

УДК 538.971

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ДЕСОРБЦИЮ ВОДОРОДА ИЗ ПАЛЛАДИЯЯн Вэньсинь

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. В.С. Сыпченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: 358488868@qq.com**THE EFFECT OF THE MAGNETIC FIELD ON THE DESORPTION OF HYDROGEN FROM PALLADIUM**Yang Wenxin

Scientific Supervisor: Asso. Prof., Ph.D. V.S. Sypchenko

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: 358488868@qq.com

Abstract. *In this study, the effect of the magnetic field on the desorbed of hydrogen from palladium was studied. When an alternating magnetic field is used, the maximum temperature changes to a lower temperature area. When a constant magnetic field is used, the maximum temperature changes to a higher temperature area.*

Введение. Поведение водорода в металлах в настоящее время становится важным вопросом на стыке физики и химии. Палладий обладает большим потенциалом в качестве материала для накопления и очистки водорода [1]. Согласно теоретическим данным [2], наличие магнитного поля определяет направление квантового магнитного спина системы, который в свою очередь, упорядоченное состояние системы, что способствует проникновению водорода в металлическую матрицу и его выходу из нее. Следовательно, изучение влияния магнитного поля на десорбцию водорода из палладия может найти благоприятные условия для десорбции водорода, что позволяет дополнительно изучить применимость металл-водородных систем.

Целью настоящей работы является исследование влияние магнитного поля на десорбцию водорода из палладия.

Экспериментальная часть. В качестве объекта исследования палладий, режимы насыщения и характеристики образца приведены в таблице 1.

Таблица 1

Данные образца

Образец	Размер образца S (мм ³)	Электролит
Палладий Pd 99	11,2×3,8×0,11	H ₂ SO ₄ (1M)
Сила тока электролиза I (А)	Времена насыщения водорода t (мин)	Плотность тока $J=I/S$ (мА/см ²)
0,5	30	565,5

Сначала требуется электролитическое насыщение водородом. Образец действует как катод. Под действием приложенного тока электроны перемещаются к аноду, а ионы водорода (положительные ионы) в растворе электролита перемещаются к катоду и “растворяются” в катоде (образец палладия) для достижения цели насыщения образца водородом.

Установка, используемое для исследования процесса термостимулированного получения водорода, была разработана сотрудниками ТПУ [3]. Экспериментальное устройство представляет собой автоматизированную систему. Компьютерная программа может автоматически записывать основной процесс и фокусироваться на линейном нагреве образца при температуре. В то же время, термопара использует масс-спектрометр для записи данных о температуре и выделении газа.

Для создания однородное магнитное поля использовались две коаксиальные катушку (катушкой Гельмгольца). Наличие такой системы позволяло создавать и поддерживать однородное поле на протяжении всего эксперимента. Зная параметры катушек, можно рассчитать величину магнитной индукции по формуле:

$$B = 1,892 \cdot I \text{ (мТл)}$$

Таким образом изменяя силу тока I в контуре можно изменять величину магнитной индукции, что и проводилось в данной работе. Значения рассчитанных значений магнитной индукции приведены в таблице 2.

Таблица 2

Взаимосвязь между силой тока и интенсивностью магнитной индукции

$I \text{ (A)}$	0	0,5	1	1,5	2
$B \text{ (мТл)}$	0	0,946	1,892	2,838	3,784

Результаты. На рисунке рис. 1(а) показана десорбция водорода из палладия под действием переменного магнитного поля. Результаты эксперимента показывают, что в процессе десорбции водорода из палладия при воздействии переменного магнитного поля наблюдается сдвиг температурного максимума в область более низких температур. На рисунке рис. 1(б) показана десорбция водорода из палладия под действием постоянного магнитного поля. Результаты эксперимента показывают, что в процессе десорбции водорода из палладия при воздействии постоянного магнитного поля наблюдается сдвиг температурного максимума в область более высоких температур.

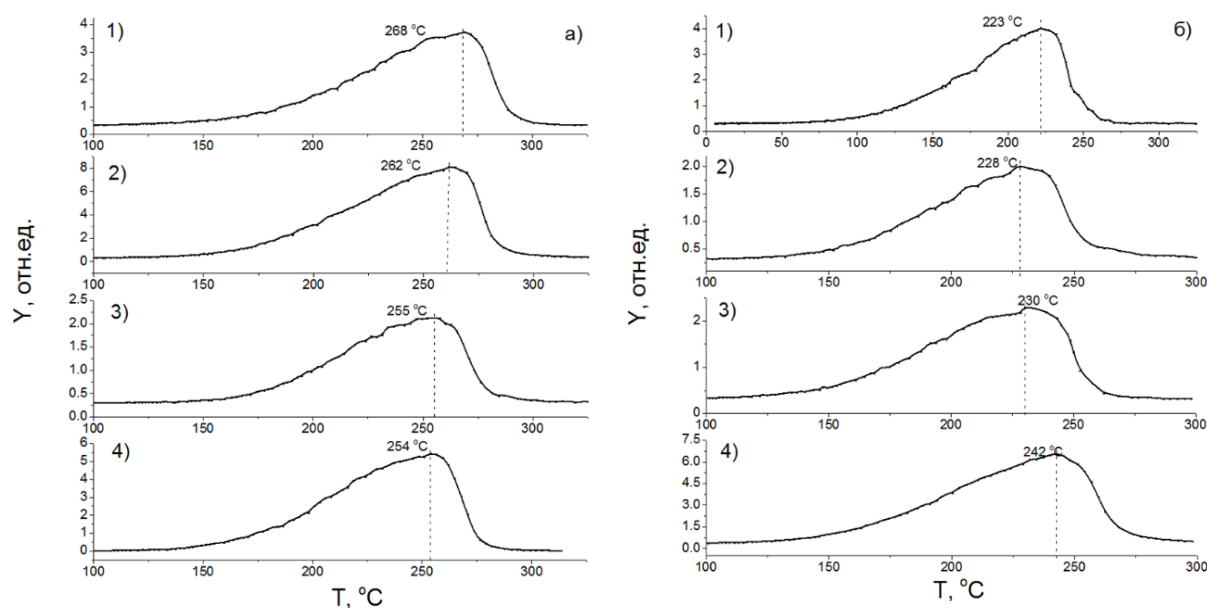


Рис. 1. Термодесорбционные спектры водорода из Pd при переменном и постоянном магнитном поле:

а) – Десорбция водорода в переменном магнитном поле, б) – Десорбция водорода в постоянном магнитном поле, где 1) – $B = 0,946 \text{ мТл}$, 2) – $B = 1,892 \text{ мТл}$, 3) – $B = 2,838 \text{ мТл}$, 4) – $B = 3,784 \text{ мТл}$

По сравнению с отсутствием магнитного поля (рис. 2) постоянное магнитное поле способствует процессу десорбции водорода из палладия, в то время как переменное магнитное поле оказывает незначительное влияние на десорбцию водорода из палладия.

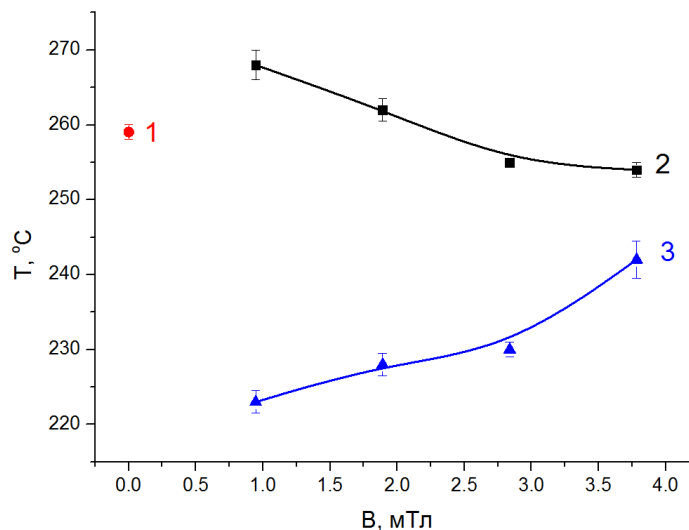


Рис. 2. Зависимость между интенсивностью магнитной индукции и пиковой температурой:

1 – без магнитного поля, 2 – с переменным магнитным полем, 3 – с постоянным магнитным полем

Заключение. В результате показаны следующие выводы: в процессе десорбции водорода из палладия при воздействии переменного магнитного поля наблюдается сдвиг температурного максимума в область более низких температур; в процессе десорбции водорода из палладия при воздействии постоянного магнитного поля наблюдается сдвиг температурного максимума в область более высоких температур. На основании полученных выводов можно заключить, что по мере увеличения интенсивности магнитной индукции переменное магнитное поле способствует выходу водорода из палладия, в то время как постоянное магнитное поле препятствует его выходу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Das P., Lee Y.S., Lee S.C., Bhattacharjee S. (2022). A new palladium alloy with near-ideal hydrogen storage performance. arXiv preprint arXiv:2207.05330, pp. 1-14.
2. Belkhiria S., Briki C., Dhaou M.H., Jemni A. (2020). Experimental study of a metal ehydrogen reactor's behavior under the action of an external magnetostatic field during absorption and desorption. Int J Hydrogen Energy, no. 45 (7), pp. 4673-4684.
3. Хашхаш А.М. Исследование поведения водорода в нержавеющей стали при температурном и радиационном воздействии: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Томск, 2010. – 19 с.