

## **ЦЕЛЕОСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ABAQUS ДЛЯ АНАЛИЗА ОСОБЕННОСТЕЙ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В МЕТАЛЛАХ**

Дыдышко А., Саганович А., Жиров Г.И., Гольцова М.В.  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Системы металл–водород являются уникальными как с точки зрения квантовомеханических задач современной физики конденсированного состояния, так и в более широком плане теоретических и практических задач, стоящих, в целом, перед наукой о металлах, включающей, как известно, физику металлов, физическую химию, физическое и техническое материаловедение, теорию и технологию термической и пластической обработки и т.д. [1,2,3,4].

При изучении приповерхностных изменений в сплавах палладий-водород были обнаружены ряд специфических явлений. Одним из таких явлений было обнаруженное и видео-зарегистрированное явление движущегося волнового выпучивания на поверхности сплава палладия с водородом при дополнительном его насыщении.

А именно, при дополнительном насыщении сплавов Pd-H в сильно неравновесных условиях на поверхности сплавов палладий-водород были зафиксированы возникающие, некоторое время “живущие” и затем исчезающие локальные, когерентные, обратимые движущиеся выпучивания. В работе [5] это явление было подробно изучено и проанализировано. Был сделан вывод, что практически важный аспект этого наблюдения состоит в том, что возникновение волновых процессов, рождение солитоноподобного выпучивания, его движение и гибель привели в нашем эксперименте к частичному снятию напряжений в металле и к выравниванию его поверхности. Обобщая, можно утверждать, что возникновение волновых процессов, рождение и движение солитоноподобных выпучиваний на поверхности сплава Pd-H составляют особый, ранее не известный механизм релаксации и локального выравнивания внутренних упругих напряжений в сплавах металл-водород.

Возможное решение сложной системы напряжений и их релаксация посредством волнового движения может быть проанализировано и смоделировано с применением программного комплекса Abaqus.

Abaqus – программный комплекс мирового уровня в области конечно-элементных расчетов, благодаря ему можно получать точные и достоверные результаты самых сложных линейных и нелинейных инженерных и научно-исследовательских проблем, а также задач для учебных целей. Широта и глубина Abaqus минимизирует затраты на изучение программы по

сравнению с другими программными продуктами. Схемы решения уравнений в Abaqus являются высокоэффективными и настроены на повышение их возможностей в широком диапазоне различных платформ Abaqus имеет проверенную библиотеку современных элементов высочайшей производительности и точности вычислений. Все составляющие пригодны для линейного или нелинейного анализа. Использование пользовательских подпрограмм дает дополнительную гибкость в продвинутом приложении. Abaqus и связанная с ним поддержка разработаны для проведения сложных, линейных и нелинейных расчетов с такой же легкостью и надежностью, как и несложных, насколько дают возможность имеющиеся численные методы. Важным в работе программы является то, что в один расчет могут быть включены несколько типов анализа.

Выше представлены только ряд основных возможностей программного комплекса Abaqus.

### Литература

1. Progress in Hydrogen Treatment of Materials / [editor V. A. Goltsov]. – Donetsk–Coral Gables: Kassiopeya Ltd., 2001. – 543 p.

2. Lewis F. A. Palladium– and Platinum–Hydrogen / F. A. Lewis, K. Kandasamy and X. Q. Tong // Hydrogen in Metal Systems II [editors F. A. Lewis and A. Aladjem]. – Zürich: Scitec Publications Ltd., 2000. – Vol. 73–75. – P. 207–517. (Solid State Phenomena).

3. Metal–Hydrogen Systems – Fundamentals and Applications : Proceedings of the 9th International Symposium [“MH2004”], (Krakow, Poland, 5–10 September, 2004) // J. Alloys and Compounds. – 2005. – Vols 404–406.

4. Expanding Hydrogen : proceedings of the 16th World Hydrogen Energy Conference, (Lyon, France, 13–16 June, 2006.) – Lyon, 2006. – CD.

5. Жиров Г. И. Экспериментальное наблюдение солитоноподобного дви-жущегося выпучивания на поверхности сплава палладий–водород / Г. И. Жиров, М. В. Гольцова // Физика металлов и металловедение. – 2007. – Т. 104, № 6. – С. 1–7.