

КОМПЛЕКС ПОЗИТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ДЕФЕКТОВ В МАТЕРИАЛАХ-НАКОПИТЕЛЯХ ВОДОРОДА

Р.С. Лаптев, Ю.С. Бордулев, В.Н. Кудияров и А.М. Лидер

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: laptevrs@tpu.ru

Одной из центральных проблем водородной энергетики является хранение и транспортировка водорода. Хранение водорода в гидридах является весьма перспективным направлением, при этом к материалам накопителям предъявляются высокие эксплуатационные требования, связанные с объемным и массовым содержанием водорода, условиями гидрирования-дегидрирования, а также с циклической стабильностью. Особую роль в этих процессах играют структурные дефекты, при этом накопление дефектов не только существенно снижает емкость по водороду в процессе гидрирования/дегидрирования, но также может быть использовано для создания эффективных ловушек для водорода [1,2]. Таким образом, необходимо изучать механизмы и динамику возникновения дефектов, превращения одного типа в другой, причины их укрупнения и исчезновения, миграции по поверхности и объему исследуемого материала, важно устанавливать реальные размеры и концентрацию дефектов, а также выявлять параметры их влияния на другие физико-механические свойства. Для решения данных исследовательских задач в ТПУ был разработан уникальный комплекс позитронной спектроскопии, структурная схема которого представлена на рисунке 1.

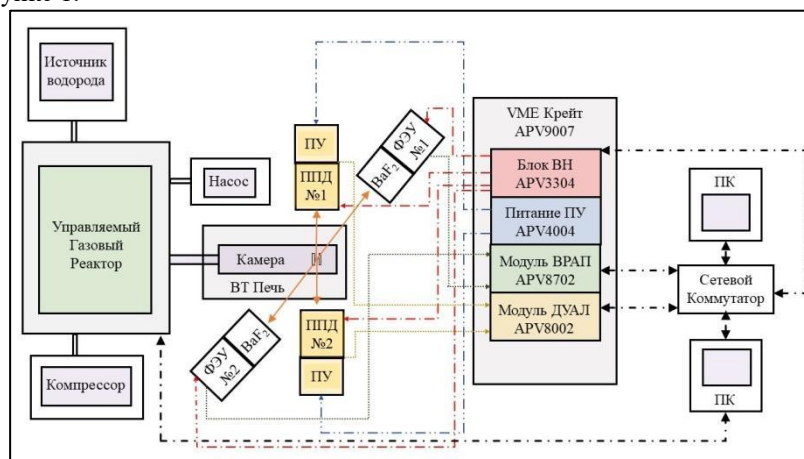


Рис. 1. Схема комплекса позитронной спектроскопии: ФЭУ - фотоэлектронный умножитель, ППД - полупроводниковый детектор, Блок ВН - блок управления высоким напряжением, ВТ печь - высокотемпературная печь, ПК - персональный компьютер

В качестве источника используется изотоп меди-64 (^{64}Cu), поскольку он практически не подвержен наводороживанию и обладает высокой температурой плавления (1085 °С). Источник изготавливается на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т ТПУ путем облучения тепловыми нейтронами стабильного изотопа $^{63}\text{Cu}(n,\gamma)^{64}\text{Cu}$. Разработанный комплекс позволяет проводить анализ временного распределения аннигиляции позитронов (ВРАП), доплеровского уширения аннигиляционной линии (ДУАЛ), совпадающего доплеровского уширения аннигиляционной линии (СДУАЛ), время-импульсной корреляции (ВИК). Временное разрешение модуля ВРАП 224 ± 3 пс (средняя скорость счета 85 ± 8 соб./с.), энергетическое разрешение модуля ДУАЛ $1,8\pm 0,1$ кэВ (средняя скорость счета 491 ± 75 соб./с.).

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного задания «Наука» в рамках научного проекта № FSWW–2020–0017.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Laptev R. S. et al. Gas-phase hydrogenation influence on defect behavior in titanium-based hydrogen-storage material //Progress in Natural Science: Materials International. – 2017. – V. 27. – №. 1. – P. 105-111.
2. Murashkina T. L. et al. Structure and defects evolution at temperature and activation treatments of the TiCr2 intermetallic compound of Laves phase C36-type //International Journal of Hydrogen Energy. – 2019. – V. 44. – №. 21. – P. 10732-10743.