



II Международная научно-практическая конференция
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ВОДОРОДА

К.Б. Минко, М.Д. Нащекин, М.В. Минко
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
Москва, Россия

Минко К.Б., minkokb@gmail.com

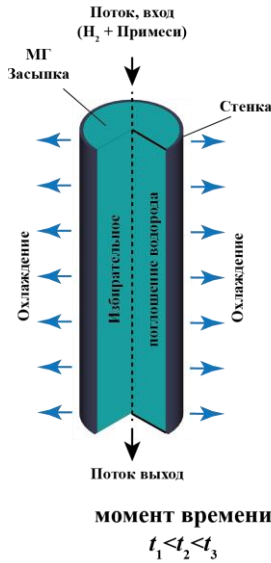
16-18 сентября 2020 г
Воронеж, Россия



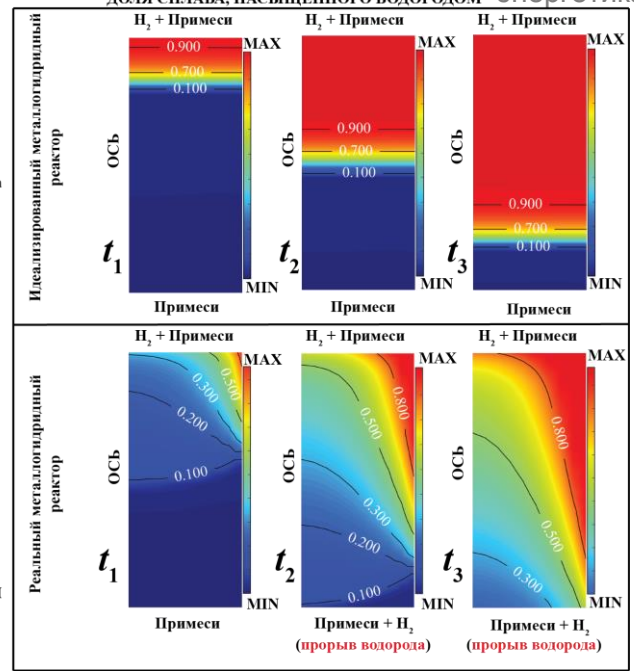


Введение

В настоящее время ведется разработка технологий и устройств очистки и хранения водорода, основанных на использовании метода фильтрации смеси водорода и загрязняющих его примеси через слой из частиц металлгидридов (МГ), способных избирательно и обратимо поглощать водород [1]. В ряде случаев очистка водорода данным методом может оказаться экономически выгодной, так как система очистки выполняет интегрирующие функции, являясь одновременно системой хранения и очистки водорода для последующего питания топливных элементов [1].



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»
ДОЛЯ СИЛОВА, НАСЫЩЕННОГО ВОДОРОДОМ



Принципиальная схема металлгидридного реактора для хранения и очистки водорода

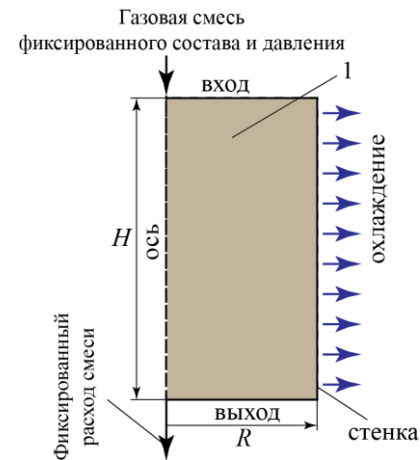
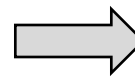
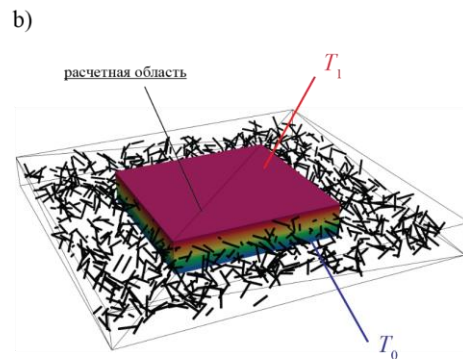
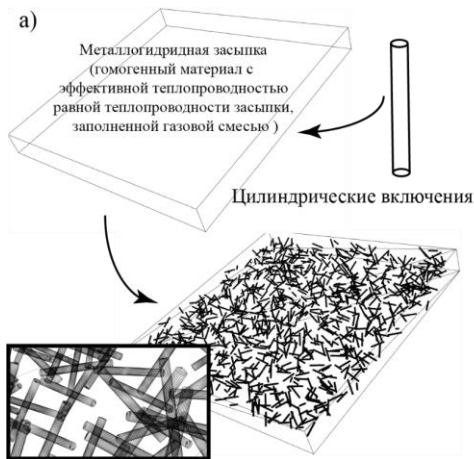
1. Дуников Д. О. и др. Перспективные технологии использования биоводорода в энергоустановках на базе топливных элементов (обзор) //Теплоэнергетика. – 2013. – №. 3. – С. 48-48.



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Методика исследования

В настоящей работе представлены результаты моделирования работы системы очистки водорода, в которой для повышения доли использования сплава в циклах «сорбция-десорбция» применяются высокотеплопроводные добавки для интенсификации процессов тепло- и массопереноса в слоях из МГ частиц. В качестве добавок выступают кусочки проволоки из различного материала, длина которых сопоставима с толщиной засыпки. Данные о теплопроводности структур «МГ засыпка-высокотеплопроводные добавки» были получены путем прямого численного моделирования структуры таких систем. В качестве базовой конфигурации системы была выбрана экспериментальная установка из работы [2].



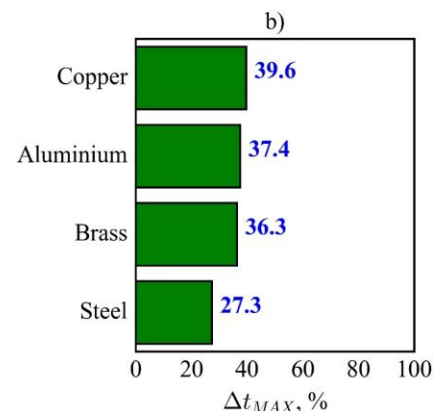
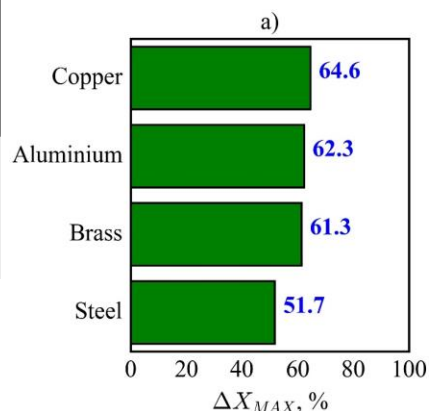


Результаты и обсуждение

В качестве критерия эффективности металлгидридного реактора очистки водорода заданной конфигурации были выбраны: (i) доля сплава X_{MAX} , насытившегося водородом, в момент времени, когда потери водорода на выходе достигали 3%; (ii) момент времени t_{MAX} , в который потери водорода на выходе достигли 3%. Для реактора из работы [2]: давление на входе 5 атм, состав смеси - 73% водорода и 27 % азота, расход на выходе 1.1 н.л./мин.

Вариант	Базовый	Сталь	Латунь	Алюминий	Медь	ИТР*
$X_{MAX}, \%$	61.5	77.1	80.0	80.3	81.0	91.7
t_{MAX}, sec	3,073	3,469	3,599	3,616	3,647	4,524

ИТР* идеализированный изотермический реактор



Сравнение с максимально возможным улучшением для идеализированного изотермического реактора



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Выводы

- (i) эффективная теплопроводность металлгидридной засыпки может быть повышена за счет внедрения высокотеплопроводных добавок цилиндрической формы, продольные размеры которых сопоставимы с типичной толщиной металлгидридной засыпки;
- (ii) при объемной доле включений в 10.5% увеличение эффективной теплопроводности засыпки, содержащей чистый водород, достигает: при использовании включений из стали - 44%, латуни - 109%, алюминия - 141%, меди - 158%;
- (iii) продемонстрировано, что использование данных добавок приводит к росту эффективности использования сплава в металлгидридных реакторах очистки водорода методом фильтрации через металлгидридный слой;
- (iv) рост указанной эффективности достигает 64% максимально возможного роста, достижимого в идеализированном изотермическом реакторе, при этом общее количество сорбируемого водорода увеличивается на 40%;
- (v) использование материалов включений с теплопроводностью 100 Вт/(м·К) и выше в качестве добавок приводит примерно к одинаковому повышению эффективности работы системы.

Все расчеты были выполнены с использованием CFD-кода ANES (<http://anes.ch12655.tmweb.ru/>). Работа выполнена при финансовой поддержке совета по грантам Президента РФ (грант МК-829.2019.8).



Спасибо за внимание