

УДК 536.24

**Влияние геометрии металлгидридной системы хранения водорода
на эффективность теплообмена и скорость зарядки**

А.К. Саядян, Р.Р. Эльман

Научный руководитель: к.т.н. В.Н. Кудияров
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: aks17@tpu.ru

**Influence of geometry of metal-hydride hydrogen storage system
on heat exchange efficiency and charging rate**

A.K. Sayadyan, R.R. Elman

Supervisor: Ph.D., V.N. Kudiyarov
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str. 30, 634050,
E-mail: aks17@tpu.ru

***Abstract.** One of the most important problems in the field of hydrogen energy is hydrogen storage. Among the most promising areas is the metal hydride technology of hydrogen storage. In this work, a model of a TiFe-based metal hydride cylinder for hydrogen storage was created in the COMSOL software package. The effect of diameter on the heating and hydrogen sorption efficiency for the TiFe-based backfill tank was evaluated. It is shown that the tank configuration with a diameter of 39 mm is the most suitable for the considered metal hydride reactor based on TiFe powder.*

***Key words:** metal-hydride, hydrogen storage, heat exchange efficiency, charging rate.*

Введение

Хранение водорода является одной из важнейших проблем широкого внедрения водородной энергетики. Существует множество исследований и разработок систем (материалов) для хранения водорода. Среди них баллоны высокого давления, хранение водорода в сжиженном состоянии, хранение водорода в различных структурах, таких как нанотрубки, в веществах (порошки металлов и их соединений), и тд. Одним из наиболее перспективных направлений является металлгидридная технология хранения водорода. Она, в отличие от тех же баллонов высокого давления, позволяет хранить большие количества водорода безопасно, так как водород в данном случае будет находиться в связанном твердофазном состоянии. Одним из таких материалов является соединение TiFeMn, способное обратимо сорбировать не менее 1,1 масс. % водорода в температурном диапазоне от 5 до 80 °С. Данный материал дешев в производстве и может применяться в крупных металлгидридных системах хранения водорода. Преимуществами данного материала являются высокая циклическая стабильность, высокая скорость сорбции и десорбции, низкая рабочая температура. [1]. На производительность металлгидридного реактора влияет не только материал-накопитель водорода, но и толщина слоя металлгидрида. Более тонкий слой металлгидридной засыпки позволяет обеспечить быстрое охлаждение/прогрев его объема. Большая же толщина металлгидридной засыпки обеспечивает более высокую теоретическую емкость системы по водороду, однако производительность системы снижается за счет неэффективного охлаждения/прогрева объема засыпки. Таким образом при проектировании системы хранения водорода необходимо соблюдать некий баланс между теоретической емкостью и эффективностью теплопередачи внутри реактора.

Экспериментальная часть

Оценка влияния диаметра резервуара с засыпкой на основе TiFe производилась при помощи численного моделирования в пакете программ COMSOL Multiphysics 6.1. Были рассмотрены диаметры трубок 19 мм, 29 мм, 39 мм, 49 мм и 59 мм. Длина рабочей части трубки составила 265 мм. Для ускорения процесса расчета была использована симметричная 2D модель (рис. 1).

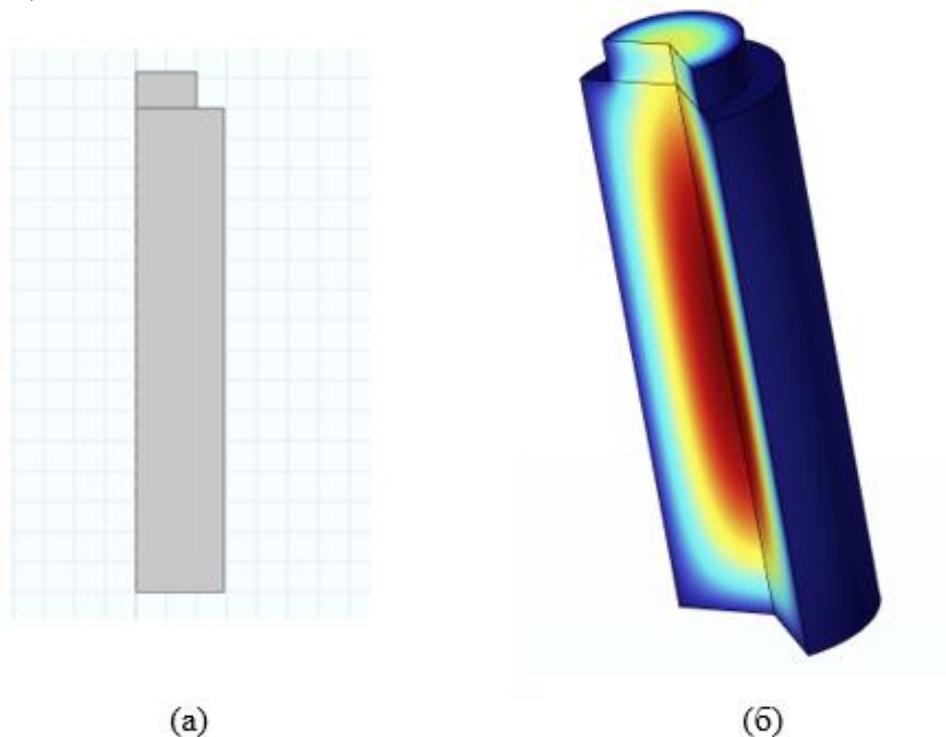


Рис. 1. 2D модель (а) и созданная на основе 2D модели с центром симметрии 3D модель (б)

Результаты

Моделирование проводилось для каждого диаметра трубки в течение 180 минут. В результате были построены зависимости массовой доли (а) и температуры (б) от времени для различного диаметра резервуара (рис.2).

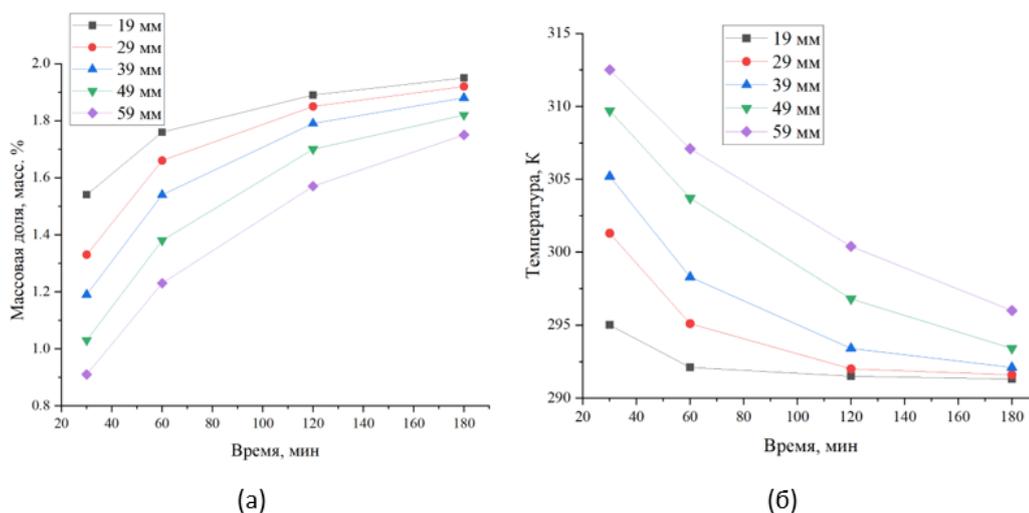


Рис. 2. Зависимости массовой доли (а) и температуры (б) от времени для различного диаметра резервуара

Также были построены зависимости между средней температурой металлгидридной засыпки, а также массовой доли поглощенного водорода, к диаметру резервуара на различных временных участках процесса сорбции (рис.3).

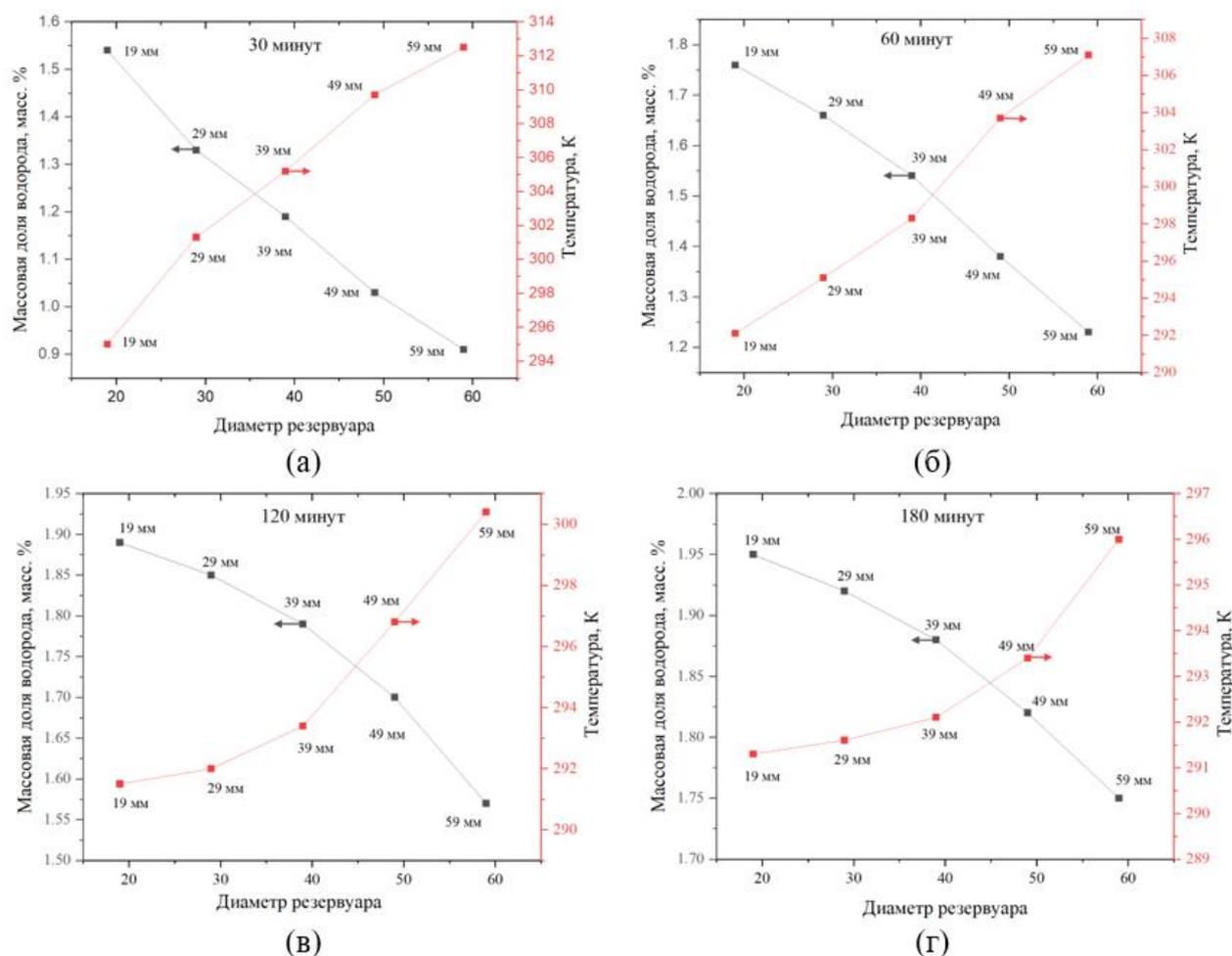


Рис. 3. Соотношения между средней температурой металлгидридной засыпки к диаметру резервуара на различных временных участках процесса сорбции

Выводы

По приведенным данным видно, что, с точки зрения сохранения как приемлемой температуры, так и значительного количества поглощенного засыпкой водорода, оптимальный выбор находится между конфигурациями с диаметром резервуара 29 мм и 39 мм в промежутке от 0 до 30 минут, и конфигурациями с диаметром резервуара 39 мм и 49 мм в промежутке от 30 до 180 минут. Принимая во внимание полученные при помощи численного моделирования результаты, была выбрана конфигурация резервуара с диаметром 39 мм как наиболее подходящая для рассматриваемого металлгидридного реактора на основе порошка TiFe.

Список литературы

1. Bläsius A., Gonster U. Mössbauer surface studies on Tife hydrogen storage material //Applied physics. – 1980. – Vol. 22. – P. 331–332.