

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ (Ag^+ , $E = 15\text{--}20$ кэВ)
НА МИКРОСТРУКТУРУ ДЕФОРМИРОВАННОГО СПЛАВА $\text{Ni} - 13.9$ мас.% W^***

Н.В. Гущина¹, В.И. Воронин², Н.В. Проскурнина²,
В.И. Бобровский², К.В. Шаломов¹, В.В. Овчинников¹

¹ Институт электрофизики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

² Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

С помощью рентгеноструктурного анализа исследовано воздействие ионов Ag^+ с энергией 15–20 кэВ (при плотностях ионного тока 100–300 мкА/см²) на микроструктуру, уровень внутренних микронапряжений и текстуру лент сплава $\text{Ni} - 13.9$ мас.% W , подвергнутых высокой степени холодной деформации. Установлено, что кратковременное облучение лент толщиной 80 мкм флюенсом $\sim 3.1 \cdot 10^{16}$ см⁻² (в течение 50 с) при температурах $T \leq 370$ °С и $T = 630$ °С приводит к уменьшению микронапряжений во всем их объеме, но при этом сохраняется исходная текстура. При увеличении флюенса до $9.7 \cdot 10^{17}$ см⁻² при $T = 630$ °С происходит изменение текстуры от (220) к (200). Изменения микронапряжений и текстуры с облученной и необлученной стороны лент толщиной 80 мкм сопоставимы между собой, несмотря на то, что проективный пробег ионов Ag^+ с энергией 15–20 кэВ в сплаве составляет всего лишь ~ 7 нм. Известно, что отжиг в печи (700 °С, 30 мин) таких лент не приводит к их рекристаллизации. При 850 °С снятие микронапряжений и кардинальное изменение текстуры от (220) к (200) происходит как в ходе отжига в печи (15 с), так и в ходе облучения флюенсом $3.2 \cdot 10^{16}$ см⁻² в течение 17 с, однако эффект снятия напряжений при печном отжиге в 3 раза ниже, чем при облучении. Таким образом, установлены факты: 1) протекания процессов рекристаллизации в исследуемом сплаве в ходе облучения при температуре ниже температуры начала термоактивированной рекристаллизации; 2) более высокой скорости падения микронапряжений (и до более низких значений) при облучении, чем при печном отжиге. Это свидетельствует о существенной роли наномасштабных радиационно-динамических эффектов при каскадообразующем облучении метастабильных сред.

Ключевые слова: сплав $\text{Ni}-\text{W}$, рекристаллизация, текстура, ионное облучение, рентгеновская дифракция.

Введение

Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП) второго поколения представляют собой многослойный пакет тонких (< 1 мкм) керамических сверхпроводящих и буферных слоев, нанесенных на гибкую металлическую основу (ленту-подложку) толщиной 50–100 мкм и длиной от нескольких сантиметров до 1 км и более. Область применения высокотемпературных сверхпроводников постоянно расширяется. Это – медицина, энергетика, в том числе устройства, имеющие отношение к физике высоких энергий, военная техника [1–3].

Одним из перспективных способов получения ленточных ВТСП второго поколения на лентах-подложках является технология производства RABiTS (Rolled-Annealed Biaxially Textured Substrates – биаксиально текстурированные подложки, полученные в результате прокатки и отжига). Кристаллографическая текстура формируется при этом в металлической подложке и передается сверхпроводнику за счет гетероэпитаксии [2, 4, 5]. В данной технологии выбор сплава для подложки определяется его способностью к текстурообразованию при деформации. Текстурирование металлической ленты достигается в результате холодной прокатки с высокой степенью деформации ($> 95\%$) и последующего высокотемпературного отжига. Нужную текстуру этим способом можно получить только на металлах с ГЦК-структурой (никеле, меди, палладии и др.), а также на некоторых сплавах на их основе [2, 5–9]. Для достижения высоких значений токонесущей способности ВТСП-подложка должна обладать острой кубической текстурой типа $\{100\}\langle 001 \rangle$ и находиться в парамагнитном состоянии при низких температурах [1, 2, 5–11]. При этом подложки должны иметь высокую прочность и повышенную стойкость к высокотемпературному окислению при нанесении буферных слоев [5, 7–9].

В последние 20 лет в качестве лент-подложек для нанесения пленок высокотемпературных сверхпроводников активно разрабатываются сплавы на никелевой и медной основе [5–10] и ведутся работы по усовершенствованию технологий изготовления таких лент толщиной 50–100 мкм [11–13]. Большое внимание уделяется оптимизации режимов текстурирующего отжига [5, 14, 15],

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 19-79-20173).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>