

Ni — H

1943

V-496

NiH, NiH_2 (ΔH_f)

Sahai R.B.N., Ray R.C.

J. Indian Chem. Soc. 1943, 20, 213-17.

"Hydrides of Ni".

M,

F

CA., 1944, 1441⁵

1946

VI-495

NiH, NiH_2 , CoH , CoH_2 (ΔHf)

Ray, Sahai.

1. J. Indian Chem. Soc. 23, 61 (1946)

Circ. 500

M.

1952/53

Заприм.

Sarry B.

Wiss. Z. Univ. Rostock, 1952/53,
2, N:2, 93.

О суммате изгибов тир-
нейных метаморф, описанных
Вайксельсфелдсера (предва-
рительное сообщение).

X-55-19-42790.

NiH₁₆-
-NiH_{2,3}

NiH

15B147. О гидриде никеля. Boniszewski T., Smith G. C. A note on nickel hydride. «J. Phys. and Chem. Solids», 1961, 21, № 1-2, 115—118 (англ.).—Исследован гидрид Ni, полученный путем катодного насыщения водородом при комнатной т-ре. Образцы чистой 99,0% утоньшались электрополировкой до 200 μ и после насыщения содержали на поверхности слой гидроида толщиной 10 μ . Рентгеноструктурный анализ проведен ионизационным и фотографич. методами, одновременно проводилось металлографич. исследование. Установлено, что гидрид Ni имеет гранецентр. куб. структуру с a $3,721 \pm 0,001$ А при 16—22°, что соответствует увеличению периода решетки по сравнению с Ni на 5,6%. Определение конц-ии Н показало, что гидрид имеет ф-лу NiH и может быть классифицирован как фаза внедрения со структурой, аналогичной исходному металлу, но при этом атомы металла соприкасаются не друг с другом, а с атомами Н. Скорость распада гидроида зависит от т-ры, размера кристаллитов и деформации во время изготовления образца. Описаны изменения в микроструктуре Ni, связанные с образованием гидроида и его распадом, и рассмотрена природа изменений механич. свойств при этих процессах.

Л. Миркин

1961

х. 1962. 15

Гидрид Ni

7 Б214. Некоторые замечания к статье «О гидриде никеля». Вагановски В., СмIALowski М. Some remarks on «A note on nickel hydride». «J. Phys. and Chem. Solids», 1962, 23, Apr., 429—431 (англ.)

1962

Касаясь вопросов, изложенных в работе по гидриду никеля (РЖХим, 1961, 2Б138; 6Б647), авторы отмечают, что большинство из них было уже ранее изучено и описано в литературе. На основании собственных исследований авторы (1958—1959 гг.) установили возможность насыщения тонких слоев металлич. Ni водородом при гидролизе. Свойства гидрида Ni аналогичны свойствам гидрида Pd. Измерена глубина проникновения водорода в слой Ni, а также выведены колич. характеристики процесса разложения гидрида Ni при комнатной т-ре. Были определены (РЖХим, 1961, 2Б138; 6Б647) параметры и тип решетки богатой водородом β -фазы в системе Ni—H. Новыми моментами в критикуемой работе авторы считают лишь более точное определение этих параметров и проведение металлографич. изучения Ni, насыщенного водородом до высокой конц-ии ($\sim 0,8$ атома H на один атом Ni).

А. Воронков

X-1963-7

Ni H₂
(гидрид)

1963

- 14 Б264. Положение атомов Ni в гранецентрированном кубическом гидриде Ni. Wollan E. O., Cable J. W., Koehler W. C. The hydrogen atom positions in face-centered cubic nickel hydride. «J. Phys. and Chem. Solids», 1963, 24, № 9, 1141—1143 (англ.)

Нейтроннографически изучена система Ni-гидрид — Ni. Образец получен по ранее описанному методу (РЖХим, 1960, № 24, 95849). Гидрид Ni при комнатной т-ре неустойчив, поэтому он помещался в изолированную камеру; давление H₂ периодически измерялось; отношение H:Ni в гидридной фазе $0,6 \pm 0,1$. Установлено, что атомы H занимают октаэдрич. пустоты в гранецентр. куб. ячейке. То же самое было установлено для гидрида Pd (РЖХим, 1959, № 2, 3691), устойчивого при комнатной т-ре. Предположено, что определение положения атомов H в гидриде Ni существенно для объяснения различия магнитных свойств Ni и Pd. Л. Миначева

ж. 1964.14

гидрид Ni

NiH₂

1964

15 Б452. Давление диссоциации гидрида никеля при 25° С. Baranowski Bogdan, Bosciencka Krystyna. The decomposition pressure of nickel hydride at 25° С. «Roczn. chem.», 1964, 38, № 9, 1419—1420 (англ.; рез. польск.)

Образцы гидрида Ni выдерживались при 25° в замкнутой ячейке высокого давления. При этом в ячейке развивалось давление H₂ 3000—3600 атм и стабильно держалось в течение нескольких недель. Состав гидридной фазы, равновесной с H₂, при этом давлении отвечал атомному отношению H/Ni=0,04—0,2. Замедление диссоциации гидрида Ni при высоких давлениях обусловлено термодинамич. причинами.

В. Нешпор

Вар-4020-VI

20.1965.15

NiH_x

1964

2 Б436. Энтальпия десорбции для гидрида никеля. Baranowski B., Czarnota I. The Enthalpy of Desorption for Nickel Hydride. «Naturwissenschaften», 1964, 51, № 11, 262 (англ.)

Недавно полученный гидрид никеля нестабилен при нормальном давлении. Это затрудняет его исследование в целом, но позволяет измерить энтальпию десорбции водорода. Исследование велось в дифференциальном калориметре. Измерялись разность т-р двух калориметров, объем выделенного H₂ и время. В пределах составов H:Ni=0,5—0,3 при 25,5° и 1 атм разложение протекает эндотермически и энтальпия десорбции равна $2400 \pm \pm 100$ кал/моль H₂. При низких содержаниях водорода эта величина меньше, наблюдаются даже отрицательные значения.

С. Никольский

ж. 1965.2

Ni₂H

Вср - 2384 - VI

1965

9 Б591. Свободная энергия и энтропия образования гидроида никеля. Baranowski B., Bocheńska K. The free energy and entropy of formation of nickel hydride. «Z. phys. Chem.» (BRD), 1965, 45, № 3—4, 140—152 (англ.)

Сконструирована и подробно описана специальная установка высокого давл. для определения стационарного давл. H₂ над гидроидами при ~ 20°. Синтез Ni₂H описан ранее (РЖХим, 1965, 8Б916). При 25° давл. H₂ над смесью Ni + Ni₂H равно 3400 ± 70 атм. Предполагая эту величину равновесной, авторы рассчитали стандарт-

X. 1966. P

ную энергию образования Ni_2H по 1 моосу, равную $\Delta G_{298}^0 = 5640 \pm 20$ кал/моль H_2 . Приняв $\Delta H(\text{обр.}) = -2100 \pm 140$ кал/моль H_2 , нашли $\Delta S_{298}^0(\text{обр.}) = -26,0 \pm \pm 0,5$ кал/град·моль H_2 . Отмечено различие между изотермами абсорбции и десорбции H_2 (гистерезис). Предположено, что равновесна изотерма десорбции. Причина гистерезиса — в необратимых изменениях Ni под давл. H_2 . Отношение активностей H_2 при абсорбции и десорбции оценено в 2,2. С. Никольский.

NiH_{0.5}
 ΔG°

Bp - 2384 - VI

1965

Free energy and entropy of formation of nickel hydride. B. Baranowski and K. Bochenska (Polska Akad. Nauk, Warsaw). *Z. Physik. Chem.* (Frankfurt) 45(3/4), 140-52(1965)(Eng). A special high-pressure device which was constructed for the detn. of the stationary H pressure above a Ni-NiH specimen at room temp. is described. At 25° the stationary pressure is 3400 ± 70 atm. By assuming this pressure as equiv. with equil. conditions, the standard free energy of formation of NiH_{0.5} was calcd. to 5640 ± 20 cal./mole H₂. On the basis of independent measurements of the formation enthalpy (-2100 ± 140 cal./mole H), the standard entropy of formation of NiH_{0.5} was calcd. to -26.0 ± 0.5 e.u. per mole H. The H activity ratio for the absorption and desorption loop was evaluated, the mech. properties of Ni being taken into account. Friedrich Epstein

C.A. 1965. 63. 10
12408 e

NiH_x

1966

4 В30. Образование гидрида никеля из никеля и газообразного водорода. Baganowski B., Wiśniewski R. Formation of nickel hydride from nickel and gaseous hydrogen. «Bull. Acad. polon. sci. Sér. sci. chim.», 1966, 14, № 4, 273—276 (англ.; рез. русск.)

Описана установка для получения H₂ высокого давления (до 13 000 атм.) и методика получения в этих условиях гидрида Ni на тонких пленках (2—3 м) без применения активаторов внедрения. Полученный гидрид Ni охарактеризован рентгенографически и масс-спектрометрически.

Д. Дробот

Х. 1967. 4

Гидриды
Ni
 ΔH_f°

Вар-4169-VI

1966

4 Б527. Энтальпии образования гидридов и дейтеридов никеля. Czarnota I., Baranowski B. Enthalpy of formation of nickel hydride and deuteride. «Bull. Acad. polon. sci. Sér. sci. chim.», 1966, 14, № 3, 191—196 (англ.; рез. русск.)

Определены энтальпии образования $[\Delta H(\text{обр.})]$ гидридов и дейтеридов никеля. Атомные соотношения H:Ni и D:Ni изменялись в пределах 0—0,06. Найдено, что $\Delta H(\text{обр.})$ изменяется в пределах от —500 до —2000 кал/моль H_2 . Приводятся кривые зависимостей $\Delta H(\text{обр.})$ от атомных соотношений H:Ni и D:Ni. Измерения проводились методом термич. разложения в двойном дифференциальном микрокалориметре. Конструкция микрокалориметра описана ранее (РЖХим, 1964, 22Д27; 1965, 11Б534 и 1965, 23Б470).

Н. Илларионов

X: 1967.4

NiH

Ni

BQ - 4169 - Vi

1966

Enthalpy of formation of nickel hydride and deuteride. I. Czarnota and B. Baranowski (Polska Akad. Nauk, Warsaw). *Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Chim.* 14(3), 191-6(1966)(Eng). A soln. of gaseous H in Ni has a pos. enthalpy of formation. A dynamic method for heat effects was used with the Ni-hydride or deuteride samples in a Cu container with a one way valve for release of H. Large errors in the results are probably due to high pressure regions in the metal phase initially. A. A. Adams

C.A. 1966. 65. 5

6389c

Ni H_{0,6}

1966

9 В62. О возможности образования гидрида никеля при непосредственном взаимодействии никеля с водородом. Крылов Е. И., Шаров В. А., Безденежных В. А. «Тр. Уральского политехн. ин-та», 1966, сб. 148, 20—24

Обсуждены литературные данные относительно возможности образования водородного соединения Ni вполне определенного состава (гидрида) с изменением условий р-ции и о типе хим. связи, возникающей между Ni

Х. 1967. 9

и водородом. Установлено, что как при р-реции водорода в никеле, так и при адсорбции его металлом не образуется водородного соединения никеля определенного состава (гидрида); в обоих случаях содержание водорода в металле очень мало и колеблется в зависимости от различных условий опыта. Аналогичные результаты получаются при бомбардировке компактного никеля ионами водорода. Резкое увеличение содержания водорода в металле достигнуто при электролитич. наводороживании тонких слоев или проволоки никеля. Однако образовавшееся соединение с высоким содержанием водорода ($\text{NiH}_{0,6}$) оказалось неустойчивым в обычных условиях и разлагалось в течение нескольких часов. Таким образом, и этим способом не удалось получить гидрид никеля. Попытки обсудить возможность существования гидрида на основании изучения природы связи $\text{Ni}-\text{H}$ не дали пока желаемых результатов.

Резюме авторов

Ni H₂

ВЗР

5616-

И

1967

21 Б832. Система Ni—H при высоких давлениях газообразного водорода. Baranowski Bogdan, Bocheńska Krystyna, Majchrzak Stanisław. The system Ni—H at high pressures of gaseous hydrogen. «Roczn. chem.», 1967, 41, № 12, 2071—2082 (англ.; рез. польск., русск.)

С помощью специальной установки проведено исследование системы Ni—H при давл. H₂ до 18 200 атм при комн. т-ре. Определено миним. давл. H₂ (8060 атм), приводящее к образованию гидрида Ni. Измерено электрич. сопротивление Ni в зависимости от давл. H₂. Определены конц-ия H₂ и параметры решетки образцов Ni, извлеченных из сосуда давл. после закаливания до т-ры тв. CO₂.

В. П. Мылов

2. 1968. 21

NiHx

1970
15 Б577. Калориметрические исследования диффузии водорода в чистом поликристаллическом никеле. Bag-kleit G. Kalorimetrische Untersuchungen zum Diffusionsverhalten des Wasserstoffs in polykristallinem Reinnickel. «Diffusion in metall. Werkstoffen. Vortr. 7. Metalltag. DDR, 1.—2. Apr. 1970, Dresden». Leipzig, 1970, 265—269 (нем.)

Псевдоадиабатическим абс. методом в области от 80 до 320° К с ошибкой 2% измерена т-рная зависимость теплоемкости при постоянном давл. никеля (максим. загрязнение кобальтом менее $5 \cdot 10^{-3}\%$), абсорбировавшего водород в расплаве при т-рах на 60—80° выше т-ры плавления. Начиная со 150° К значения теплоемкости лежат выше теплоемкости чистого никеля, причем расхождение между значениями монотонно возрастает с повышением т-ры. При 295° К наблюдается лямбда-аномалия т-рного хода теплоемкости. Наблюдаемая аномалия, возможно, связана с магнитными фазовыми переходами.

С. Ф. Шушурин

Ср.

X. 1971.15

NiH_x

B90-XVI-383

1971

1 B756. Теплоемкость гидрида никеля от 10 до 200° K. Wolf G., Baranowski B. Specific heat of nickel hydride from 10° to 200° K. «J. Phys. and Chem. Solids», 1971, 32, № 7, 1649—1655 (англ.)

Образцы гидрида никеля NiH_x ($x=0,68, 0,59, 0,50$) получены электрохим. осаждением Ni на Al-подложке, насыщением слоя Ni водородом и послед. контролируемой десорбцией водорода. Теплоемкость NiH_x измерена в интервале т-р 10—200° K при помощи квазиадиабатич. калориметра. Точность измерений оценивается в 1%. Полученные результаты экстраполированы до 0 и 300° K. При 298° K значения S^0 оказались равными 9,01; 8,94 и $8,69 \pm 0,03$ э. е., для $NiH_{0,68}$; $NiH_{0,59}$ и $NiH_{0,50}$ соотв. По зависимости $C_v/T - T^2$ в интервале т-р 10—20° K определены коэф. электронного вклада в теплоемкость γ и характеристич. т-ры Дебая θ . Обсуждена электронная структура гидридов никеля. П. М. Чукуров

X. 1972. 1

NiH_x

(C_p)

10-200K

BSP-XVI-383

1941

201927m Specific heat of nickel hydride from 10° to 200°K. Wolf, G.; Baranowski, B (Inst. Phys. Chem., Bergakad. Freiberg, Freiberg, Ger.). *J. Phys. Chem. Solids* 1971, 32(7), 1649-55 (Eng). The heat capacity of NiH_x (x = 0.68, 0.59, 0.50) was measured at 10-200°K and extrapolated up to 300°K. The γ -coeffs. of the electronic sp. heat and Debye temps. were evaluated from the results for the 10-20°K region. The values of the standard entropy and the thermal part of the enthalpy were calcd. The standard entropy of formation of Ni hydride is evaluated and compared with the previous result obtained from the measured free energy and enthalpy of formation. The results for the γ -coeffs. do not confirm the rigid-band model and seem to follow a simple min. polarity model.

C. A. 1941.

75 16

NiH_x

NiD_x

CrH_x

Kr

AGf

18 B711. Термодинамика металл — водород при высоких давлениях. Baranowski B. Thermodynamics of metal/hydrogen systems at high pressures. (Abstract). «Ber. Kernforschungsanlage Jülich», 1972, Conf. 6 (Vol. 1), 37 (англ.)

Использована техника высокого давл. для исследования новых гидридов и пополнения информации об известных гидридах (Г) металлов. Водород с определенной термодинамич. активностью в воспроизводимых условиях получают созданием высокого давл. Этот способ является предпочтительным из-за больших значений летучести водорода из Г, могущей превышать гидростатич. давл. на несколько порядков. Аппаратура позволяет получать постоянное давл. 500—30 000 атм, что соответствует значениям летучести в пределах 10^2 — 10^{10} атм. Металлич. образец располагают в рабочем

(+1)



X. 1972. 18

B99-XVI-1042

1972

21

объеме в 1 см^3 . Электросопротивление и термо-э. д. с. металлич. образца измеряют как функцию давл. и t -ры газ. водорода. Описана аппаратура для измерения параметров решетки, давл. разложения и абсорбц. изотерм металлич. Г в области высоких давл. Подробно исследованы системы Ni—H, Ni—D, Cr—H. Приведены давл. разложения и образования Г, значения свободной энергии образования Г. Наблюдается гистерезис этих характеристик, особенно для Г хрома, где образование происходит с перестройкой решетки из ОЦК-типа для металла в ГПУ-типа Г. В. В. Назаренко

1975

 NiH_x (C_p)

- 19 Б672. Молярная теплоемкость нестехиометрических гидридов никеля в диапазоне температур от 10 до 20 К. Barkleit G., Wolf G. Molar heat capacity of non-stoichiometric nickel hydrides in the temperature range 10 to 20 K. «Phys. status solidi (a)», 1975, 28, № 1, 139—143 (англ.; рез. нем.)

В интервале т-р $T=10-20^\circ\text{K}$ мол. теплоемк. C_v NiH_x ($0 \leq x \leq 0,85$) исследована как функция T и x . В области $0,1 \leq x \leq 0,6$, где сосуществуют α - и β -фазы

x 1975 N 19

NiH_x , коэф. γ и β в соотношении $C_v = \gamma T + \beta T^3$, отражающие, соотв., электронный и решеточный вклад в C_v , увеличиваются с ростом x почти линейно. При $x > 0,6$ (область существования β -фазы NiH_x) наблюдается резкое возрастание γ и β , а в области α -фазы ($x < 1,0$) оба коэф. быстро уменьшаются при $x \rightarrow 0$. Концентрац. зависимость γ качественно подтверждает ранее предложенную зонную модель (РЖХим, 1972, 23Б619). Предположено, что высокие значения γ для β -гидрида обусловлены деформационным вкладом в C_v .

А. И. Коломийцев

NiH_x

1975

(Cp)

У Б290. Молярная теплоемкость нестехеометрических гидридов никеля в интервале температур 10—20° K. Barkleit G., Wolf G. Molar heat capacity of non-stoichiometric nickel hydrides in the temperature range 10 to 20 K. «Phys. status solidi (a)», 1975, 28, № 1, 139—143 (англ.; рез. нем.)

Теплоемкость NiH_x ($0,0 \leq x \leq 0,85$) измерена в интервале т-р 10—20° K. Электронная и решеточная составляющие, оцененные по эксперим. данным, указывают на их синхронную зависимость от $x = [H]/[Ni]$. Результат расчета коэф. электронной теплоемкости γ не подтверждает модель жестких связей, однако дает качеств. согласие с моделью Свитендайка. Деформационный вклад в молярную теплоемкость β -фазы определяется высоким содержанием водорода. По эксперим. данным рассчитана дебаевской т-ры от x .

А. П. Рыженков

Ф. 1975. N9

1975

 NiH_x (C_p)

161019w Molar heat capacity of nonstoichiometric nickel hydrides in the temperature range 10 to 20°K. Barkleit, G.; Wolf, G. (Sekt. Chem., Bergakad. Freiberg, Freiberg, E. Ger.). *Phys. Status Solidi A* 1975, 28(1), 139-43 (Eng). The molar heat capacity of NiH_x [37187-84-1] ($0.0 \leq x \leq 0.85$) was measured at 10 to 20°K. The electronic heat coeff. γ and the β coeff. of the lattice contribution was evaluated from these results. Both coeffs. show a synchronous slope dependence on the at. ratio x . The results for the γ coeff. do not confirm the rigid band model and seem to give a qual. agreement with the "band model" formulated by A.C. Switendick 1972. As consequence of the high H content in the β -hydride phase a deformation contribution to the molar heat capacity is assumed.

C. A. 1975, 82 ~ 24

NiH₂

1976

Bieganski Z., et al.

J. Less-Common Met.
1976, 49, 421-30.

(cp, Treel)

(all TbH₂) I

NiH(2)

1976

ΔH_f ; Thermodynamic Properties
of Nickel And its Inorganic
Compounds. Bureau of
Mines, 1976. Bulletin 668.

NiH_x

1976

all M.H.V.

Philips Res. Repts Suppl.
1976, N1, 88 pp.

(c-acc
(ΔH_f)

(cc. LaNi₅-M₂) I

№ Нх

Вф - XVI - 3294

1976

22 Б738. Фазовая $I-P$ -диаграмма системы Ni-H, при температурах до 630°K и давлением до 18 коар. —
Понятовский Е. Г., Антонов В. Е., Беляш И. Т. «Докл. АН СССР», 1976, 229, № 2, 391—393

Исследованы величины давл. образования и разложения гидроида никеля до t -ры 623°K и зависимость точек Кюри тв. р-ра водорода в никеле от давления водорода. Давление образования гидроида определялось по скачкам на изотермич. зависимостях электросопротивления от давл., точки Кюри фиксировались методом дифференциального трансформатора по t -рному ходу начальной магнитной проницаемости. Автореферат

Кр, Т+ч

х 1976 N 22

NiH_{1-x}

Bφ-XVI-3294.

1976

85: 131361w Phase T-P diagram of the nickel-hydrogen system at up to 630°K and 18 kbars. Ponyatovskii, E. G.; Antonov, V. E.; Belash, I. T. (Inst. Fiz. Tverd. Tela, Chernogolovka, USSR). *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 1976, 229(2), 391-3, [Phys. Chem.] (Russ). The dissociation pressure of NiH_{1-x} was detd. ≤ 623° K together with the H pressure dependence of the Curie temp. of Ni(H) solid solns. Magnetic permeability isobars were detd. at 550-630° K and 1 bar to 11.1 kbars. Plots of elec. resistance vs. pressure at 524° K and 5-15 kbars show max. at ~10 kbars (increasing pressure) and ~12 kbars (decreasing pressure).

Ргучеод

C.A. 1976 85 N 18

MiH_x
($Mi + H$)

1977

Рангзисо С.

Тех. докл. - 7^{ая} серия
конф. по калориметру
31/I - 31/II 77 П-Б. 29-32.

Калориметрическое исследование адсорбции
водорода и сероводорода на пленках
никеля при $T = 373 K$

1978

10 E530. Системы металл—водород при высоких давлениях водорода. Metal—hydrogen systems at high hydrogen pressures. Baranowski B. «Hydrogen Metals. 2. Appl. — Oriented Properties». Berlin e. a., 1978, 157—200 (англ.)

Обзор, посвященный свойствам гидридов металлов при высоких давлениях (P). Рассмотрено фазовое поведение гидридов при высоких P и в широком диапазоне T - P ; обсуждается возможность получения металлич. фаз водорода и гидридов. Анализируются особенности химич. реакций гидрирования, диффузии водорода в металлах и других процессов переноса (электро- и теплопроводность) при высоких P . Отмечается перспективность фаз высокого давления гидридов некоторых металлов (Ni, Cr, Mn) как аккумуляторов водорода. Библи. 121.

А. И. Коломийцев

(42)



ф. 1981. N 10

1978

NiH₂

Kulikov N.I.

T_{tr}

Fiz. Tverd. Tela (Leningrad) 1978, 20(8) 2279-82

● (All CrH₂ I)

1978

обзор:
Ni-H
гравитационная
дисперсия.

Понятовский Е.Г.
и др.

Изв. АН СССР. Учен. зап.
материалов, 1978,
14, №9, 1570-80



с. 1. 2. 3. 4. 5.

NiH₂

Куреев Н. У.

1979.

Phys. Status Solidi' B,
1979, 91(2), 753-62.

T₂i



(cur. CrH₂) I

ЛЭМХ

2 Б909. Идентификация гидридных фаз в никеле методами эмиссии экзоелектронов и рентгеновского структурного анализа. Duś-Sitek Marta. Identyfikacja wodorkowych faz w niklu metodami emisji egzoelektronów i rentgenowskiej analizy strukturalnej. «Zesz. nauk. PCzest.», 1976, № 95, 23—31 (польск.; рез. рус., англ.)

1976

измерения
фазы

Методом эмиссии экзоелектронов подтверждена возможность существования гидридных фаз в никеле по максимумам на кривых $N/t = f(T)$, не появляющимся для образцов, не насыщенных водородом. Проведенный рентгеновский анализ позволил идентифицировать в никеле новые фазы, с другими, чем у никеля, параметрами крист. решетки, а также обнаружил изменение параметра решетки никеля, насыщенного водородом.

Резюме

X-1580.112

1079

✓ 1. 5742. Диаграммах состояний систем никель — водород и кобальт — водород. Шаповалов В. И., Сердюк Н. П. «Докл. АН СССР», 1979, А, № 2, 151—154 (рез. англ.)

Исследовано взаимодействие водорода с никелем и кобальтом до т. пл. и давл. водорода 100 атм. Получены данные о влиянии водорода на т. пл. этих элементов. Построены высокотермические металлургические диаграммы состояния, включающие газозвлектич. равновесия.

Резюме

NiHx
CoHx

диагр.
состояния.

(+1) ☒

2.1979, N13

NiH

1979

Kurt Arthur, et al.

(ΔH°_0) High Temp. Sci. 1979, 11,
Vol. 55-62

see CuH-I

1979

NiH_x
CoH_x

90: 175413x Phase diagram of the nickel-hydrogen and cobalt-hydrogen systems. Shapovalov, V. I.; Serdyuk, N. P. (Dnipropetr. Metal. Inst., Dnepropetrovsk, USSR). *Dopov. Akad. Nauk Ukr. RSR, Ser. A: Fiz.-Mat. Tekh. Nauki* 1979, (2), 151-4 (Ukrain). Interaction of H with Ni and Co was studied up to the m.ps. and ≤ 100 atm H. The effect of H on m.ps. was detd. Phase diagrams at high temp. were constructed for the Ni- and Co-rich regions including gas-eutectic equil.

розробл.
гварп.

(+1) ☒



C.A., 1979, 90, N22

NiH_x
 CoH_x

раствори-
мость

водорода в металлах, диагр. состояния

(41) 

Р. 1980. № 2

1979
2 Б907. О некоторых термодинамических характеристиках систем никель — водород и кобальт — водород. Шаповалов В. И., Сердюк Н. П. «Ж. физ. химии», 1979, 53, № 9, 2187—2191

До 500 атм и т. пл. изучали р-римность водорода в Ni и Co. Показано, что закон квадратного корня при р-рении водорода выполняется лишь для невысоких т-р и давл. С повышением давл. водорода т. пл. Ni и Co понижаются только до 300—400 атм. Полученные данные позволили построить участки диаграмм состояния систем Ni—H и Co—H и проследить особенности механизма формирования структур этих сплавов при затвердевании. Автореферат

ommuck 9992

1980

Ni_xHy

Bouten P.C.P. et al

(ΔHf)

J. Less-Common Metals
1980, 41, 147-60

1980

NiHx

Yurichev I. A., et al.,

фазовые
переходы

Phys. status solidi,
1980, A58, N1, 57-66.

(cu. PdHx; I)

NiH

Оттук 13382

1982

96: 150087c Bond analysis of heats of formation: application to some Group VIII and IB hydrides. Methfessel, M.; Kuebler, J. (Abt. Phys., Ruhr-Univ. Bochum, 4630 Bochum, Fed. Rep. Ger.). *J. Phys. F* 1982, 12(1), 141-61 (Eng). On the basis of the local d. functional approxn. a local force theorem is re-derived and, from this, a linearized expression for total energy differences is obtained. This is used to decomp. calcd. heats of formation into angular momentum contributions constituting a basis for a bond anal. of heats of formation. The linearized theory is used to analyze results of augmented spherical wave calcns. of the electronic structure and heats of formation of NiH, PdH, IrH, PtH, and AuH.

$\Delta_f H^\circ$;

(44) 

C. A. 1982, 96, N18

NiHx

1982

Muscat J. P.

J. Phys. C: Solid State

ΔH ; Phys., 1982, 15, N27,
5551 - 5557.

(cu. CoHx ; 1)

NiHx

1983

4 E352. Расширение решетки никеля, вызываемое водородом. Hydrogen induced lattice expansion in nickel. Thomas G. J., Drotning W. D. «Met. Trans.», 1983, A 14, № 7—12, 1545—1548 (англ.)

На основе измерений изменения макроскопич. длины ΔL образца во время изотермич. обезгаживания Ni, предварительно насыщенного водородом, определено объемное расширение решетки Ni, которое связано с наличием внедренных атомов водорода. Измерения ΔL проведены с помощью лазерного интерферометра; насыщение образца водородом производилось из газовой фазы до конц-ии в образце $\sim 0,25$ ат.%. Н. Наблюдалось существенно меньшее расширение, чем получалось ранее при катодном насыщении Ni (по литературным данным). Объем релаксации решетки $V_r = 0,13 \pm 0,03 \Omega$, где Ω — ат. объем; по литературным данным $V_r \approx 0,28 \Omega$. Для проверки эксперим. методики аналогичные измерения проведены на Nb. Для этого металла наблюдается хорошее согласие с литературными данными.

Б. А. В.

ср. 1985, 18, № 4

NiHx

1984

6 БЗ119. Изменение геометрических размеров образцов никеля при гидрировании. Антонов В. Е., Белаш И. Т., Понятовский Е. Г. «Докл. АН СССР», 1984, 278, № 4, 892—896

Проведено сравнение реального объема образцов тв. р-ра Н в $\text{Ni}(\gamma_2)$ с объемом, рассчитанным по величине параметра решетки, с целью определения причин аномального изменения периода решетки с ростом конц-ии Н. Цилиндрич. образцы Ni гидрировали при т-ре 250—300°С и давл. H_2 до 20 кбар, с последующим быстрым охлаждением до -20°С и снижением давл. до атмосферного. Размеры образцов определяли с помощью измерительного микроскопа. Показано, что слабая зависимость величины параметра гранецентр. кубич. решетки γ_2 от конц-ии Н обусловлена увеличением сил межатомной связи в р-ре с ростом содержания Н. Циклы гидрирования и дегидрирования приводят к уменьшению отношения длины образцов к диаметру, что

X. 1985, 19, № 6

связано с различием механизма образования и распада γ_2 р-ра (образование фазы γ_2 начинается с Пп и граница γ_1/γ_2 движется внутри образца параллельно Пз, а распад γ_2 протекает по всему объему образца).

Л. В. Шведов



NiHx

1984

11 Б3096. Термодинамика системы водород — никель. Thermodynamics of the hydrogen — nickel system. McLellan Rex B., Sutter P. L. «Acta met.», 1984, 32, № 12, 2233—2239 (англ.; рез. фр., нем.)

Растворимость θ_i водорода в Ni изучена методом быстрой закалки в воде после достижения равновесия в атмосфере H_2 при атмосферном давлении. Величина Пв Ni и время выдержки по достижении равновесия не влияют на воспроизводимость результатов в области 357—554 К. Установлены т-рные зависимости парц. мольных ф-ций водорода $\bar{H}$ и $\bar{S}$, обнаруживающие отклонения от аррениусовской зависимости. Кривизна может быть вызвана взаимодействием между атомами H и (или) между атомами H и дефектами крист. решетки, к-рые играют роль ловушек. На основании термодинамич. и квантово-мех. анализа св-в системы H—Ni сделан вывод, что отклонения от аррениусовской

термодинам.

х. 1985, 19, № 11

зависимости вызваны т-рной зависимостью энергетич. состояний атома Н, рассматриваемого в приближении гармонич. осциллятора. Эта модель предсказывает линейную зависимость $\ln(\theta; T^{7/4}) - (1/T)$ в области низких т-р. Эйнштейновская частота ν для атомов Н, находящихся в Ni, точно совпадает с классич. значением, вычисленным из энергии активации диффузии атомов Н в Ni.

Л. А. Резницкий

NiHx

1984

11 Б3021. Исследование температур Дебая в гибридах с использованием ядерного резонансного рассеяния γ -лучей. Investigation of Debye temperatures in hydrides using nuclear resonant scattering of γ rays. Shahal O., Moreh R., Wolf A., Mintz M. H., Jacob I. «J. Less-Common Metals», 1984, 103, № 2, 401—408 (англ.)

Описан метод ядерного резонансного рассеяния γ -лучей и его применение для определения т-р Дебая θ_D нек-рых элементов — компонентов хим. соединений. Обсужден процесс рассеивания γ -лучей и приведены данные об имеющихся комбинациях источник — мишень и о резонансных рассеивателях. Рассмотрены характерные особенности, преимущества и недостатки применения описанного метода для определения значений θ_D металлич. компонентов в гидридах металлов. Проведен анализ лит. эксперим. данных по значениям θ_D для никеля и титана в гидридах, полученных с использованием ядерных резонансов в ^{62}Ni и ^{48}Ti . Даны рекомендации по применению описанного метода в будущих исследованиях т-р Дебая в гидридах. В. Ф. Байбуз

θ_D ;

$\otimes \text{TiHx}$

X. 1985, 19, N 11

Tuggerger, Ni 1985

Driessen A., Memmes H.,
et al.

ΔH_f ; Z. Phys. Chem. (BRD),
1985, 143, 145-159.

(cor. Tuggerger O₂; I)

NiHx

1985

5 E670. Получение гидридов металлов методом высоких давлений. Preparation of metallic hydrides by high-pressure techniques. Filipek S., Baranowski B. «6 Int. Symp.: High-Purity Mater. Sci. and Technol., Dresden, May 6—10, 1985. Proc. 1: Plenary Pap./Preparat.» Oberlung—Witz, 1985, 90—106 (англ.)

Обзор работ по исследованию систем металл—водород при высоком давлении (ВД). Приведено описание современной аппаратуры создания ВД водорода (до 15 кбар). ВД (до 30 кбар) можно создавать, применяя в качестве передающей давление среды органич. жидкость и размещая образец в контейнере с водородом. Обсуждается вопрос о синтезе новых гидридов и дейтеридов в условиях ВД. Приведены термодинамич. данные по гидридам Ni, Cr, Mn, Co, Mo, Fe, Au, Al, а также сплавов Ni—Fe, Ni—Co, Ni—Cu. Рассмотрены процессы наводороживания аморфных сплавов при ВД. Показано, что такие аморфные сплавы, как Pd—Si, Pd—Ni—Si, Ni—P, Ni—Fe—P—B, могут абсорбировать большие кол-ва водорода при ВД. Характер изотерм состав—давление свидетельствует об отсутствии в этих сплавах гидридов. Библ. 56.

И. А. К.



ор. 1986, 18, N 5

HA 66

NiH_x

(Om. 22883)

1985

11 Б3027. Теплоты образования и диссоциации гидридов никеля и сплава Ni_{0,8}Cu_{0,2}, измеренные при высоких давлениях водорода. Heats of formation and decomposition of nickel and Ni_{0,8}Cu_{0,2} hydrides measured in high pressures of gaseous hydrogen. Tkacz M., Baranowski B. «J. Less-Common Metals», 1985, 113, № 1, 83—87. (англ.)

Сконструирован двойной калориметр для определения энтальпий р-ций газ+тв. при высоких давлениях. Объем ячеек калориметра 2,5 см³. Определены ΔH (обр.) и ΔH (дисс., ккал/моль H₂) гидрида в системе Ni—H $2,4 \pm 0,05$ (6200 бар) и $1,5 \pm 0,05$ (3400 бар), а также гидрида в системе Ni_{0,8}Cu_{0,2} $1,9 \pm 0,05$ (5600 бар) и $1,23 \pm 0,05$ (3800 бар). Пересчет этих данных к нормальному давлению приводит к ΔH (обр.) гидрида Ni—H $3,89 \pm 0,1$ и гидрида в системе Ni_{0,8}Cu_{0,2}—H $3,275 \pm 0,1$ ккал/моль H₂ соответственно.

(ΔH_f)

X. 1986, 19, N 11

NiHx

1986

Д 10 Б3033. Термодинамика гистеризиса для гидридов металлов при высоких давлениях. The thermodynamics of hysteresis for high pressure metal hydrides. Flanagan T. B., Chung H. S., Park C. «J. Less-Common Metals», 1986, 125, № 1—2, 247—260 (англ.)

Для большинства гидридов металлов существует гистерезис устойчивости, т.е. при изотермич. условиях давл., необходимое для образования гидридной фазы, больше давл., необходимого для разложения гидридной фазы. Развита термодинамика изотермич. гистеризиса для гидридов металлов в области высоких давл. Выведено выражение для произ-ва энтропии, обусловленного гистерезисом при высоком давл. Показано, что в противоположность условиям нормального давл., где предполагаются идеально-газ. св-ва, а влияние гидростатич. давл. на тв. фазы незначительно, при высоких давл. энтальпии образования и разложения гидридов, измеренные калориметрически, значительно различаются. Выведенные ур-ния для гистеризиса при высоких

х. 1987, 19, N 10.

давл. применены к системе Ni—H. Объяснен большой гистерезис, обычно сопутствующий образованию и разложению гидридов при высоких давл., по сравнению с гидридами, образующимися и разлагающимися при давл. ниже 100 атм.

В. Ф. Байбуз



NiH

1986

106: 9541s Spin-polarized electronic structure calculations for nickel and nickel hydride (NiH). Szpunar, B.; Wallace, W. E.; Strange, P. (Dep. Chem., Univ. Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15260 USA). *J. Less-Common Met.* 1986, 123, 37-45 (Eng). The d. of electronic states, at. charge densities, total energy, cohesive and Madelung energies, Fermi energy, and magnetic moment for Ni and NiH, and the electronic sp. heat (γ) and heat of formation of NiH were obtained in d.-functional calcs. with the (linear combination of muffin-tin orbitals)-(at. sphere approxn.) method. The results showed the effects of introducing H into Ni, including: (a) Ni is ferromagnetic, whereas NiH is paramagnetic; (b) addn. of H into Ni does not produce new bands, but a metal-hydrogen bonding state appears; and (c) γ of NiH_x increases as x decreases.

Gr, d.f.H, mcp
param

c. A. 1987, 106, N2

NiH(2)

[Om. 25347]

1986

Tolbert M. A., Beauchamp J. L.,

Do, $\Delta_f H^\circ$;

J. Phys. Chem., 1986, 90,
N 21, 5015-22.

$NiH_{1,0}$

1987

Somenkov V. A.,
Blažkov V. P., et al.

кристал-
лический.

J. Less-Common Me-
tals, 1987, 129, 171-2,
171-180.

(сер. $MoH_{1,0}$; I)

NiH

(DM. 26754)

1987

Switendick. A. C.,

J. Less-Common Metals,
1987, 130, 249-259.

ΔH;

Тугригов Ni

1988

Урогова А. В.,

Тлазков В. П. и др.

сеструк-
тура

Крестовая география,
1988, 33, N 3, 769-771.

(сест. Тугригов Мо; I)

NiH₂

1989

112: 106031k The H-Ni (hydrogen-nickel) system. Wayman, M. L.; Weatherly, G. C. (Univ. Alberta, Edmonton, AB Can.). *Bull. Alloy Phase Diagrams* 1989, 10(5), 569-80 (Eng). The soly. data is assessed of H in Ni as a function of pressure. Absorption-desorption isotherms are given for the Ni-H system at 25 and 65° C. Thermodyn. data are given for the heat and entropy of soln. of H in Ni as well as the thermodyn. of formation values for NiH_x.

(K_p, ΔH)

C.A. 1990, 112, N 12

NiHx

1990

Yurichev I. A.

Raschetnye metody Issled.
($\Delta H_{sol.}$) Khim. 1990, 139-43.

(cu. ● PdHx; I)

ММ

1992

2 Б2457. Магнитные свойства—гидрида никеля—сравнение [данных по] магнитной восприимчивости с результатами расчетов зонной структуры. Magnetic properties of nickel hydride—a comparison of magnetic susceptibility with band structure calculations /Hanson M., Bauer H. J. //J. Alloys and Compounds. .—1992 .—179 ,№ 1—2 .—С. 339—349 .—Англ.

Проведены измерения магнитной восприимчивости образцов Ni:H (I) с составом, близким к 1:1. Показано, что магнитные св-ва I определяются тремя факторами: наличием неферромагнитной β -фазы I, малыми выделениями ферромагнитной α -фазы, а также малыми кластерами, образованными из атомов Ni. Данные по плотности состояний для β -фазы, полученные из магнитных измерений, сопоставлены с результатами расчета зонной структуры.

А. А. Левин

Магнитные
св-ва

Х. 1994, №2

NiH

1992

12 Б3097. Рентгенографическое исследование анизотропии при образовании и разложении гидрида никеля. Часть II. Кинетика разложения. X-ray diffraction study of anisotropy by the formation and decomposition of nickel hydride .Part VII .Decomposition kinetics /Tomov I., Monnev M., Mikhailov M., Rashkov S. //J. Appl. Electrochem. — 1992 .— 22 ,№ 1 .— С. 82—86 .— Англ.

Методом рентгенографии исследована роль микроструктуры (размер кристаллитов и микродеформации) на разложение β -фазы NiH, образующейся в результате катодного наводороживания Ni. Найдено, что разложение следует кинетике фазового превращения Колмогорова—Авраами—Джонсона—Мела. Анизотропия микроструктуры индуцирует анизотропию скорости фазового превращения, к-рое идет путем хим. р-ции $\text{NiH} \rightarrow \text{Ni} + \text{H}$, т. е. протекает без диффузных ограничений. На больших кристаллах с низкой плотностью дефектов преобладает по верхн. локализация хим. р-ции, а на маленьких кристалликах с высокой плотностью дефектов, где по верхн. и дефектная локализация соразмерны, кинетич. кривые обладают значит. участками самоускорения. В. А. Ступников

X. 1994, N 12

М.Н.

1992

12 Б3095. Рентгенографическое исследование анизотропии при образовании и разложении гидрида никеля. Часть I. Ориентационная зависимость степени фазового превращения никеля в гидрид никеля. X-ray diffraction study of anisotropy by formation and decomposition of nickel hydride .Part I .Orientation dependence of the extent of phase transformation of nickel into nickel hydride /Tomov I., Monev M. //J. Appl. Electrochem. .—1992 .—22 ,№ 3 .—С. 262—267 .—Англ.

Методом рентгенографии (дифракц. линии 111, 200, 220 и 311) при комн. т-ре исследовано влияние микроструктуры и крист. ориентации на степень фазового превращения Ni в β -NiH при катодном наводороживании. Найдено, что степень превращения имеет анизотропный характер. В случае поликристаллов она контролируется кристаллографич. направлением, т. е. ориентацией кристаллитов к ПВ наводороживания, а также индуцированной дислокациями анизотропией, т. е. ориентац. распределением плотности дислокаций. Получена новая информация о х-ках фазового перехода объемных образцов Ni в β -NiH.

В. А. Ступников

Х. 1994, № 12

NiH_2^+

[Om. 36 864]

1992

поперечность
по микров-
жесткости

Zhang H., Balasubrama-
nian K.,

J. Phys. Chem., 1992,
96, 6981 - 6985

Ni-H_x

1994

2 БЗЗ1. Недорогие сплавы типа AB₅ для аккумуляирования водорода для батарей системы никель — гидрид металла. Low cost AB₅-type hydrogen storage alloys for a nickel-metal hydride battery : Pap. Int. Symp. Metal-Hydrogen Syst. — Fundam. and Appl., Fujiyoshida—shi, Yamanashi-ken, Nov. 6—11, 1994 / Jiang Lijun, Zhan Feng, Bao Deyou, Qing Guangrong, Li Yaoquan, Wei Xiuying // J. Alloys and Compounds .— 1995 .— 231 , № 1 - 2 .— С. 635—638 .— Англ.

(Кр)

Х. 1997, №2

NiH

or. 42266

1997

Vincenzo Barone, Carlo Adamo
First-row transition-metal
hydrides: a challenging playground
for new theoretical approaches

Quantum Chemistry, vol. 67, 443-457
(1997-)

NiH₂

Осуми

1998

128: 159109a NiH₂ has a singlet ground state. Barron, Joshua R.; Kelley, Amy R.; Liu, Ruifeng (Dep. Chem., East Tennessee State Univ., Johnson City, TN 37614-0695 USA). *J. Chem. Phys.* 1998, 108(1), 1-3 (Eng), American Institute of Physics. Contrary to previous ab initio and semi-empirical studies, d. functional theory and high level ab initio calcns. predict that the ground state of NiH₂ is a bent singlet state. The linear triplet ³Δ_g state, predicted as the ground state by all previous calcns., is found a few kcal/mol higher.

ОС. СС. СС. СС.

CA-1998, 128, N13

ref 6 cupabozh

$Ni^+(H_2)_n$

1998

Helpful go
chem, I,
CMP-PA

129: 266199x $Ni^+(H_2)_n$: ligand bond energies for ground state ions. Kemper, Paul R.; Weis, Patrick; Bowers, Michael T. (Department of Chemistry, The University of California at Santa Barbara, Santa Barbara, CA 93106-9510 USA). *Chem. Phys. Lett.* 1998, 293(5,6), 503-510 (Eng), Elsevier Science B.V.. The H_2 ligand binding energies in $Ni^+(H_2)_n$ were measured to be 17.3, 17.6, 11.3, 7.1 and 4.2 kcal/mol, for $n=1-5$, resp. The very weakly bound sixth ligand begins a new solvation sphere. Assocn. entropies were also measured. MP2 calcns. were done to det. geometries and vibration frequencies as well as the origin of the bonding. The obsd. changes in BDE with ligation are due to electronic rather than steric effects. Comparisons are made to the $Fe^+(H_2)_n$, $Co^+(H_2)_n$, $Cu^+(H_2)_n$ and $Ni^+(CO)_n$ systems. A highly sym. D_{3h} planar structure is found in $Ni^+(H_2)_3$ and forms the core of the $Ni^+(H_2)_{4,5}$ ions.



C.A. 1999, 129, N20

Ni-H

1999

130: 228423d Thermodynamics of the Ni-H system. Zeng, Kejun; Klassen, T.; Oelerich, W.; Bormann, R. (GKSS-Research Center, Institute of Materials Research, D-21502 Geesthacht, Germany). *J. Alloys Compd.* 1999, 283(1-2), 151-161 (Eng), Elsevier Science S.A.. Thermodyn. properties of the Ni-H system have been analyzed by means of the CALPHAD method. Thermodyn. models have been defined to describe the Gibbs energy of the individual phases, and the model parameters have been optimized from the original exptl. hydrogen soly. data. Magnetic ordering in solid nickel has also been considered. The nickel hydride that only forms at very high hydrogen pressure has not been included. No secondary values, such as the hydrogen soly. data at 1 bar derived from those values measured at lower pressures, were used in optimization. The heat of soln. of hydrogen in nickel is calcd. as a function of temp. The effect of the magnetic ordering in solid nickel on the heat of soln. of hydrogen and, consequently, on the hydrogen soly., is discussed. The CALPHAD method is demonstrated to be a powerful tool for detg. the heat of soln. of gaseous atoms in metals.

термодинамический

C.A., 1999, 130, N17

Ni-H
CICMENA

2000

(Г. МЕРМОРУН)

134: 45127y Nickel-hydrogen system. Sakamoto, Y. (Department of Materials Science and Engineering, Nagasaki University, Nagasaki, Japan 852). *Diffus. Defect Data, Pt. B* 2000, 73-75 (Hydrogen in Metal Systems II), 137-205 (Eng), Scitec Publications. A review with 358 refs. Topics include: lattice expansion within Ni and Ni alloy hydrides, soly. data at atm. H₂ pressure, H₂ soly in Ni alloys, formation and decompn. of Ni and Ni hydrides at high H₂ pressure, diffusion and permeability transport data for H₂ in Ni, elec. resistance, thermoelec. power, satn. magnetization, Hall effect, heat capacity and electronic sp. heat of Ni hydrides, crystal structure and pressure-compn. isotherm characteristics of LaNi₅-H system, absorption-desorption rates and diffusion of H₂, and metal hydrides as neg. electrode in Ni-MH batteries.



C.A. 2001, 134, N4.