

HYDRIDE-LIKE NANOSEGREGATION AT DISLOCATIONS IN METALS AND ALLOYS, IN THE CONNECTION WITH HYDROGEN DIFFUSIVITY, SOLUBILITY, CRACKING, BLISTERING, EMBRITTLEMENT AND PLASTIFICATION

Nechaev Yu.S.

*Bardin Central Research Institute of Ferrous Metallurgy, Kurdjumov Institute of Metals Physics;
Vtoraja Baumanskaja St. 9/23, Moscow, 105005 Russia (netchaev@online.ru)

On the basis of the multi-factors analysis of the known most representative experimental data on solubility, electrical resistivity and diffusivity of hydrogen in palladium specimens with high and low dislocation densities, it has been shown [1] that the structure, composition, diameter (up to several nm), contribution to electrical resistivity, thermodynamic and diffusion characteristics of the hydride-like segregation at dislocations (and grain boundaries) in palladium can vary in a wide diapason depending on concentration and thermodynamic activity of hydrogen dissolved in the normal lattice metal.

The formation of the hydride-like segregation at dislocations has place at the large degrees of the undersaturation of the solutions (several orders) with respect to the hydride precipitation within the normal lattice of palladium. It means that the specific phase diagram [2, 3] can be considered for the system of “the near-dislocation segregation Pd-regions – hydrogen”, in comparison with the generally used phase diagram of “palladium – hydrogen”.

Similar results on the hydride-like nanosegregation at dislocations and grain boundaries have been obtained for a series of metals and alloys (iron and steels [4-6], palladium, niobium, vanadium and tantalum [7]).

The obtained results can be used for a description of the effective concentration and distribution of hydrogen between the normal crystalline lattice and the lattice defects' regions in the material specimens produced by different ways of processing and treatments [7-10].

The results can be used for an interpretation of the hydrogen influence on physical and mechanical properties of metallic materials, for revealing of the micromechanisms of their cracking, blistering, embrittlement and plastification (superplasticity), and the ways of an optimization of regimes of the thermal-hydrogen treatment and governing hydro-phase hardening of metals and alloys [7-10].

References

1. Nechaev Yu.S. Characteristics of the hydride-like segregation of hydrogen at dislocations in palladium. *Physics Uspekhi (Progresses of Physical Sciences)* 2001; 171(11): 1251-1261.

2. Nechaev Yu.S. The phase transitions in the segregation nanoregions of high pressure at dislocations in metals. In: *The abstract booklet of The Russian Conference on Phase Transitions at High Pressures*, 20-22 May 2002, Institute of Solid State Physics, Chernogolovka, p. 21/7.

3. Nechaev Yu.S. Transformation of the segregation phases at dislocations in the hydride-like ones in steels under hydrogen charging. In: *The Extended Abstracts Booklet of the ICHMS'2001, VII International Conference*, ADEF-Ukraine, Kiev – 2001, p.p. 78-81.

4. Nechaev Yu.S., Filippov G.A. Hydride-like segregation at dislocations in iron electrolytically charged by hydrogen. *Perspektivnie Materialy (Journal of Advanced Materials)* 2000;(2): 63-71.

5. Nechaev Yu.S., Filippov G.A. Hydride-like segregation at dislocations in Fe and steels. *Defect & Diffusion Forum* 2001;194-199:1099-1104.

6. Nechaev Yu.S. On the hydrogen fugacity in metals under electrolytic charging. In: Veziroglu N. et al. editors. *Hydrogen Materials Sciences and Chemistry of Metal Hydrides. NATO Science Series* 2002; 82: 161-164.

7. Ephimenko S.P., Nechaev Yu.S., Karelin F.P., et al. On the mechanisms of the influence of the thermal-hydrogen treatment on properties of transition metals and alloys. *Fizika i Khimija Obrabotki Materialov (Physics and Chemistry of Materials Treatment)* 1997; (5): 101-108.

8. Nechaev Yu.S., Filippov G.A. Micromechanisms of the influence of small additions of hydrogen on mechanical properties of metals. *Materials Sciences Transactions* 2001; (11): 40-45.

9. Nechaev Yu.S., Filippov G.A. The hydrogen fugacity in iron and steels under electrolytic charging, in the connection with blistering and cracking. In: *Transactions of the III International Conference “Hydrogen Treatment of Metals”*, Donetsk, Ukraine, 2001, Part II, p.p. 281-283.

10. Nechaev Yu.S., Filippov G.A. The role of the hydride-like segregation at dislocations and grain boundaries in the delayed fracture of steels. *Ibid.*, 2001, p.p. 264-286.

ГИДРИДО-ПОДОБНЫЕ НАНОСЕГРЕГАЦИИ НА ДИСЛОКАЦИЯХ В МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ, В СВЯЗИ С ВОДОРОДНЫМИ ДИФФУЗИЕЙ, РАСТВОРИМОСТЬЮ, РАСТРЕСКИВАНИЕМ, БЛИСТЕРИНГОМ, ОХРУПЧИВАНИЕМ И ПЛАСТИФИЦИРОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ

Нечаев Ю.С.

ГНЦ РФ ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова, ул. 2-ая Бауманская 9/23, Москва, 105005 Россия (netchaev@online.ru)

На основе многофакторного анализа наиболее представительных экспериментальных данных по растворимости, электросопротивлению и диффузии водорода в образцах Pd с высокой и низкой плотностью дислокаций показано [1], что структура, состав, диаметр (до нескольких нм) гидридо-подобных сегрегаций на дислокациях (и границах зерен) в Pd могут существенно изменяться в зависимости от концентрации и термодинамической активности водорода, растворенного в нормальной (бездефектной) решетке.

Образование гидридо-подобных сегрегаций на дислокациях в Pd имеет место при больших степенях недосыщения раствора водорода в Pd (до нескольких порядков) по отношению к гидридным выделениям в нормальной решетке. Это означает, что могут рассматриваться специфические фазовые диаграммы [2, 3] для систем «сегрегационные Pd-нанообласти вдоль дислокаций - водород», в сопоставлении с обычной фазовой диаграммой «Pd - водород».

Аналогичные результаты по гидридо-подобным наносегрегациям на дислокациях и границах зерен получены для ряда металлов и сплавов (Fe и стали [4-6]; Pd, Nb, V, Ta [7]).

Эти результаты могут использоваться для описания эффективного содержания и распределения водорода между нормальной решеткой и дефектными областями в образцах, при различных методах их производства и режимах их термообработки [7-10].

Результаты могут использоваться для интерпретации влияния водорода на физические и механические свойства металлических материалов, для раскрытия микромеханизмов их растрескивания, блистеринга, охрупчивания и пластифицирования (водородной свехпластичности), а также путей оптимизации режимов термоводородной обработки и управляемого водородо-фазового наклепа материалов [7-10].

Литература

1. Нечаев Ю.С. Характеристики гидридо-подобных сегрегаций водорода на дислокациях в Pd. *УФН* 2001;171(11):1251-1261.
2. Нечаев Ю.С. Фазовые переходы в сегрегационных нанообластях высоких давлений вдоль дислокаций в металлах. В: *Тезисы докладов Российской конференции «Фазовые превращения при высоких давлениях»*, 20-22 мая 2002г., ИФТТ РАН, 21/7.
3. Nechaev Yu.S. Transformation of segregation phases at dislocations in hydride-like ones in steels under hydrogen charging. In: *Abstracts Booklet of the ICHMS'2001*, Ukraine, Kiev – 2001, 78-81.
4. Нечаев Ю.С., Филиппов Г.А. Гидридо-подобные сегрегации на дислокациях в электролитически наводороженном Fe. *Перспективные материалы* 2000;(2): 63-71.
5. Nechaev Yu.S., Filippov G.A. Hydride-like segregation at dislocations in Fe and steels. *Defect & Diffusion Forum* 2001;194-199:1099-1104.
6. Nechaev Yu.S. On the hydrogen fugacity in metals under electrolytic charging. In: Veziroglu N. et al. eds. *Hydrogen Materials Sciences. NATO Science Series* 2002; 82: 161-164.
7. Ефименко С.П., Нечаев Ю.С. и др. О механизмах влияния термоводородной обработки на свойства переходных металлов. *ФИХОМ* 1997; (5): 101-108.
8. Нечаев Ю.С., Филиппов Г.А. Микромеханизмы влияния малых добавок водорода на механические свойства металлов. *Материаловедение* 2001; (11): 40-45.
9. Нечаев Ю.С. Филиппов Г.А. Фугитивность водорода в железе и сталях при электролитическом наводороживании, в связи с блистерингом и растрескиванием. В: *Труды «ВОМ-2001»*, 2001, Донецк, Украина, 281-283.
10. Роль гидридо-подобных сегрегаций на дислокациях и границах зерен в замедленном разрушении сталей. В: *Труды «ВОМ-2001»*, 2001, Донецк, Украина, 264-286.