

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВОДОРОДА СО СФЕРИЧЕСКИМИ ЧАСТИЦАМИ СПЛАВА ТИПА VT5-1

Фокин В.Н., Фокина Э.Э., Торбов В.И., Тарасов Б.П.*, Шилкин С.П., Андриевский Р.А.

Институт проблем химической физики Российской академии наук,
г. Черноголовка, Московская область, проспект академика Семенова, 1,

Российская Федерация, 142432

* Факс 7(096)5155420 E-mail: btarasov@icp.ac.ru

Введение

Титан и его сплавы находят широкое применение в науке и технике. При повышенных температурах они активно реагируют с газовыми примесями, присутствующими в атмосфере, образуя при этом ряд твердых растворов и фаз внедрения, которые существенно изменяют первоначальные физико-химические и физико-механические свойства исходных сплавов. Так, в случае с водородом происходит охрупчивание титан-содержащих сплавов. В литературе имеется ряд теоретических и экспериментальных работ, описывающих влияние водорода на процессы гидрирования и хрупкого разрушения различных металлов и сплавов, например [1–4].

В настоящей работе представлены экспериментальные данные о взаимодействии водорода под давлением 1–6 МПа при температурах 773–973 К со сферическими частицами сплава на основе титана типа VT5-1.

Результаты и обсуждение

В качестве модельного объекта были использованы сферические частицы сплава диаметром 0,1, 0,4, 0,6 и 0,8 мм. По данным химического и микрорентгеноспектрального анализов сферические частицы сплава VT5-1 содержали 92,05 масс. % Ti, 4,52 масс. % Al и 3,43 масс. % Sn. По результатам рентгенофазового анализа исходный сплав гомогенен и представляет собой твердый раствор алюминия и олова в α -титане, кристаллизующийся в гексагональной сингонии с параметрами решетки: $a = 0,2959 \pm 0,0002$ нм, $c = 0,4670 \pm 0,0003$ нм.

Взаимодействие сплавов с водородом осуществляли в лабораторной установке высокого давления с предварительным дегазированием образцов в вакууме при 523 К в течение 1 ч.

Гидрирование сферических частиц сплава VT5-1 протекает без индукционного периода при 793 К с экзотермическим эффектом, в результате чего температура в реакторе повышается до 820 К. Содержание водорода в продуктах гидрирования отвечает составу $Ti(Al,Sn)H_{1,8}$. На дифрактограммах продуктов

гидрирования наблюдаются рефлексы только

дигидрида титана с периодом кристаллической решетки $a = 0,4434\text{--}0,4437$ нм (для $TiH_{1,92}$ $a = 0,4448$ нм). Уменьшение диаметра частиц сплава приводит к заметному снижению времени насыщения образцов водородом: с 4 ч при диаметре частиц 0,8 мм до 10 мин при диаметре частиц 0,1 мм.

На рисунке представлены микрофотографии сферических частиц сплава VT5-1 диаметром 0,6 мм в исходном состоянии (а) и после проведения одного (б), пяти (в) и десяти (г) циклов сорбции–десорбции водорода.

Установлено, что уже после первого цикла сорбции–десорбции водорода около 90% частиц исходного сплава покрываются трещинами, после 5 циклов – 100%. С увеличением количества циклов (от 1-ого к 10-ому) происходит также одновременное углубление трещин и разломов. Как правило, процесс гидрирования и сопутствующее ему явление образования трещин связаны с дефектами – раковинами и разломами – поверхности исходных образцов. Аналогичная картина наблюдается и для других размеров сферических частиц сплава VT5-1.

Гидрирование частиц сплава VT5-1 в жестких условиях – при температуре 973 К и давлении водорода до 6 МПа – не приводит к увеличению содержания водорода в сплаве: оно остается прежним и соответствует составу $Ti(Al,Sn)H_{1,8}$.

Для исходного сплава указанного выше состава и продуктов гидрирования измерены величины микротвердости (при нагрузке $P = 50$ г), которые оказались равными (337 ± 50) и (565 ± 51) кг/мм², соответственно.

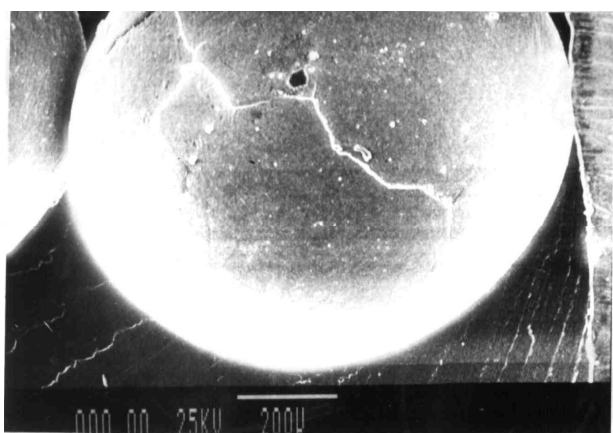
Термическая стабильность прогидрированных продуктов $Ti(Al,Sn)H_{1,8}$ ниже стабильности гидрида титана. На термогравиаграммах образцов наблюдаются три эндотермических эффекта, причем ~20% поглощенного водорода выделяется уже при 783 К и 823 К, а остальная часть водорода – при 900 К.

Выводы

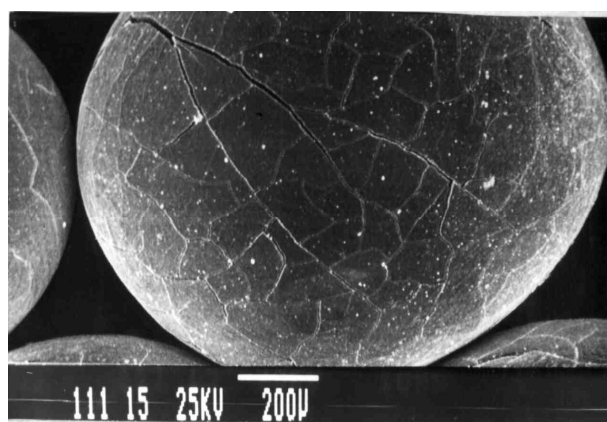
Изучено взаимодействие водорода со сферическими частицами сплава типа BT5-1, содержащего 92.05 масс. % Ti, 4.52 масс. % Al и 3.43 масс. % Sn, с диаметрами частиц 0.1, 0.4, 0.6 и 0.8 мм при температурах 820–973 К и давлении 1–6 МПа. Показано, что сплав обладает более низкой абсорбционной емкостью по водороду по сравнению с титаном, а термическая стабильность прогидрированных сплавов существенно ниже стабильности дигидрида титана.

Литература

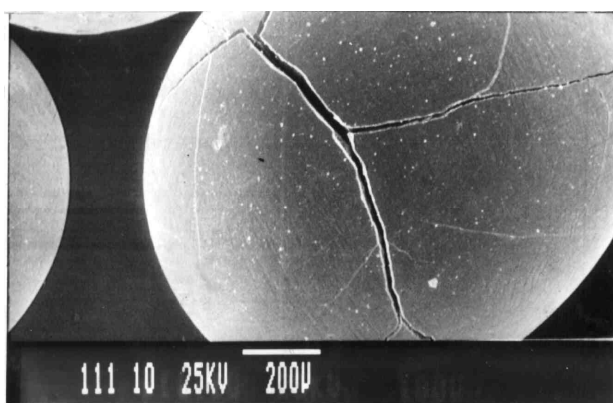
1. Корнев В.М. Ж. прикл. механики и техн. физ., 1998;39(3):173–178.
2. Устинов В.С., Олесов Ю.Г., Дрозденко В.А., Антипин Л.Н. Порошковая металлургия титана. М.: Металлургия, 1981. 247 с.
3. Андриевский Р.А. Материаловедение гидридов. М.: Металлургия, 1986. 129 с.
4. Лавренко В.А., Антонова М.М., Шемет В.Ж. Кинетика процессов в гидридных системах. Киев: Наукова думка, 1992. 188 с.



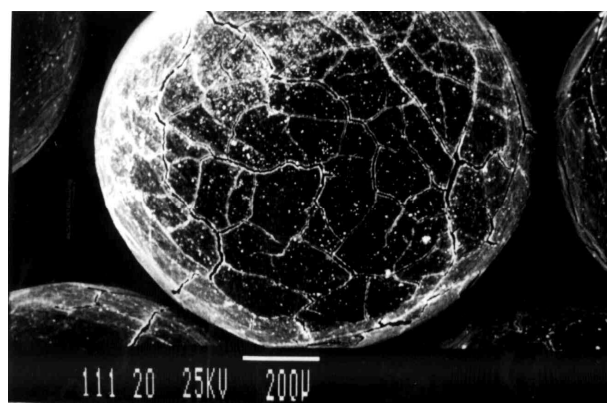
а)



б)



в)



г)

Рис. Микрофотографии сферических частиц сплава BT5-1 диаметром 0.6 мм в исходном состоянии (а) и после проведения одного (б), пяти (в) и десяти (г) циклов сорбции-десорбции водорода (увеличение $\times 75$).