

и т. д., наносят вред окружающей среде. И встает вопрос о применении экологически безопасных источников энергии, к таким можно отнести водород.

Водород является перспективным экологически чистым энергоносителем, так как в результате сгорания в чистом кислороде продуктами будут – вода и высокотемпературное тепло. Также водород обладает рядом преимуществ: низкая молекулярная масса, высокое энергосодержание и неограниченные запасы, так как его можно добывать из воды, а удельная энергия сгорания водорода в 3 раза выше, чем у бензина [1].

Водород является высоко химически активным и взрывоопасным газом, это накладывает ряд ограничений на условия его хранения и на используемые при этом материалы. Современные способы хранения, такие как сжатие, сжижение водорода или закачка в гидриды металлов имеют ряд недостатков: низкое объемное содержание, большие энергозатраты, высокая стоимость.

Возможным решением проблемы может стать использование углеродных сорбентов, в качестве материалов для хранения водорода. Так как они имеют достаточно развитую сорбционную поверхность и относительно малую стоимость.

В последнее время появился целый класс новых углеродных наносорбентов – так называемые синтетические нанопористые угли, имеющие высокие удельные объем и поверхность сорбционных пор. Эти материалы по своим сорбционным характеристикам не только не уступают таким известным углеродным наноматериалам как фуллерит, углеродные нанотрубки и графен, но и по некоторым параметрам существенно их превосходят [2-4]. В данной работе приведены результаты исследования данных по обработке холодной плазмой углеродных наноструктур для сорбции водорода.

В результате работы выявлено влияние на сорбцию водорода обработки холодной плазмой углеродных наноструктур. Обработка плазменным разрядом в атмосфере водорода увеличивает в 1,65 раза сорбционную способность СКН (сферический карбонит насыщенный) по отношению к физически сорбируемому водороду. Также выявлено, что в результате обработки СКН плазменным разрядом хемосорбция водорода составляет 0,36 масс. %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузык Б. Альтернатива, которой нельзя не воспользоваться // Мировая энергетика. – 2007. – № 10 (46). – С. 17–19.
2. Видяев Д.Г., Борецкий Е.А., Верхорубов Д.Л. Определение сорбционных свойств наноразмерных материалов // Альтернативная энергетика и экология. – 2015 – №. 23. – С. 73–77.
3. Борецкий Е.А., Видяев Д.Г., Савостиков Д.В. Аккумуляция водорода углеродсодержащими наноструктурными системами // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т. 58., № 2-2. – С. 68–72.
4. Фенелонов В.Б. Пористый углерод. – Новосибирск: Ин-т катализа СО РАН, 1995.– 518 с.

ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛЬФРАМА-186 ИЗ ЕГО ГЕКСАФТОРИДА

Гусев Н.В.

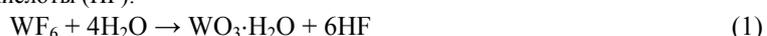
Научный руководитель: Егоров Н.Б., к.х.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Email: egorov@tpu.ru

Природный вольфрам состоит из смеси пяти изотопов (^{180}W , ^{182}W , ^{183}W , ^{184}W , ^{186}W). Они используются для исследования материалов методом ЯГР в металлургии, а также для получения радиоизотопа ^{181}W , который применяется для изготовления источников рентгенофлуоресцентного анализа руд и комплектации геофизических приборов. Некоторые изотопы вольфрама используются для разработок методов анализа руд цветных металлов в естественном залегании, а также для изучения структуры поверхности и физико-химических процессов, происходящих на поверхности при адсорбции различных газов. В свою очередь, ^{186}W используется для получения радиоизотопа ^{188}W , являющегося генератором медицинского радиоизотопа ^{188}Re [1]. Стабильные изотопы вольфрама используются в основном в металлической форме или в виде его триоксида (WO_3). Разделение изотопов вольфрама осуществляется газоцентрифужным методом, а рабочим веществом при этом является гексафторид вольфрама (WF_6). Целью данной работы являлось разработка способа получения металлического ^{186}W из его гексафторида, обогащенного по ^{186}W .

Известный прямой способ получения металлического вольфрама при восстановлении газообразного гексафторида вольфрама водородом [2] для переработки изотопно-обогащенного WF_6 оказался не совсем приемлемым вследствие необходимости использования нескольких реакторов восстановления, что приводило к размазыванию изотопно-обогащенного продукта. Поэтому для перевода из газообразного соединения вольфрама в твердые его соединения использовали реакцию гидролиза [3] в присутствии аммиака, который добавляли для нейтрализации образующейся плавиковой кислоты (HF):



В реактор объемом на 2 литра помещали 40 мл смеси водного раствора NH_4OH . Смесь замораживали жидким азотом и переконденсировали отмеренное количество WF_6 в реактор. В процессе размораживания реактора протекала реакция 1 с выделением тепла. Образующиеся продукты имели желтую и белую окраску и с помощью

ИК-спектроскопии были определены как модификации вольфрамовой кислоты. Реакция их образования в реакторе протекала ~2 мин. Полученную вольфрамовую кислоту отфильтровывали и для ее очистки растворяли в водном растворе аммиака. Далее полученный раствор упаривали и полученные кристаллы паравольфрамата аммония отфильтровывали. Порошок паравольфрамата аммония обрабатывали концентрированной соляной кислотой при нагревании с получением желтой модификации WO₃. WO₃·H₂O сушили и использовали ее для получения металлического вольфрама. В основе большинства методов промышленного получения вольфрама лежит восстановление металла из WO₃ или из вольфрамовой кислоты. На первой стадии получают исходные вещества, и далее восстанавливают их при помощи водорода до чистого металла в интервале температур от 750 до 1000 °С в избытке водорода. Процесс восстановления описывается общим уравнением:



При получении вольфрамового порошка водородным способом используют специальные методы, позволяющие контролировать его химический состав, размер и форму зерен, гранулометрический состав. Например, быстрое нарастание температуры, малая скорость подачи водорода способствуют увеличению размера частиц вольфрамового порошка [4].

Кроме этого можно для получения вольфрама из WO₃ использовать реакцию его восстановления углеродом в интервале температур от 1300 до 1400 °С:



Однако, процесс восстановления WO₃ углеродом протекает при более высокой температуре и при этом частично образуются карбиды вольфрама, что делает этот способ получения изотопного вольфрама в виде металла менее пригодным. В связи с этим при разработке способа получения изотопно-обогащенного металлического вольфрама использовали водородный метод восстановления.

По разработанному способу был получен порошок металлического ¹⁸⁶W с химической чистотой выше 99,9 % и размерами частиц ~1,5 мкм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов В.Ю. Изотопы: свойства, получение, применение. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 728 с.
2. Красовский А.И., Чужко Р.К., Трегулов В.Р., Балаховский О.А. Фторидный процесс получения вольфрама. – М.: Наука, 1981. – 261 с.
3. Агте К., Вацек И. Вольфрам и молибден. – М.: Энергия, 1964. – 443 с.
4. Зеликман А.Н., Никитина Л.С. Вольфрам. – М.: Metallurgia, 1978. – 272 с.

FEATURES OF THE FORMATION OF RADIATION IN A NEW-GENERATION OF FUEL WITH A COMPLEX INTERNAL HETEROGENEOUS STRUCTURE

Xu Y.B., Bedenko S.V, Shamanin I.V.

Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin Avenue, Tomsk, 634050

E-mail: syuyuybin@tpu.ru

Fuel and structural materials of existing reactor systems (reactors) and innovative reactor plants operate in extreme conditions. These extreme conditions include higher operating temperatures, increased (extreme) burn up, exposure to aggressive media, etc. For the long-term trouble-free and efficient operation of the reactor, the fuel must have good thermal conductivity, radiation and thermal stability. To increase thermal conductivity, radiation and thermal stability, the fuel is modified by adding various homogeneous compounds [1] and heterogeneous inclusions [1, 2]. However, these additives affect the neutron component of the radiation characteristics of irradiated fuel [2]. So far, little research has been done in scientific journals on the effects of various additives on the neutron background of fresh fuels and irradiated fuels, or even on fuels containing heterogeneous inclusions. The meaning of the work is that the fuel is modified to improve its thermal conductivity, thermal and radiation resistance, while they do not consider the fact that such fuel requires special handling after its operation. In the work authors, the applicant will use MCNPX for numerical experiments couple with other software (Sources-Serpent), to study the characteristics and mechanisms of the formation of residual neutron radiation on fuels in a LWR reactor with a complex heterogeneous internal structure. The scientific problem studied in this work is aimed at developing procedures for handling new-generation irradiated fuel during transportation and “dry” long-term storage (See Fig. 1, [3]).

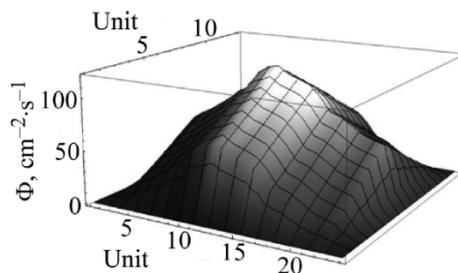


Fig. 1. Results of calculations $\Phi(E,r)$ of «dry» storage systems with modified fuel