

ПОЛУЧЕНИЕ ТОЧЕЧНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ЧАСТИЦАХ ГИДРИДООБРАЗУЮЩИХ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ

**Слысь И.Г., Березанская В.И., Щур Д.В., Загинайченко С.Ю.,
Рогозинская А.А., Адеев В.М., Золотаренко А.Д.** ⁽¹⁾

Институт проблем материаловедения НАН Украины, Киев, 03142 Украина

⁽¹⁾Национальный Технический Университет Украины "КПИ", Киев, пр. Победы 37

ВВЕДЕНИЕ

Образование гидридов в интерметаллидах приводит к увеличению удельного объема решетки на ~25 %, что приводит к разрушению конгломератов или зерна интерметаллида и образованию дисперсных порошков. Такие порошковые массы имеют очень низкую теплопроводность, а мелкие поры создают существенное сопротивление потоку водорода. Это приводит к значительному ухудшению основных кинетических характеристик сорбции-десорбции, поскольку скорость прямой (экзотермической) и обратной (эндотермической) реакции непосредственно связана со скоростью отвода тепла и водорода. Кроме того, миграция высокодисперсного порошка под действием потока водорода, может вызывать его локальное уплотнение. Из-за больших объемных изменений при гидрировании плотных масс порошка может происходить разрушение оболочки контейнера.

Эти проблемы решаются созданием композиционных материалов, которые в большей степени лишены указанных недостатков [1]. Материалы состоят из частиц порошка интерметаллидной фазы и прослоек матричной связующей фазы из веществ, инертных по отношению к водороду.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Известен способ создания микрокапсулированных композиционных материалов на основе LaNi_5 и TiFe с использованием медной и никелевой связок [2-4]. Он состоит в том, что порошок интерметаллида (~20 мкм) химическим путем покрывается слоем меди или никелем толщиной до 5 мкм. Содержание связки в этом случае достигает 50 мас. %. Прессовки при гидрировании увеличивались в объеме на 2 % и без разрушений выдерживают до 5000 циклов. Следует отметить, что уже в процессе нанесения покрытия частицы LaNi_5 частично окисляются, что приводит к снижению водородоемкости самого LaNi_5 на 30%. После 5000 циклов водородоемкость снижается еще вдвое.

При расчете таких композиционных систем важным является знание водородоемкости композита (на 1 см^3). Увеличить удельную водородоемкость материала можно снижая количество металлической связки.

Это можно сделать в том случае, если пленка на поверхности интерметаллидных частиц будет не сплошной, а прерывистой.

Для модельного эксперимента были взяты порошки интерметаллида Fe_2Zr крупностью – 50 мкм и смесь наночастиц никеля с инертным легкоиспаряемым наполнителем.

Необходимо подчеркнуть, что совместное введение наночастиц никеля и инертного наполнителя позволило упростить технологические операции приготовления композита – прессования, измерения и взвешивания образцов и т. д., непосредственно на воздухе без следов окисления или возгорания высокодисперсных порошков.

Полученную смесь интерметаллида Fe_2Zr с наночастицами никеля и наполнителя прессовали в образцы диаметром 10-13 мм. Смесь и образцы из нее подвергали термообработке в токе водорода при температурах 300, 400 и 500 °С в течение 2,5 часов. Время нагрева до температуры термообработки не превышало 3 часов.

Установлено, что исходный порошок состоит из основной фазы Fe_2Zr кубической сингонии с периодом $a=7,065 \text{ \AA}$ и объемом элементарной ячейки $V=352,64 \text{ \AA}^3$. На дифрактограмме порошка и прессовок, подвергнутых химикотермической обработке обнаружены линии Ni (табл. 1).

Период решетки и объем элементарной ячейки спрессованного образца Fe_2Zr и исходного порошка, подвергнутых химико-термической обработке при одной и той же температуре, идентичны.

Обращает на себя внимание тот факт, что с ростом температуры химикотермической обработки растет период решетки и объем элементарной ячейки Fe_2Zr , но сохраняются линии никеля (табл. 1).

ВЫВОДЫ

Исследование исходного порошка интерметаллида Fe_2Zr и прошедшего химикотермическую обработку (покрытие наночастицами Ni) с помощью Оже-спектрометра JAMP-10S позволило установить, что в спектре покрытого порошка появляются линии Ni. При этом, интенсивность линий Ni от частицы к частице отличается на несколько порядков, что свидетельствует о неравномерном точечном

распределении конгломератов наночастиц Ni на поверхности интерметаллида Fe₂Zr.

ЛИТЕРАТУРА

- Schur DV, Lavrenko VA, Adejev VM, Kirjakova IE; Studies of the hydride formation mechanism in metals, International journal of hydrogen energy, 19, 3, 265-268, 1994, Elsevier
- Matysina ZA, Zaginaichenko SYu, Schur DV; Hydrogen solubility in alloys under pressure, International journal of hydrogen energy, 21, 11, 1085-1089, 1996, Pergamon
- Schur DV, Lyashenko AA, Adejev VM, Voitovich VB, Zaginaichenko S Yu; Niobium as a construction material for a hydrogen energy system, International journal of hydrogen energy, 20, 5, 405-407, 1995, Elsevier
- Трефилов ВИ, Лавренко ВА, Щур ДВ, Нищенко ММ, Тикуш ВЛ, Морозова РА; Одно- и трехстадийное гидрирование сплавов цирконий-железо, Доклады АН УССР сер. А. физ-мат и техн. науки, 6, 21-24, 1987
- Щур ДВ, Нищенко ММ, Лавренко ВА, Тикуш ВЛ; Исследование неоднородных гидрированных сплавов Zr-1% ат. % 5/Fe методом гамма резонансной спектроскопии, Металлофизика, 10, 21-24, 1988
- Schur DV, Trefilov VI, Pishuk VK, Zaginaichenko SYu; Investigation of metal-hydrogen systems for the purpose of their use for hydrogen storage, Proceedings of the Second int. Symposium on New Materials for Fuel Cell and Modern Battery Systems, Montreal (Quebec), Canada, 601-609, 1997
- Trefilov VI, Schur DV, Pishuk VK, Zaginaichenko SYu; The behaviour of zirconium as a material for energy storage, Proceedings of Florence World Energy Research Symposium (FLOWERS 97) Clean Energy for the New Century, Florence, Italy, 487-494, 1997
- Tarasov BP, Shul'ga Yu M, Fokin VN, Vasilets VN, Shul'ga NYu, Schur DV, Yartys VA; Deuterofullerene C 60 D 24 studied by XRD, IR and XPS, Journal of alloys and compounds, 314, 1, 296-300, 2001, Elsevier
- Tarasov BP, Fokin VN, Moravsky AP, Shul'ga Yu M, Yartys VA, Schur DV; Promotion of fullerene hydride synthesis by intermetallic compounds, HYDROGEN ENERGY PROGRESS, 2, 1221-1230, 1998
- Schur DV, Lavrenko VA; Studies of titanium-hydrogen plasma interaction, Vacuum, 44, 9, 897-898, 1993, Elsevier
- Schur DV, Pishuk VK, Zaginaichenko SY, Adejev VM, Voitovich VB; Phase transformations in metals hydrides, Hydrogen energy progress, 2, 1235-1244, 1996, UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA
- Shul'ga YuM, Martunenko VM, Baskakov SA, Skokan EV, Arkhangelskii IV, Schur DV, Pomytkin AP; Preparing of fullerites by the method of fullerenes precipitation by alcohols from toluene solutions, Doklady AN, 363, 494, 1998,
- Zaginaichenko S Yu, Matysina ZA, Schur DV; The influence of nitrogen, oxygen, carbon, boron, silicon and phosphorus on hydrogen solubility in crystals, International journal of hydrogen energy, 21, 11, 1073-1083, 1996, Pergamon
- Trefilov VI, Schur DV, Pishuk VK, Zaginaichenko SYu, Choba AV, Nagornaya NR; The solar furnaces for scientific and technological investigation, Renewable energy, 16, 1, 757-760, 1999, Elsevier
- Трефилов ВИ, Щур ДВ, Загинайченко СЮ; Фуллерены-основа материалов будущего, 2001, Laboratory 67
- Lytvynenko Yu M, Schur DV; Utilization the concentrated solar energy for process of deformation of sheet metal, Renewable energy, 16, 1, 753-756, 1999, Pergamon
- Schur DV, Zaginaichenko SYu, Adejev VM, Voitovich VB, Lyashenko AA, Trefilov VI; Phase transformations in titanium hydrides, International journal of hydrogen energy, 21, 11, 1121-1124, 1996, Pergamon
- Matysina ZA, Pogorelova OS, Zaginaichenko SYu, Schur DV; The surface energy of crystalline CuZn and FeAl alloys, Journal of Physics and Chemistry of Solids, 56, 1, 9-14, 1995, Elsevier
- Isayev KB, Schur DV; Study of thermophysical properties of a metal-hydrogen system, International journal of hydrogen energy, 21, 11, 1129-1132, 1996, Pergamon

Таблица 1

	Период a , Å	Объем элементарной ячейки V , Å ³
Исходный порошок, Fe ₂ Zr	7,065	352,64
Порошок Fe ₂ Zr покрыт Ni при 300 °C	7,089	356,25
Прессовка при 300 °C	7,089	356,25
Прессовка при 400 °C	7,091	356,55
Прессовка при 500 °C	7,092	356,55

Работа выполнена благодаря финансовой поддержке НТЦУ (проект №823).