

ПРОНИКНОВЕНИЯ ВОДОРОДА В ТИТАН ИЗ СРЕД РАЗНОГО АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ

ЧжанТяньюань, ЕрхатДуалетханов

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н, Н.Н. Никитенков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: greatwizard@yeah.net

HYDROGEN PENETRATION INTO TITANIUM FROM ENVIRONMENT IN DIFFERENT STATES

Zhang Tianyuan, Erhat Dualetkhanov

Scientific adviser: Professor, Doctor of physical-mathematical sciences, N.N. Nikitenkov

National Research Tomsk Polytechnic University,

Russia, Tomsk, Lenin Avenue, 30, 634050

E-mail: greatwizard@yeah.net

Abstract. *In this paper, the accumulation of hydrogen in titanium from media of different aggregate states is considered, since the accumulation of hydrogen in structural and functional materials, which ultimately can lead to the destruction of structures, essentially depends on the environments in which these structures operate. Obtained: electrolytic and plasma saturation is characterized by hydrogen entrapment by low-temperature traps with weak binding energy (point defects and their complexes, vacancies and their complexes, etc. The method of Siwerst is characterized by capture of high-temperature traps (microcracks of microcracks, intergranular boundaries, etc.).*

Введение. В данной работе рассматривается накопление водорода в титане из сред разного агрегатного состояния, поскольку накопление водорода в конструкционных и функциональных материалах, которое, в конечном счете, может приводить к разрушению конструкций, существенно зависит от того, в каких средах эти конструкции функционируют [1, 2].

Материалы и методы исследования. В качестве сред разного агрегатного состояния использовались жидкость (электролит), газ (водород повышенных давления и температуре) и плазма высокочастотного разряда (ВЧР).

Образцы титана, размером 20×5×1 мм вырезались из пластины титана ВТ-1 в состоянии поставки. Образцы шлифовались, полировались, обезжиривались ацетоном и промывались в деионизованной воде. После чего насыщались водородом 3-мя методами. Параметры насыщения каждым методом были следующие.

При электролитическом насыщении образцов титана в качестве электролита использовался 1М раствор H₂SO₄ на основе дистиллированной воды [3]. Насыщение проводилось в течении 120 мин. при плотности тока $J = 0,56 \text{ A / cm}^2$.

Параметры режима насыщения из газовой среды (методом Сиверста): температура образца $T = 400^\circ \text{ C}$, давление $P = 2 \text{ атм.}$, Время насыщения $t = 2 \text{ часа}$.

Параметры режима насыщения из плазмы: температура образца $T = 150^\circ \text{ C}$, давление в камере насыщения $P = 3 \cdot 10^{-1} \text{ торр}$, время насыщения $t = 80 \text{ мин}$.

Указанные режимы выбраны на более ранних стадиях работы, исходя из критерия различия интенсивностей ТСГВ не более, чем на порядок, при насыщении одних и тех образцов тремя рассматриваемыми методами.

Для исследований использованы методы термостимулированной десорбции (который, по известным причинам мы называем методом термостимулированного газовыделения) [4] и анализатор водорода RHEN602 [5].

Результаты и обсуждение. На рисунках 1–3 приведены спектры ТСГВ, полученные после насыщения образцов титана 3-мя методами с описанными параметрами.

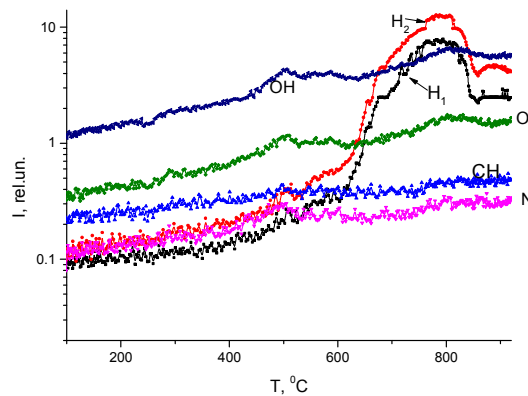


Рис.1. Спектры термостимулированного газовыделения (ТСВВ) изобразцов титана, насыщенного в электролите

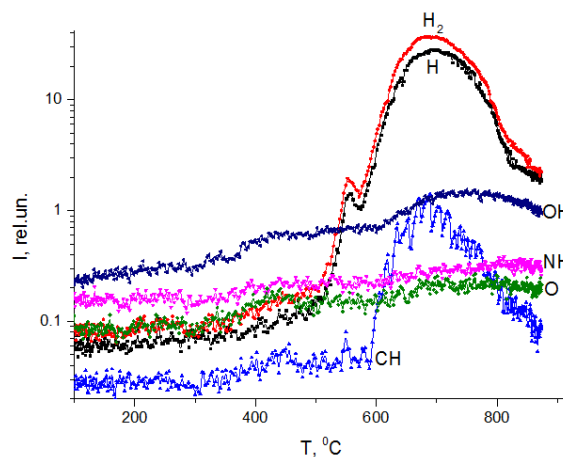


Рис. 2. Спектры термостимулированного выделения водорода (ТСВВ) из образцов титана, насыщенного методами Сиверст

Из сравнения рис. 1–3 видно, выходы водорода относительно выходов других газов, в том числе водород содержащих, существенно различаются в зависимости от метода (среды) из которых производилось насыщение образцов. Интегральные выходы, полученные интегрированием в программе ORIGIN 9. Pro представленных на рис. 1–3 зависимостей и сравнение их с содержанием водорода в образцах, полученного анализатором RHEN602 позволяет сделать следующие выводы (стр. 3).

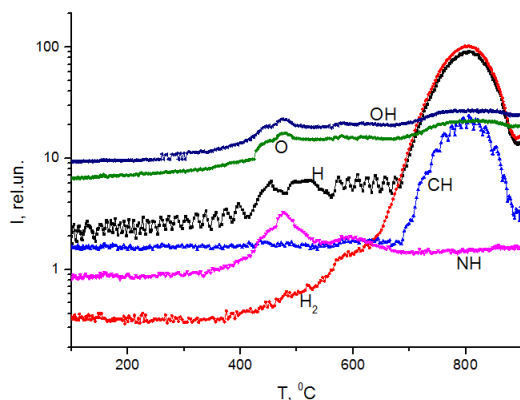


Рис. 3. ТСГВН₂ O и других водород содержащих молекул образцов титана, насыщенного в водородной плазме ВЧР

Выводы

1. Процесс накопления водорода в образцах титана существенно зависит от способа введения водорода и от среды, в которой осуществляется насыщение.
2. В спектрах ТСГВ наблюдается наименьшее из трех методов содержание водородсодержащих молекул CH, NH, и кислорода O, OH при насыщении методом Сиверста.
3. Ловушки водорода, создающиеся при насыщении из плазмы и электролита имеют одинаковую природу, отличающуюся от создающихся при насыщении методом Сиверста.
4. Для электролитического и плазменного насыщения характерен захват водорода низкотемпературными ловушками со слабой энергией связи (точечные дефекты и их комплексы, вакансии и их комплексы, дислокации и их различными модификациями, а также межзеренные границы и примесные атомы и др.).
5. Для метода Сиверста характерен захват на высокотемпературные ловушки (микропоры и микротрещины, межзеренные границы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сыпченко В.С. Диссертация канд физ.-мат.-наук. 2015. -130 с.
2. Никитенков Н.Н., Хашхаш А.М., Сигфуссон Т.И., Кудрявцева Е.Н., Т.В. Смекалина, В.Д. Хоружий, В.С. Сыпченко, Тюрин Ю.И., Чернов И.П. Исследование особенностей поглощения водорода сталью 12Х12М1БФР при электролитическом, плазменном и высокотемпературном под давлением способах насыщения // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 318. – № 2. – С. 97–100.
3. Никитенков Н.Н., Тюрин Ю.И., Чернов И.П. и др. Исследования накопления водорода в циркониевом сплаве методом термостимулированного газовыделения // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 4. – С. 52–55.
4. Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности. М., Мир, 1989.
5. Определение общего и поверхностного водорода методом плавления в атмосфере инертного газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.leco-europe.com/product/rhen602/>