

РАДИАЦИОННЫЙ РОСТ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ1-0 ПРИ ПРОТОННОМ ОБЛУЧЕНИИ

В.М. Грицина, С.П. Клименко, А.А. Пархоменко, Т.П. Черняева

Научно-технический комплекс «Ядерный топливный цикл»

ННЦ «Харьковский физико-технический институт»,

Харьков, Украина

E-mail: klimenko@kipt.kharkov.ua

С помощью специально разработанной методики проведено исследование радиационного роста прутков из титанового сплава ВТ1-0 при протонном облучении. Установлена связь размерных изменений, обусловленных радиационным ростом, и текстуры. Исследованы влияния различных видов термообработки на текстуру, структуру и радиационный рост прутков из сплава ВТ1-0. Показано, что разрушение исходной текстуры прутков ВТ1-0 путем механической и СВЧ-термообработок приводит практически к полному подавлению радиационного роста.

ВВЕДЕНИЕ

Способность изделий сохранять целостность, форму, геометрические размеры в процессе реакторного облучения – важнейший критерий их радиационной стойкости. Для материалов с ГПУ-решеткой, к которым относится и титан, основное формоизменение в отсутствие приложенного напряжения связано с радиационным ростом. В данной работе представлены результаты исследования радиационного роста прутков из титанового сплава ВТ1-0. Радиационный рост при реакторном облучении испытывают такие материалы, как цирконий, бериллий и уран [1–3]. В отличие от циркония и урана радиационный рост титана практически не исследуется [4, 5]. В частности, остаются невыясненными многие вопросы, связанные с влиянием на радиационный рост титана дозы и температуры облучения, его связи с кристаллографической текстурой и т. д.

Следует также отметить, что помимо собственно роста, т. е. удлинения титановых изделий в одном из направлений, напряжения, возникающие при радиационном росте, могут способствовать также потере механической устойчивости элементов конструкций, приводя тем самым их к короблению и изгибу, подобно тому, как это наблюдалось, например, на урановых прутках при реакторном облучении [1]. В данной работе проведен цикл исследований радиационного роста по методике, имитирующей нейтронное повреждение, посредством облучения протонами с энергией 2 МэВ. Данная методика основана на подобию процессов образования и последующей эволюции первичных радиационных дефектов (пар Френкеля), происходящих в материалах при облучении нейтронами и высокоэнергетическими протонами с энергией 1...3 МэВ [6, 7].

Целью данной работы было изучение радиационного роста прутков из титанового сплава ВТ1-0 в

условиях облучения высокоэнергетическими протонами, имитирующего реакторное облучение.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования радиационного роста проведены на образцах титанового сплава ВТ1-0, химический состав которого приведен в табл. 1.

Образцы в виде пластин 35×4×0,4 и 15×4×0,4 мм вырезались из прессованного титанового прутка диаметром 20 мм (сплав ВТ1-0, ОСТ 190173-75) электроискровым способом в продольном и поперечном направлениях прутка соответственно. Затем образцы химически полировали и утоняли до толщины 0,3 мм.

Облучение проводили в ускорителе ВГ-4 ННЦ ХФТИ. Скорость создания радиационных дефектов в титане при облучении протонами с энергией 2 МэВ, оцененная по программе, которая представлена в работе [8], при плотности тока пучка протонов 7 мкА/см² равна 1,2·10⁻⁵ сна/с в слое толщиной 32 мкм. Это позволяет набрать дозу повреждения, эквивалентную облучению в реакторе флюенсом ~ 1·10²¹ нейтр./см² (0,7 сна за сутки). Точность измерения деформации радиационного роста составляла ±2·10⁻⁵.

Для более равномерного облучения протонный пучок формировался молибденовой диафрагмой до размеров 15×4 мм. Образцы крепились к медному блоку 3, охлаждаемому проточной водой (рис. 1). Термический контакт образца с медным блоком осуществлялся с помощью прослойки жидкого галлия. Температура облучения (Т_{обл}) контролировалась хромель-алюмелевой термопарой, погруженной в жидкий галлий. При облучении (Т_{обл} ≈ 200...230 °С) образцы изгибались вследствие радиационного роста, происходящего в поврежденном протонами слое.

Таблица 1

Химический состав сплава

Материал	Содержание примесей, мас.%							
	N	H ₂	O	C	Si	Fe	Al	Ост. примеси
ВТ1-0	0,03	0,010	0,16	0,07	0,1	0,018	0,45	менее 0,3

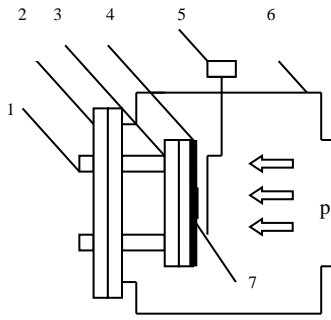


Рис. 1. Схема облучения образцов протонным пучком:
1 – трубки из нержавеющей стали для охлаждения проточной водой; 2 – изолирующая прокладка;
3 – плоский медный блок;
4 – прижимная пластина; 5 – молибденовая диафрагма; 6 – вакуумная камера;
7 – облучаемый образец

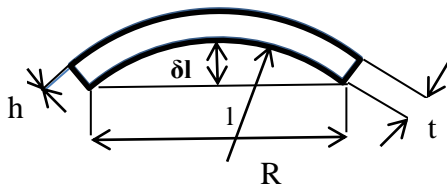


Рис. 2. Схема изменения размеров и формы облученного образца – радиационный рост тонкого, облучаемого протонами слоя вызывает изгиб образца с прогибом δl на длине l (R – радиус кривизны). Для наглядности деформация значительно преувеличена

Размерные изменения, связанные с радиационным ростом поврежденного слоя, могут быть оценены по прогибу облученного образца [9]. Ранее этот метод уже засвидетельствовал свою эффективность и надежность при изучении радиационного роста циркония и его сплавов [9–11].

Напряжение σ в облученной зоне вызвано сдерживанием облученного слоя неповрежденным объемом. Тогда из условия равновесия момент, производимый напряжением σ на поврежденном слое, должен быть равен моменту, обусловленному изменением в кривизне «подложки» [9]. Для случая, когда глубина повреждения h намного меньше, чем толщина образца, имеем:

$$\frac{\sigma h w t}{2} = \frac{E I}{R}, \quad (1)$$

где w – ширина образца; $I = wt/12$ – момент инерции; E – модуль Юнга.

Как видно из рис. 2, существуют следующие геометрические соотношения:

$$R^2 = \left(\frac{l}{2}\right)^2 + (R - \delta l)^2, \quad (2)$$

$$R = \frac{l^2}{8(\delta l)}. \quad (3)$$

Подставляя в формулу (1) выражения (2) и (3), получаем:

$$\frac{\sigma h w t}{2} = \frac{E w t^3 8(\delta l)}{12 l^2} \text{ или } \frac{2E(\delta l)t^2}{3 l^2} = \frac{\sigma h}{2}, \quad (4)$$

отсюда

$$\sigma = \frac{4E(\delta l)t^2}{3 l^2 h}. \quad (5)$$

Используя закон Гука, получаем деформацию поврежденного слоя, вызывающую это напряжение:

$$\varepsilon = \frac{4(\delta l)t^2}{3 l^2 h}. \quad (6)$$

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ экспериментальных данных, относящихся к радиационному росту реакторных материалов, свидетельствует, что наличие текстуры является обязательным условием проявления данного явления [12–14]. Под текстурой в этом случае подразумевается макроанизотропия материала в целом. Она может быть связана не только с анизотропией кристаллографической текстуры или с преимущественной ориентацией кристаллитов в поликристаллическом агрегате (кристаллографическая текстура), но и с другими факторами, например, анизотропией формы зерен или с преимущественной ориентацией вектора Бюргерса элементов дислокационной структуры, формирующейся в процессе изготовления или облучения изделий. Для материалов с относительно низкой симметрией, к числу которых относится и α -титан (ГПУ-решетка), характерной особенностью является тесная связь радиационного роста с кристаллографической текстурой. В этой связи, по аналогии с цирконием и циркониевыми сплавами, также обладающими гексагональной решеткой, для оценки влияния текстуры можно воспользоваться отвечающими этой текстуре индексами роста.

2.1. ТЕКСТУРА И СТРУКТУРА ПРУТКОВ ВТ1-0 В ИСХОДНОМ СОСТОЯНИИ И ИХ РАДИАЦИОННЫЙ РОСТ

Расчет параметров Кернса и индексов роста проводился по обратным полюсным фигурам, построенным на основе рентгенографических съемок, по методике, общепринятой для изделий из Zr-сплавов [15]. Высокоэнергетичными протонами облучались образцы, вырезанные как в поперечном направлении, так и образцы, вырезанные вдоль оси прутка, а также из областей, расположенных на некотором расстоянии по разные стороны от оси прутка.

Результаты исследований деформации радиационного роста образцов в зависимости от времени облучения приведены на рис. 3. Из представленных данных следует, что на «продольных» образцах одной из групп в течение 12 ч облучения радиационный рост полностью отсутствовал, в то время как на образцах другой группы был зафиксирован некоторый радиационный рост. На образцах, вырезанных в поперечном направлении, изменения размеров больше, чем на образцах, вырезанных в продольном направлении. По аналогии с Zr механизм радиационного роста Ti можно объяснить моделями, учитывающими эффекты различия в анизотропии диффузии точечных дефектов DAD (DAD – Diffusional Anisotropy Difference), а также анизотропии в упругом взаимодействии точечных дефектов (вакансий и межузельных атомов) с дефектами кристаллического строения (границами зерен,

дислокациями, дислокационными петлями, кластерами, фазовыми выделениями и пр.) и обусловленное этим кристаллографически определяемое перераспределение точечных дефектов [16].

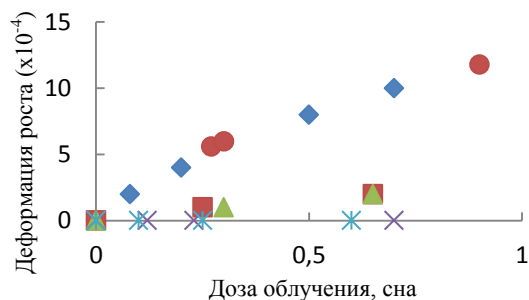


Рис. 3. Изменения размеров образцов VT1-0 со временем облучения: ●, ◆ – образцы вырезаны в поперечном направлении; ×, * – образцы вырезаны в продольном направлении; ▲, ■ – образцы вырезаны в продольном направлении, но на некотором расстоянии от оси прутка. Условия облучения: $E_p = 2 \text{ МэВ}$, $j_p = 7 \text{ мкА/см}^2$, $T_{\text{обл}} = 200...230 \text{ }^\circ\text{C}$

Скорость радиационного роста T_i , составляющая при сравнительно кратковременном облучении (на начальной стадии) $\sim 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/сна}$, соответствует общему характеру дозовой зависимости изменения скорости радиационного роста со временем и согласуется с аналогичными данными по Zr при облучении нейтронами [2].

Естественно связать наблюдаемые различия в скорости радиационного роста с текстурой прутка VT1-0 в исходном состоянии. Съемка текстуры проводилась в направлениях: LD – от плоскости, перпендикулярной оси прутка (поперечное сечение), RD – от плоскости сечения вдоль оси (продольное сечение). На рис. 6а приведены обратные полюсные фигуры в двух направлениях. Как следует из них, в исходном состоянии титановый прутки обладают ярко выраженной аксиальной текстурой типа (0001) – текстура типа Д по Дугласу [17], и относительно низкой текстурой в радиальном направлении.

В табл. 2 приведены результаты расчета фактора анизотропии f – параметра, характеризующего распределение плотности полюсов базисной плоскости в различных направлениях прутка.

Таблица 2

Характеристика текстуры прутка VT1-0 в исходном состоянии

Направление	Текстурный параметр f
LD	0,44
RD	0,27...0,28

Рассчитанные значения текстурного параметра для прутка VT1-0 в исходном состоянии (см. табл. 2) отличаются от значений для квазиизотропного материала, т. е. материала, для которого $f = 1/3$ в любом из направлений.

Характеризуя структурное состояние прутка VT1-0 в исходном состоянии, следует отметить также сравнительно большой разброс значений, который достигает 10% от средних значений текстурного параметра

(см. табл. 2). При определении разброса результатов измерений на однотипных образцах были проведены рентгенографические съемки с торцов двух полуцилиндров одного сечения. Отклонение от среднего значения составило 7%. В этой связи необходимо подчеркнуть, что столь большой разброс значений по достаточно большому количеству полюсов является неожиданным. Это обстоятельство может являться следствием крупнозернистости и кристаллографической неоднородности исследуемых материалов, что сопровождается заметной неоднородностью текстуры по сечению прутка.

Металлографические исследования подтвердили наличие крупнозернистой, рекристаллизованной микроструктуры, отличающейся заметной неоднородностью в различных сечениях прутка в исходном состоянии (рис. 4).

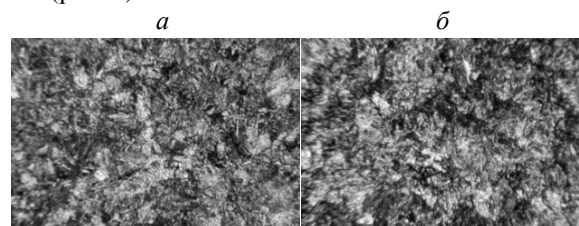


Рис. 4. Микроструктура прессованного прутка из VT1-0 в исходном состоянии ($\times 24$ (а), $\times 42$ (б))

Оценочные съемки в аксиальном направлении с полученным разбросом значений f позволяют предположить, что при выбранной технологии изготовления прутков реализуется «волоконистая» неоднородность, проявляющаяся заметнее по радиусу прутка, чем вдоль его оси. В ХФТИ в течение многих лет проводятся исследования по ограничению радиационного формоизменения циркониевых сплавов методами скоростной высокочастотной термической обработки (СВЧ-термообработка). Эти исследования привели к разработке технологии термомеханической обработки изделий, обеспечивающей создание текстуры, близкой к изотропной. Реакторные испытания таких изделий показали практически полное отсутствие деформации радиационного роста при флюенсе нейтронов вплоть до $10^{23} \text{ нейтр./см}^2$ [18, 19].

Цикл исследований по созданию квазиизотропной структуры в прутках из сплава VT1-0, проведенных в данной работе, схематически приведен на рис. 5.

2.2. ИЗМЕНЕНИЕ ТЕКСТУРЫ ПРУТКОВ ИЗ СПЛАВА VT1-0 ПРИ ДЕФОРМАЦИИ И СВЧ-ОБРАБОТКЕ И ИХ РАДИАЦИОННЫЙ РОСТ (РЕЗУЛЬТАТЫ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

В исходном состоянии прессованные прутки сплава VT1-0 имеют сильно выраженную текстуру с высокой плотностью полюсов {0001} вдоль оси прутков (текстура типа Д) (рис. 6а). Скоростной индукционный нагрев прессованных прутков из сплава VT1-0 до температуры $980 \text{ }^\circ\text{C}$ и последующее охлаждение в водяном душе не приводят к разрушению их текстуры (рис. 6б). К разрушению текстуры прессованных прутков не приводят и скоростной нагрев до температуры $980 \text{ }^\circ\text{C}$ путем пропуска тока и последующее

охлаждение в водяном душе (рис. 6в). Обратные полюсные фигуры для прутка из сплава ВТ1-0, прессованного и затем деформированного волочением при комнатной температуре до $\varnothing 7,6$ мм ($\varepsilon = 85\%$), показаны на рис. 6г. Деформация приводит к выстраиванию базисных полюсов параллельно радиусу прутка. Дальнейшая термообработка деформированного прутка путем скоростного индукционного нагрева до

температуры 980 °С и последующего охлаждения в водяном душе приводит к созданию в прутках из сплава ВТ1-0 квазиизотропной структуры (рис. 6д). Термообработка деформированных прутков из сплава ВТ1-0 в режиме: печной нагрев до температуры 925 °С и последующее охлаждение в воду, не приводит к разрушению его текстуры (рис. 6е).

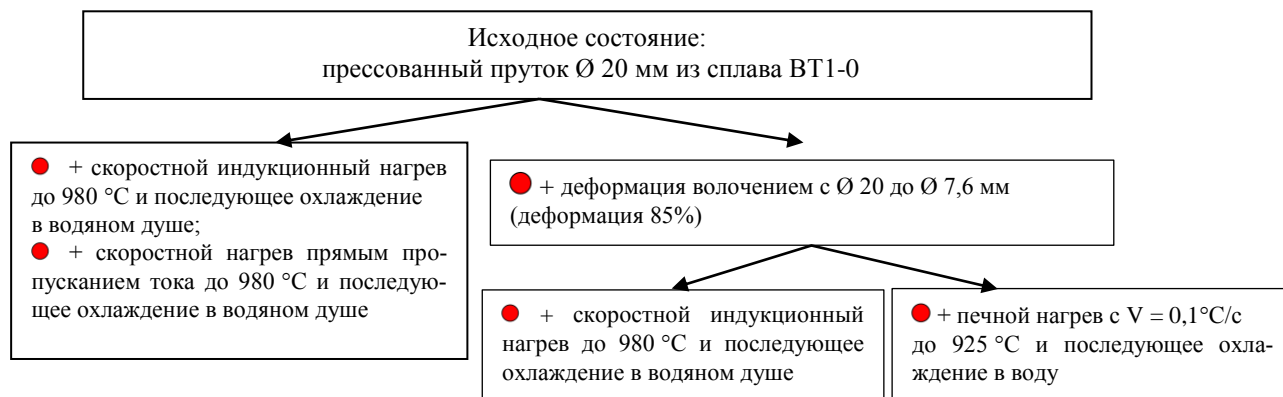


Рис. 5. Схематическое представление режимов термомеханической обработки сплава ВТ1-0 (● – точки проведения исследований)

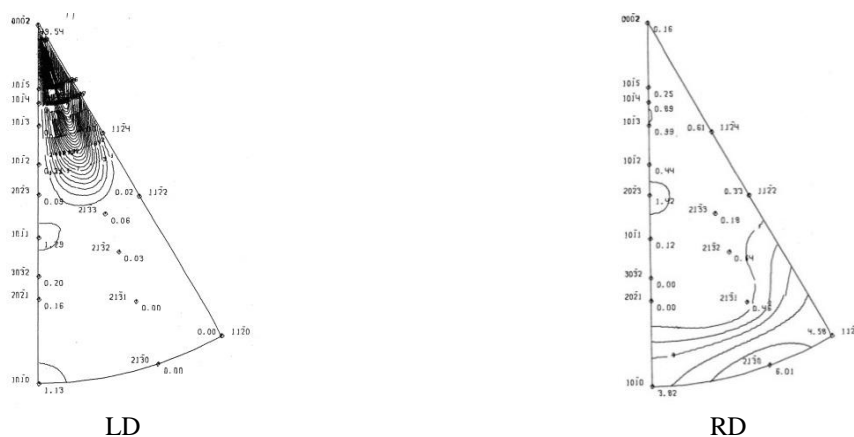


Рис. 6а. Обратные полюсные фигуры для прессованного прутка из сплава ВТ1-0 в исходном состоянии в двух ортогональных направлениях (LD – осевое, RD – радиальное)

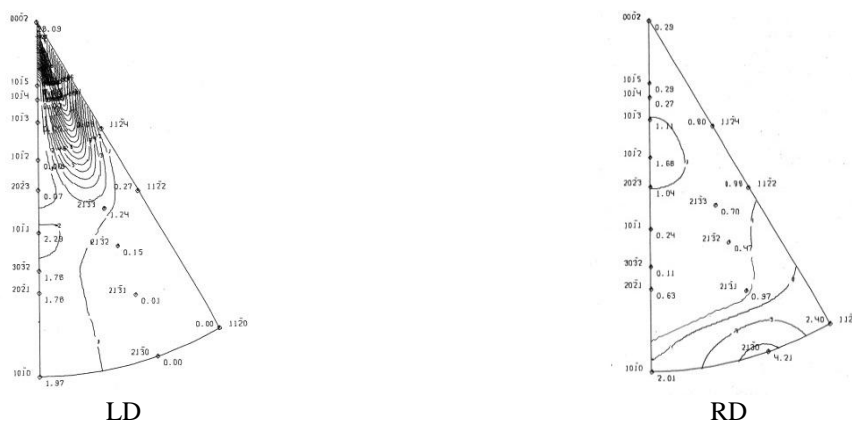
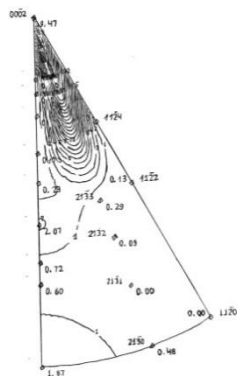
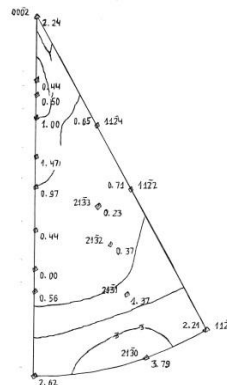


Рис. 6б. Обратные полюсные фигуры для прессованного прутка из сплава ВТ1-0, термообработанного по режиму: скоростной индукционный нагрев до 980 °С и последующее охлаждение в водяном душе, в двух ортогональных направлениях

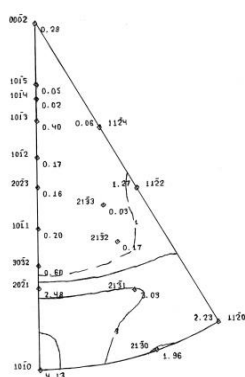


LD

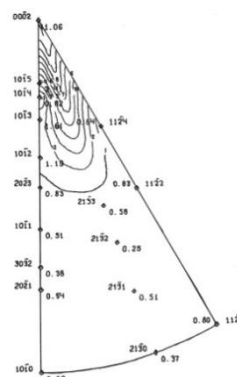


RD

Рис. бв. Обратные полюсные фигуры для прессованного прутка из сплава VT1-0, термообработанного по режиму: скоростной нагрев прямым пропусканием тока до 980 °С и последующее охлаждение в водяном душе, в двух ортогональных направлениях

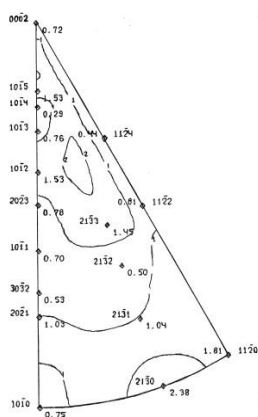


LD

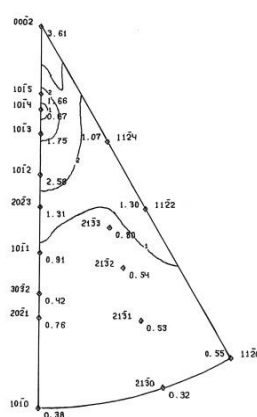


RD

Рис. бг. Обратные полюсные фигуры для прутка из сплава VT1-0, прессованного (Ø 20 мм) и затем деформированного волочением до Ø 7,6 мм ($\epsilon = 85\%$), в двух ортогональных направлениях



LD



RD

Рис. бд. Обратные полюсные фигуры для прутка из сплава VT1-0, прессованного (Ø 20 мм), затем деформированного волочением до Ø 7,6 мм ($\epsilon = 85\%$) и далее термообработанного по режиму: скоростной индукционный нагрев до 980 °С и последующее охлаждение в водяном душе, в двух ортогональных направлениях

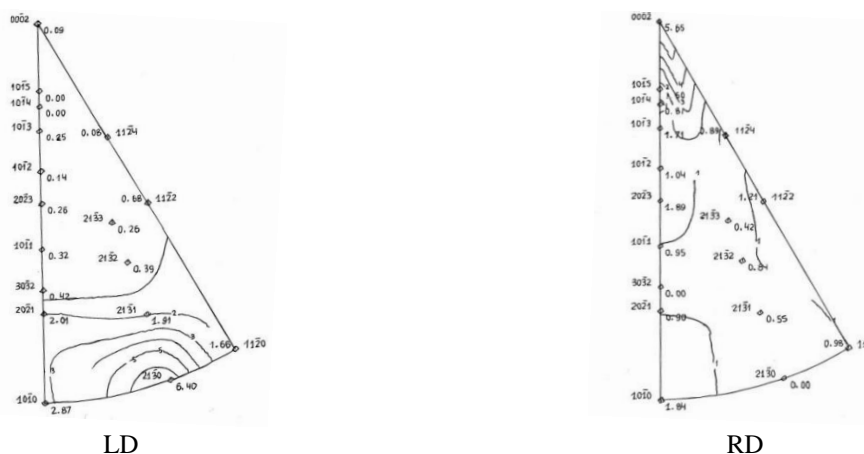


Рис. 6е. Обратные полюсные фигуры для прутка из сплава ВТ1-0, прессованного (\varnothing 20 мм), затем деформированного волочением до \varnothing 7,6 мм ($\epsilon = 85\%$) и далее термообработанного по режиму: печной нагрев со скоростью $V = 0,1$ °C/с до температуры 925 °C и последующее охлаждение в воду, в двух ортогональных направлениях

При термомеханической обработке (деформирование волочением до \varnothing 7,6 мм ($\epsilon = 85\%$), потом быстрый индукционный нагрев до температуры 980 °C и последующее охлаждение в водяном душе) в титановых изделях реализуется квазиизотропная структура, равномерная по длине и сечению титановых прутков. Текстурный параметр в этом случае характеризуется величиной, близкой к 1/3. Образцы, вырезанные из исходного титанового прутка, но предварительно подвергнутые термомеханической обработке, которая разрушает кристаллографическую текстуру, не обнаруживают склонности к радиационному росту в условиях протонного облучения как в продольном, так и в поперечном направлениях (рис. 7).

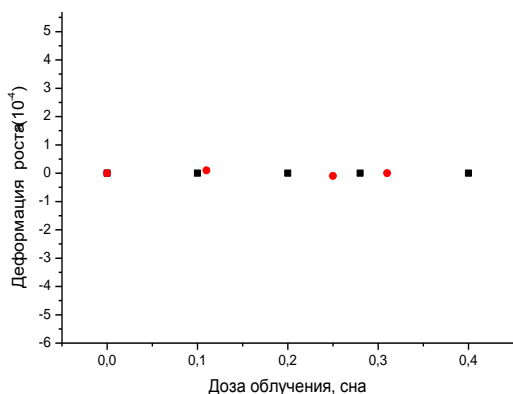


Рис. 7. Размерные изменения в титановом прутке после СВЧ-термообработки, проведенной в ХФТИ, в зависимости от времени облучения: ● – образцы вырезаны в продольном направлении относительно оси прутка (осевое направление); ■ – образцы вырезаны в поперечном направлении относительно оси прутка (радиальное направление).

Параметры облучения: $E_p = 2$ МэВ, $j_p = 7$ мкА/см², $T_{обл} = 200 \dots 230$ °C

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследована деформация радиационного роста прутков из сплава титана ВТ1-0 при протонном облучении до дозы ≈ 1 сна. Радиационный рост наблюдается на образцах с текстурным параметром

Кернса меньше 1/3 и отсутствует на образцах с квазиизотропной текстурой ($f \approx 1/3$).

2. При облучении высокоэнергетичными протонами скорость радиационного роста титанового сплава ВТ1-0 близка к скорости радиационного роста изделий из ГПУ-металлов с аналогичной текстурой при реакторном облучении.

3. Предложена термообработка, позволяющая получить из титанового прутка с ярко выраженной аксиальной текстурой типа (0001) пруток с квазиизотропной текстурой ($f = 1/3$). Показано, что разрушение исходной текстуры путем механической и СВЧ-термообработок приводит практически к полному подавлению эффекта радиационного роста.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.С. Емельянов, А.Е. Евстюхин. *Металлургия ядерного горючего*. М.: «Атомиздат», 1968, с. 62-66.
2. A. Rogerson and R.A. Murgatroud. Irradiation growth in annealed Zr-2,5 wt.% at 353 K // *Journal of Nuclear Materials*. 1979, v. 80, p. 260-266.
3. V.P. Chakin, A.O. Posevin, A.V. Obukhov, P.P. Silantsev. Radiation growth of beryllium // *Journal of Nuclear Materials*. 2009, v. 386-388, p. 206-209.
4. В.В. Рыбин, С.С. Ушков, О.А. Кожевников. Сплавы титана – перспективный материал для атомной энергетики // *Вопросы материаловедения*. 2006, №1(45), с. 159-168.
5. А.М. Паршин, О.Е. Муратов, О.А. Кожевников. О применении титановых сплавов для корпусов водо-водяных реакторов // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»* (86). 2005, №3, с. 179-181.
6. H. Sencer, G.S. Was, M. Sagisaka. Proton irradiation emulation of PWR neutron damage microstructures in solution annealed 304 and cold-worked 316 stainless steels // *Journal of Nuclear Materials*. 2003, v. 323, p. 18-28.
7. G.S. Was, J.T. Busby, T. Allen, E.A. Kenik, A. Jenssen. Emulation of neutron irradiation effects with protons: validation of principle // *Journal of Nuclear Materials*. 2002, v. 300, p. 198-216.

8. В.В. Ганн, О.В. Юдин. Программа расчета стандартных профилей распределения радиационных дефектов по глубине материала, облученного пучком тяжелых ионов // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»* (11). 1979, №3, с. 68-71.
9. T.R. Parson, C.W. Holke. Ion simulation of neutron irradiation growth and creep in Zr and Zr-2,5%Nb at 314 K // *Journal of Nuclear Materials*. 1982, v. 114, p. 103-107.
10. А.А. Зыков, С.П. Клименко, М.Л. Литвиненко, Д.Г. Малыхин, Э.А. Резниченко. Анизотропия радиационной ползучести и радиационный рост аустенитных сталей // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»* (55). 1991, №1, с. 56-62.
11. С.П. Клименко, Э.А. Резниченко. Методика измерения скоростей ползучести путем релаксационных испытаний при облучении на электронных ускорителях // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»* (26). 1983, №3, с. 68-71.
12. Г.П. Кобылянский, В.К. Шамардин. Радиационный рост сплавов циркония при высоких флюенсах нейтронов // *Физика металлов и металловедение*. 1997, т. 84, №6, с. 121-128.
13. А.М. Omar, J.E. Robinson, and D.A. Thompson. 10...16 MeV proton irradiation of iron, zirconium and copper: usochronal anneal measurements // *Journal of Nuclear Materials*. 1979, v. 84, p. 183-195.
14. В.Я. Абрамов, М.В. Аверин и др. Радиационный рост сплава циркония с 2,5% ниобия в интервале температур от 80 до 400 °С // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»* (34). 1985, №1, с. 67-70.
15. Н.М. Роечко, Д.Г. Малыхин. Расчет текстурных характеристик изделий из циркония по данным рентгеновских исследований: Препринт ХФТИ 83-26. Харьков: ХФТИ, 1983, 19 с.
16. С.К. Chow, R.A. Holt, C.H. Woo, and C.B. So. Deformation of zirconium irradiation by 4,4 MeV protons at 347 K // *Journal of Nuclear Materials*. 2004, v. 328, p. 1-8.
17. Д. Дуглас. *Металловедение циркония*. М.: «Атомиздат», 1975, 58 с.
18. А.И. Стукалов. Создание радиационно-стойких структур в циркониевых сплавах // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»* (69). 1998, №3, с. 64-65.
19. А.И. Стукалов, В.М. Грицина, Т.П. Черняева, В.Н. Воеводин, Л.С. Ожигов, Н.И. Рагулина, В.И. Савченко, Д.Г. Малыхин. *Воздействие СВЧ-термообработки на структурное состояние и механические свойства сплава Zr-2,5%Nb*: Препринт ХФТИ 99-1. Харьков: ННЦ ХФТИ, 1999, 56 с.

Статья поступила в редакцию 22.10.2015 г.

РАДІАЦІЙНЕ ЗРОСТАННЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ VT1-0 ПРІ ПРОТОННОМУ ОПРОМІНЕННІ

В.М. Грицина, С.П. Клименко, О.О. Пархоменко, Т.П. Черняева

За допомогою спеціально розробленої методики проведено дослідження радіаційного зростання прутків з титанового сплаву VT1-0 при протонному опроміненні. Встановлено зв'язок розмірних змін, які обумовлені радіаційним зростанням, і текстури. Досліджено вплив різних видів термообробки на текстуру, структуру і радіаційне зростання прутків зі сплаву VT1-0. Показано, що руйнування початкової текстури прутків VT1-0 шляхом механічної та НВЧ-термообробки призводить практично до повного пригнічення радіаційного зростання.

IRRADIATION GROWTH OF TITANIUM ALLOY VT1-0 UNDER PROTON IRRADIATION

V.M. Grytsyna, S.P. Klimenko, A.A. Parkhomenko, T.P. Chernyayeva

A specially developed procedure was used to study the irradiation growth of the rods of titanium alloy VT1-0 under proton irradiation. There was determined the relation between the dimensional changes induced by irradiation growth and the texture. The effect of various types of heat-treatment on the texture, structure and irradiation growth of the VT1-0 rods was studied. It is demonstrated that destruction of the initial texture of VT1-0 rods by the mechanical and microwave heat-treatment results in almost complete suppression of irradiation growth.