

УДК 669.11:54-17:930.85

М. В. Гольцова^{1*}, В. А. Гольцов²

¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск

²Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

*mgoltsova@bntu.by

ИНДУЦИРОВАННЫЙ ВОДОРОДОМ ПОЛИМОРФИЗМ МЕТАЛЛОВ И ВОДОРОДНАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Рассмотрена классификация фазовых превращений, индуцированных водородом в металлах, и представлены достижения технологий водородной обработки материалов.

Ключевые слова: полиморфизм, водородная обработка, фазовые превращения, водородные технологии.

M. V. Goltsova, V. A. Goltsov

HYDROGEN-INDUCED POLYMORPHYSM OF METALS AND HYDROGEN TREATMENT OF METALLIC MATERIALS

There are described classification of phase transformations induced with hydrogen and represented achievements of 'hydrogen treatment of materials' technologies.

Key words: polymorphism, hydrogen treatment, phase transformations, hydrogen technologies.

С древних времен цивилизация базировалась на необыкновенном свойстве железа «принимать» закалку. Великое открытие (1868 г.) выдающегося русского ученого и инженера Дмитрия Константиновича Чернова положило начало интенсивной научной разработке материаловедческой базы современной индустриальной цивилизации.

В 1972 г. впервые была сформулирована гипотеза о том, что водород при проникновении в гидридообразующие металлы наделяет их

(неполиморфные и полиморфные от природы) новым фундаментальным свойством быть исходно или дополнительно полиморфными, претерпевать фазовый (водородофазовый) наклеп (ВФН) и т. д.

Индукцированные водородом фазовые превращения классифицированы следующим образом.

- Высокотемпературные ($T > (0,2-0,45)T_{пл}$) диффузионные. Происходят в многокомпонентных сплавах (интерметаллидах). В результате превращений этого класса исходно стабильные многокомпонентные сплавы претерпевают по механизму зарождения и роста распад на фазы, характеризующиеся различным равновесным содержанием в них водорода.
- Низкотемпературные ($T < (0,2-0,45)T_{пл}$) диффузионно-кооперативные (гидридные) превращения. Перестройка водородной подсистемы при этих превращениях происходит только диффузионным путем, а перестройка кристаллической матрицы — только по бездиффузионному, сдвиговому, мартенситоподобному механизму. Гидридные превращения по механизму зарождения и роста зародышей всегда сопровождаются водородофазовым наклепом, вызывающим упрочнение и изменение всех свойств материала.
- Среднетемпературные ($T \approx (0,2-0,45)T_{пл}$) промежуточные превращения в многокомпонентных сплавах: индуцированные водородом атомное упорядочение, атомная сегрегация, аморфизация кристаллического вещества в твердом состоянии и т. д.

В металлах, полиморфных от природы, с помощью водородного воздействия можно управлять «родными» фазовыми превращениями, присущими данному металлу.

Важно, что на основе вышеперечисленных фазовых превращений, индуцированных водородом, разработаны и успешно используются водородные технологии обработки материалов (ВОМ).

1. ВОМ мембранных сплавов.

Основана на возможности водорода вызывать в палладии «искусственный» полиморфизм, а также в других неполиморфных металлах, таких как Nb, Ta, V. Результат: металл упрочняется, изменяется его структура и весь комплекс физических свойств.

2. Термоводородная обработка (ТВО) титановых сплавов.

Существуют условия, при которых водород пластифицирует титан, облегчая его деформируемость. ТВО титановых сплавов включа-

ет в себя наводороживание металла до заданных концентраций, технологическое воздействие на металл, вакуумный отжиг для удаления водорода из металла до безопасных концентраций.

3. Контролируемое порошкообразование интерметаллидов.

Позволяет полностью контролировать дисперсность порошков путем варьирования скорости подачи водорода, конечного давления водорода, длительности воздействия и числа циклов обработки (LaNi_5), и получать материалы с улучшенной структурой и свойствами для постоянных магнитов (NdFeB , TbFe_2 — HDDR-процесс).

4. Водородная обработка в литейном производстве, ТО и ХТО.

ВОМ литейных алюминиевых сплавов (D16 , AMg2 , Mg_3Al_2 , CuAl_2) позволяет повысить их прочность и пластичность. В химико-термической обработке с помощью водородного воздействия можно регулировать толщину науглероженного слоя. Для термической обработки важно, что водород ускоряет самодиффузию атомов металлической матрицы, что приводит к снижению температуры рекристаллизации сплавов MeH_x .