резистиллизация поликриствллических слоев. Отсутствие таких установох и отстестиенном производстве заставляет ссраменте орон пробестуть к собстаниным разряботкам.

В настоящей работе описывается метод ностроения установки лазерной рекристаллизация. Перел нама стоялы задачо--лазерным нучком при прохожлении сто по поверхности тонкого твердотельного слоя многослойной стружтуры ,при определенных скоростях дзяжения пучка обеснечить расплавление верхнего слоя без существенного изменения параметров ножних слоса. Для этого исобходимо было рассиятать энергетические вирам тры от риого лучка при его иолействии с понеством. Про речетах учитывелись лизметр полокоцего на обр нец пучет стояни сто волучества, колффициент остояния ика палучения соответот учения, че сривающь колффициент остояние от поверхности и скорость движения столяка с обращом по двум координатам. При этом принимались во внимание толицина расплавляемого слоя и постояниея температура плавления.

В расчетах допускалось наличие в пределах точки нагрева дазерным лучом поглощающего слоя толшиной d. (рис. 1). С изменением площади сечения от S., на выходе лязера до S₀- на поверхности слоя интенсивность дазерного пучка изменялась по защину

$$P_0 = P_a \frac{S_a}{S_0 (1 - R)} +$$
(1)

где P_0 и P_x — выталсьвиости монск, с ического светового излучения на входе в слои и на выходе назера, k коэффиниент отражения. Известно, что поглощение света в има, их симсывается законом Бугера—Ламперта [3]: $P = P_0 c$, где х координата по направлению аронихновения света, а β —коэффиниент поглощения. В случае очень тонжих слоев 1 мкм) преломлением лучей можно прецебрень и считать, что сечение пучка венде одинаково и равно S_a . Тогда распрелеясние теила в слое х за время будет

$$wQ = P_{\theta}e^{-zx} \frac{dS}{S_{0}(1-R)} dt.$$
⁽²⁾

Из рис. 1 видно, что dS = 2-yJy, тогда

$$\frac{2\pi y}{s_{c}(1-w)}P_{c}e^{-st}dydt,$$
(3)

С другой стороны

$$\partial Q = \partial Q_{\rm n} + \partial Q_{\rm r}, \tag{4}$$

где dQ - тепло, подводимое к элементарному объему, а dQ, - тепловые "потери", возникающие вследствие прациет а температуры. Подволимое голов равно

$$\partial O_u = e \, dm \left(T_{n,t} - T_n \right), \tag{5}$$

гле с — удельная теплоемкость вещества, $T_{\rm mi}$ — температура влавления, $T_{\rm a}$ — температура окружающей среды, dm — масса расплавляемого слоя. Запишем ес черся тельную плотность с

$$\partial m = s2\pi y dy dx$$
 (6)



Рис 1 блученный элементарный объем в тонком слое поликристалляческого вещества

Тепловые «потери» вляются результатом процесса передачи внутренней энергии вне объема плавления. Поверхность объема ноглощения находится при более высокой температуре, чем его внешная окружность, вследствие чего имеет место поток энергии по направлению постопенного синжения температуры. Тогда количество тепла ∂Q_{γ} , проходящее за время dl через взятую в слое плошадку dS, нормальную к той линиях, вдоль которой течет поток энергии, пропорционально времени dt, плошадке dS и температурному градиенту dT/dx. Следовательно

$$\partial Q_{in} = -x_i \frac{dt}{dx} dS dt.$$

где х, коэф инц зенты прогорциональности.

Аналогичное выражение получим и для потока энергии вдоль направления осн у тогда

$$\partial Q_{ty} = -x_{t} \frac{dT}{dy} dS dt.$$

Суть задачи в том, чтобы лазерным лучом осуществлять локальямй разогрев нужной степени лишь в пределах элементарного объема (имеет мосто аднабатическое приближение). Этого можно достичь при обеспечении необходимой мощности пучка и окорости движения столика. Тогда в допустимых пределах градиент температуры в обоих направлениях можно принять равным нулю, т. с. *иQ*_r ==0. Таким обраном из выражения (4) получим

$$\overline{v}Q \rightarrow \overline{v}Q_{2}$$
 (7)

С учетом уравнений (3), (5) и (6) выражение (7) примет следующий вил:

$$\sum_{n=1}^{\infty} P_{at} = 2c_{0} = y \left(T_{n} - T_{a}\right) dy dx$$

После соответствующих преобразований получим

$$\frac{P_*}{S_*} \int dt = i s \left(T_{**} - T_*\right) \int e^{i x} dx.$$
 (8)

Здесь предел интегрирования In соответствует времени, в течение которого происходящее излучение успекает расплавить слой толщиной h. Из выражения (8) получим зависиместь времени излучения от площади расплавляемого слоя, которое с учетом пыражения (1) примет следующий вид:

$$l_n = \frac{c_{\rm P} S d^2 (1 - -1)}{(9)}$$

По формуле (9) можно рассчитать время излучения при известных злачениях мошности лазерного луча, толщины слоя и температуры окружающей среды, а по формуле $V = d^2 t_0$, где d = днаметр пучка скорость движения образца под лучом. Варьпруя этими параметрами, можно найти оптимальный техпологический режим рекристаллизации конкретных вещести.

Блок. схема установки, позволяющая осуществлять влавное язменение нышеуказанных нараметров, показана на рис. 2. Луч от лазеря 1, который имеет систему охлаждения в блок управления (БУЛ), через оптическую систему 2 и объектив 3 падает на образен 4. Обра зец с помощью вакуумного насоса 6 прикрепляется к столику 5, кого рый, двигаясь по лвум координатам, обеспечивает сканирование поверхности зазерным лучом. Ламер и оптическая система находятся на микровнитах, с помощью которых проязво лися юстировка и фоку сировка надающего на обра луча. Специальный изгревателмежду столиком и образцом обеспечнывает обща нагрел образца да 600°С, что при рекристальващии уменьшает межатомиме механич скле нан, яжения, придаено температуры и общетныет пролосс локального расплавления.



. не. Установка дазери и расталяващий поликристаллических этруктур.

Разработанная установка была опробевана лля проведения экс перьментальных работ по воздействию электроматиятного излучени на свойства кристальниеских сгруктур. Результаты опробация подч вердили со пригодность для рекристализации и изнах иленох

ЛНТЕРАТУРА

- Вахабов Д. А., Закиров А. С. и др. Исследование влияния лазерного воздействия на свойства креминя, легарованного золотом/дФТИ.—1986.—1. 20, вып. 4.— С. 747—749.
- 1. теняетини развития трехмерных интегральных (/ТГИЭР 1986.-Т 74. № 12.-С. 120-132.
- 3. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике.-М.: Наука, 1980-507 с.

ЕрПИ

6. VI. 1990