

## ПРИМЕНЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРИСТОГО УГЛЕРОДА И ГИДРИДООБРАЗУЮЩИХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ДЕТРИТИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*А. В. Стеньгач, Н. Т. Казаковский, В. Н. Голубева, А. И. Тарасова,  
О. Б. Масленникова, А. П. Пурьева*

На основании проведенных исследований предложены: принципиальная схема перевода крупногабаритных высокоактивных радиоактивных отходов в категорию низкоактивных путем удаления изотопов водорода, метод компактирования изотопов водорода для последующего их захоронения как низкоактивных отходов.

Оборудование, работающее непосредственно в контакте с тритием, а также конструкционные элементы ядерных реакторов, например, бериллиевые блоки замедлителей и отражателей нейтронов, насыщаются тритием [1]. При замене этих элементов они могут относиться к категории как среднеактивных, так и высокоактивных радиоактивных отходов. Стоимость захоронения высокоактивных отходов достаточно высокая. Для снижения активности отходов и перевода их в разряд низкоактивных иногда бывает достаточно провести термическую детритизацию конструкционных материалов. При этой операции недопустим выход трития в окружающую среду. В процессе детритизации выделяющийся тритий необходимо собирать. Задача сорбирования трития усложняется тем, что процесс детритизации проводят в режиме динамического вакуума, и к тому же из обезгаживаемых материалов выделяются и другие сопутствующие газы: He, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и т. д. Для эффективного и полного поглощения изотопов водорода необходимо отделить их от других газов и желательно повысить парциальное давление изотопов водорода в газовой фазе.

Наиболее компактным сорбентом трития являются гидридообразующие металлы. После поглощения гидридообразующими металлами трития предполагается их последующее захоронение в герметичных контейнерах. При этом тритиды металлов должны обладать достаточно высокой химической стойкостью и не выделять значительного количества гелия-3, образующегося в результате радиоактивного распада трития.

Тритий и примесные газы, выделяющиеся при вакуумной термообработке конструкционных материалов, предлагается вначале адсорбировать на нанодисперсном пористом углероде, температура которого поддерживается на уровне 77 К. При повышении температуры углерода до комнатной выделившийся газ пропустить через цеолит с целью адсорбции примесных газов, а очищенный тритий поглотить гидридообразующими металлами [2]. Схема такой установки представлена на рис. 1.

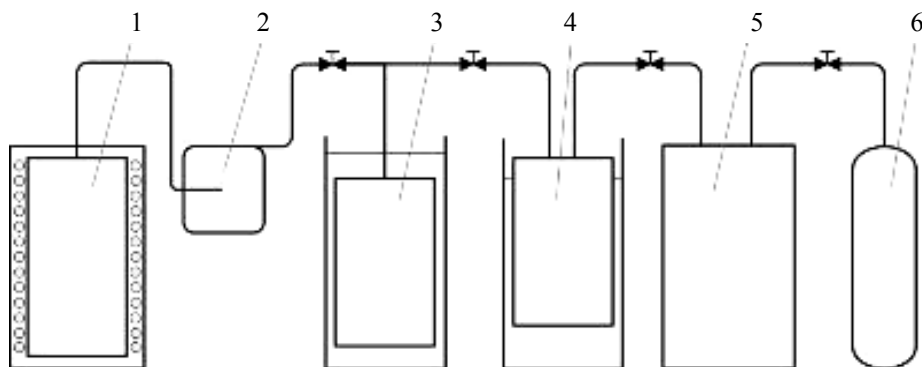


Рис.1 Схема обезгаживания изделий, подлежащих утилизации: 1 – емкость для термообработки; 2 – вакуумный насос; 3 – блок с углеродом; 4 – блок с цеолитом; 5 – блок с гидрообразующим металлом; 6 – баллон с водородом

В качестве гидридообразующего металла был выбран титан, т. к. равновесные давления изотопов водорода над тритидом титана состава  $TiTi_{1,8}$  при комнатной температуре малы и не превышают  $\sim 10^{-6}$  Па [3]. На рис. 2 представлена экспериментально полученная авторами зависимость концентрации гелия оставшегося в твердой фазе тритида титана (а. о.  $He_{обр./Ti}$ ) от количества образовавшегося гелия (а. о.  $He_{обр./M}$ ) [4].

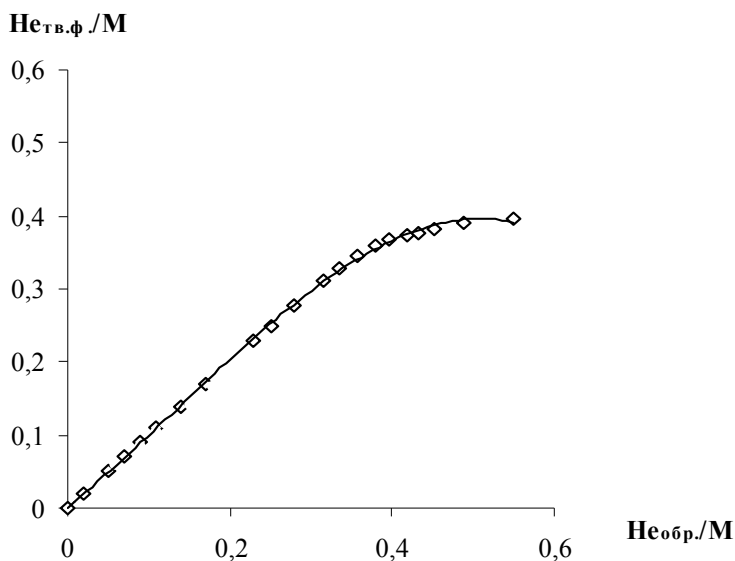


Рис. 2. Зависимость концентрации гелия в твердой фазе тритида титана от количества образовавшегося гелия

Интенсивное выделение гелия-3 из твердой фазы тритида титана наблюдается при количестве образовавшегося гелия а.о.  $\text{He}_{\text{обр.}}/\text{Ti} > 0,35$ . Такое количество гелия образуется примерно через 3,5–4 года. Если не доводить степень насыщения титана тритием выше атомного отношения  $\text{T}/\text{Ti} \approx 0,3$ , то выделения гелия в газовую фазу происходить не будет. Для получения более равномерного распределения трития в титане перед захоронением его предлагается донасыщать тритием, до суммарного а.о.  $\sum(\text{H} + \text{T})/\text{Ti} = 1,8\text{--}1,9$ . В этом случае будет отсутствовать опасность разгерметизации контейнера, из-за давления радиогенного газообразного гелия. Заполненные контейнеры можно захоранивать в «могильниках» для высокоактивных отходов.

### Список литературы

1. Scaffidi-Argentina F. Tritium and helium release from neutron irradiated beryllium pebbles from the EXOTIC-8 irradiation/ Proceedings of the 21-st Symposium on Fusion Technology (SOFT-21). Madrid, Spain. September 11–15, 2000. Part B // Fusion Engineering and Design. 2001. Vol. 58–59. P. 641–645.
2. Пат. РФ № 2323157, СО1В23/00, опубл. Б. И. № 12, 27.04.2008.
3. Софьина В. В., Азарх З. М. и др. Исследование системы титан-водород // Препринт 29–93. РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1993.
4. Стеньгач А. В., Гаврилов П. И. и др. Изучение состояния твердой фазы тритидов металлов методом малоуглового рентгеновского рассеяния // Сборник докладов на ICHMS, 2001. 16–22 сентября 2001 г. С. 266–267.