

Рисунок 1 - Зависимость комплексного параметра P от скорости коррозии образцов изготовленных из стали Ст3 в морской воде

Список литературы

1. Нестеров Д., Сидорчук М., Миллионщиков В., Беликова Т., Ястребова Н. Коррозия резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов // ТехНадзор. - 2015. - № 11(108). - С. 540 - 541.
2. Михеев, М.Н. Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля / М.Н. Михеев, Э.С. Горкунов. – М.: Наука, 1993. – 250 с. – Текст: непосредственный.
3. Atul Tiwari, Lloyd Hihara, James Rawlins Intelligent Coatings for Corrosion Control. - Butterworth-Heinemann, 2014. – P. 746. – ISBN: 9780124114678.
4. ГОСТ 9.008-85.ЕСЗКС. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости. – М.: Изд-во стандартов, 2004. - 44 с.

ПОЗИТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ДЕФЕКТНОЙ СТРУКТУРЫ СУБМИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА Ti-6Al-4V ПОСЛЕ ВАКУУМНОГО ОТЖИГА

Е.Н. СТЕПАНОВА¹, Ю.С. БОРДУЛЕВ¹, Р.С. ЛАПТЕВ¹

¹ Томский политехнический университет

E-mail: bus@tpu.ru

Известно, что механические свойства металлических материалов можно существенно повысить с помощью формирования в них субмикроструктурного (СМК) состояния методами интенсивной пластической деформации [1]. В то же время известно, что такие материалы характеризуются наличием большого количества дефектов кристаллической структуры различной размерности.

Известно также, что состояние дефектной структуры твердых тел определяет их механические характеристики. Таким образом, понимание эволюции дефектной структуры

СМК материалов при отжиге позволяет делать выводы о механизмах изменения ключевых характеристик конструкционных материалов при подобных воздействиях. Поэтому целью данной работы было исследование влияния отжига на дефектную структуру сплава Ti-6Al-4V со сформированной СМК структурой.

В качестве материала исследования был использован двухфазный ($\alpha+\beta$) титановый сплав Ti-6Al-4V. СМК состояние в сплаве было получено методом прессования со сменой оси деформации и постепенным понижением температуры в диапазоне 1073–823 К. Один цикл состоял из трех прессований. Деформация за одно прессование составляла ~ 40-50%. В результате прессования в сплаве была сформирована однородная СМК структура со средним размером элементов зеренно-субзеренной структуры 0,24 мкм. Для исследования влияния отжига на состояние дефектной структуры были выполнены дорекристаллизационные часовые отжики в диапазоне температур 300-500 °С. В качестве методов исследования дефектной структуры в данной работе был применен метод спектроскопии времени жизни (ВЖ) позитронов.

Зависимость среднего ВЖ позитронов от температуры отжига представлена на рисунке 1. Известно [2], что ВЖ позитронов в материале зависит от распределения электронной плотности в месте аннигиляции. Будучи захваченным дефектной областью, позитрон аннигилирует в месте с пониженной электронной плотностью, что увеличивает его ВЖ и отражается на экспериментальных спектрах.

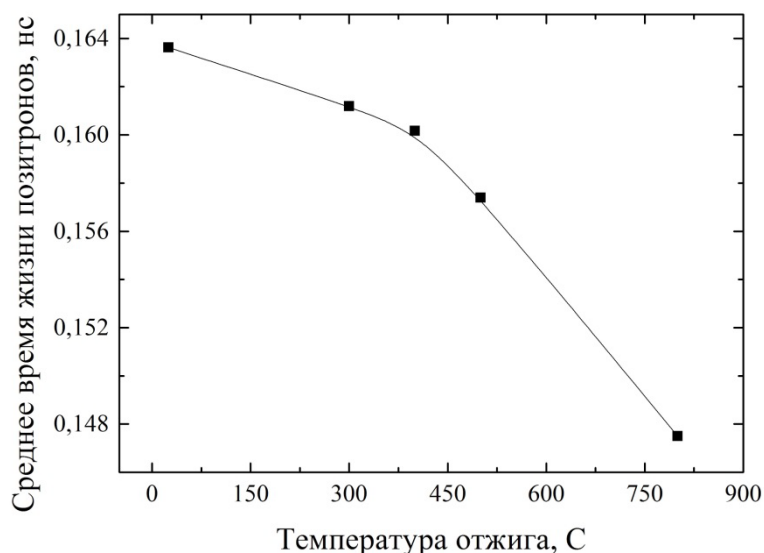


Рисунок 1 - Зависимость среднего ВЖ позитронов от температуры отжига образцов

Из представленных данных, рисунок 1, видно, что с увеличением температуры отжига, среднее ВЖ снижается. Это свидетельствует о снижении дефектности материала. При температуре отжига 800 °С среднее ВЖ позитронов составляет величину 147 пс. Данное значение соответствует ВЖ позитронов в бездефектной решетке титана (143-152 пс) [3]. Из этого можно заключить, что подобная обработка приводит к полной рекристаллизации СМК структуры сплава Ti-6Al-4V и отжигу дефектов.

Математическое разложение спектров ВЖ позитронов на три экспоненциальные компоненты показало, что в данном материале позитрон существует в следующих состояниях: локализация в дивакансиях (с ВЖ 264 пс [4]), дислокациях (161 пс [3]) и делокализованном состоянии в бездефектной решетке (147 пс). Динамика изменения интенсивностей первых двух компонент представлена на рисунке 2.

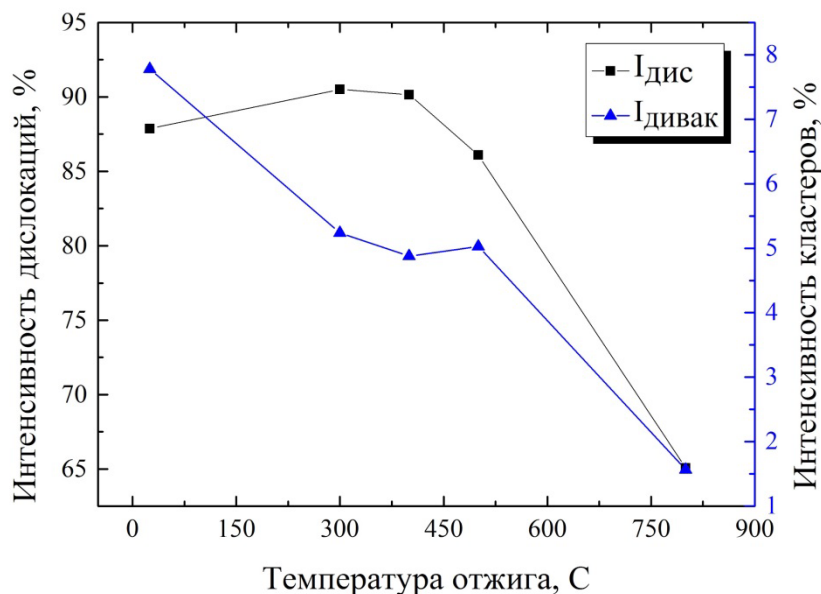


Рисунок 2 - Зависимость относительных интенсивностей дефектных компоненты спектров ВЖ позитронов от температуры отжига

Интенсивность экспоненциальной компоненты прямо пропорциональна концентрации дефектов соответствующего типа. Из представленных данных видно, что подавляющая часть позитронов (85 – 90 %) захватывается в дислокациях. Интенсивность данной компоненты начинает снижаться после отжига при температурах выше 400 °С. В то же время, уже после часового отжига при 300 °С наблюдается резкое снижение величины интенсивности дивакансий с 8 до 5 % и для отжигов в диапазоне температур 300-500 °С эта величина остается примерно постоянной. Дальнейшее сильное снижение наблюдается только после отжига при 800 °С.

Таким образом, в ходе проведенного исследования была показана эволюция дефектной структуры СМК сплава Ti-6Al-4V после часовых отжигов в диапазоне температур (300 - 800) °С. Определены основные типы дефектов, присутствующих в материале, их вклад в захват позитронов а также относительное изменение их концентраций.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Государственного задания «Наука» в рамках научного проекта № FSWW-2020-0017.

Список литературы

1. Koch C.C., Langdon T.G., Lavernia E.J. Bulk Nanostructured Materials // Metall. Mat. Trans. A. – 2017. – № 48. – С. 5181–5199.
2. Krause-Rehberg R., Leipner H.S. Positron Annihilation in Semiconductors. – Berlin: Springer-Verlag, 1999. – 383 с.
3. Nancheva N.M., Saarinen K., Popov G.S. Positron Annihilation in Shock Loaded Titanium // Phys. Stat. sol. (a). – 1986. – № 95. – С. 531.
4. Čížek J., Melikhova O., Barnovská Z., Procházka I., Islamgaliev R.K. Vacancy clusters in ultra fine grained metals prepared by severe plastic deformation // Journal of Physics: Conference Series. – 2013. – № 443. – С. 012008.