

КАЛОРИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ВОДОРОД – МЕТАЛЛ» В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР

Евтушенко Алексей Васильевич (докладчик), Демченко В.Г.

Институт технической теплофизики НАН Украины

тел. (044) 453-28-68, факс (044) 453-28-89,

e-mail: oleksii.v.ievtyshenko@gmail.com

Цель работы. Измерение методом проточного калориметра тепловых эффектов процесса глубокого наводороживания порошков металла при нагревании образцов в вакуумной камере с целью определения соотношения «подведенная электрическая энергия / теплота» в широком диапазоне температур (вплоть до 1350°C).

Результаты. В качестве исследуемого образца выбрана система «порошок Ni + водородная матрица LiAlH₄», которая в силу обнаруженного аномального тепловыделения при нагревании, последнее время активно исследуется различными научными организациями мира. Согласно экспертизе ученых из Швеции и Италии, 32-дневный тест реактора А. Росси в Лугано (Швейцария) показал, что удельная мощность энерговыделения на 2 порядка выше, чем в реакторе ВВЭР-1000.

Аномальному тепловыделению в калориметрической камере предшествует предварительный омический разогрев системы «Ni + LiAlH₄». В результате которого происходит термальная деструкция LiAlH₄-матрицы с освобождением связанного в ней водородного газа в несколько этапов: в интервале 160–180°C – ярко выраженный процесс поглощения теплоты в количестве 95,6 кДж/моль ($3\text{LiAlH}_4 \rightarrow \text{Li}_3\text{AlH}_6 + 2\text{Al} + 3\text{H}_2$); в диапазоне 180–200°C – выделение теплоты в 22 кДж/моль ($\text{Li}_3\text{AlH}_6 \rightarrow 6\text{LiH} + 2\text{Al} + 3\text{H}_2$); и в интервале 240–260°C – поглощение теплоты в 3,46 кДж/моль ($2\text{LiH} + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{LiAl} + \text{H}_2$). При этом давление водорода в системе меняется следующим образом: сначала наблюдается рост давления вплоть до температуры 250°C, а далее происходит квазистатическое замедление роста или, в редких случаях, снижение давления ниже атмосферного в силу процессов адсорбции – поглощения газа решеткой никеля. Одновременно с адсорбцией происходит выброс избыточной тепловой энергии, по величине превышающей электрическую мощность нагревателя на 30–60% в зависимости от температуры. Природа аномальной теплоты неизвестна, но может быть связана с эффектом «туннелирования». Согласно принципу Гейзенберга: частица, оказавшись в стесненных условиях решетки кристалла, получает дополнительную кинетическую энергию, необходимую ей для повышения вероятности прохождения кулоновского барьера (осуществление межъядерных реакций). Отсутствие ионизирующего излучения может объясняться низкой скоростью нейтронов.

Выводы. Разработан инструмент для измерения тепловых эффектов при высокотемпературной адсорбции водорода в решетку металлов. Показано, что соотношение «подведенная электроэнергия / теплота» зависит от температуры процесса и может находиться в диапазоне от 1,3–1,6. Показано, что наличие паров воды на поверхности порошка никеля приводит к образованию литиевой

щелочи, что способствует быстрому разрушению корундовых трубок нагревательного элемента.

CALORIMETRIC STUDY OF THE SYSTEM "HYDROGEN – METAL" OVER A WIDE TEMPERATURE RANGE

Ievtushenko Oleksii (reporter), Demchenko V.G.

*Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of
Ukraine, vul. Zhelyabova, 2a, Kyiv, 03680, Ukraine
tel. (044) 453-28-68, fax (044) 453-28-89,
e-mail: oleksii.v.ievtushenko@gmail.com*

Task formulation. By the method of flow calorimetry occur the measurement of the thermal effects of the deep hydrogenation process of metal powders when the samples are heated in a vacuum chamber in order to determine the ratio of "supplied electric energy / heat " over a wide temperature range (up to 1350°C).

Results. The system "powder Ni + hydrogen matrix LiAlH₄" was chosen as the test sample, which due to the observed anomalous heat release upon heating has recently been actively investigated by various world scientific organizations. According to experts from Sweden and Italy the 32-day test of the Rossi reactor in Lugano (Switzerland) showed that the specific power of energy release is 2 orders of magnitude higher than in the VVER-1000 reactor

The anomalous heat released by the reaction in the calorimetric chamber is preceded by the preliminary Joule heating of the "Ni + LiAlH₄" system. As a result the thermal destruction of the LiAlH₄ takes place with the release of the hydrogen gas in the several stages: in the range of 160–180 ° C a pronounced process of the heat absorbing in amount of 95.6 kJ/mol ($3\text{LiAlH}_4 \rightarrow \text{Li}_3\text{AlH}_6 + 2\text{Al} + 3\text{H}_2$); in the range of 180-200°C the heat-releasing is 22 kJ/mol ($\text{Li}_3\text{AlH}_6 \rightarrow 6\text{LiH} + 2\text{Al} + 3\text{H}_2$); and in the range of 240-260 ° C the heat-adsorbing is 3.46 kJ/ mol ($2\text{LiH} + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{LiAl} + \text{H}_2$). At the same time the hydrogen pressure in the system changes as follows Firstly the pressure increases up to the temperature of 250°C. After that a quasi-static retardation of growth or, in rare cases, the pressure drop below atmospheric due to the process of gas adsorption by the nickel lattice. Simultaneously with the adsorption process the excess thermal energy is released that exceed the electric power of the heater on the value of 30-60% depending on the temperature. The nature of the anomalous heat is unknown, but can be related to the "tunneling" effect . According to the Heisenberg principle, the particle being in the cramped conditions of the lattice crystal, receives additional kinetic energy necessary for it to increase the probability of passage of the Coulomb barrier (implementation of internuclear reactions). The absence of ionizing radiation can be explained by the low neutron velocity.

Conclusions. A tool was developed for measuring thermal effects of the high-temperature adsorption of hydrogen into the lattice of metals. It is shown that the "supplied electricity / heat" ratio depends on the temperature and can be in the range of 1.3–1.6. It is shown that the presence of water vapor on the nickel powder surface leads to the formation of lithium alkali, which contributes to the rapid destruction of corundum tubes of the heating element.