

[Electronic source]. – 2010. : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=occupational%20diseases%20time%20lag&itool=QuerySuggestion>. 15. В.В. Березуцкий, В.В. Макаренко, Радван Арафа Биссиуни. Анализ производственного травматизма на трубопрокатном участке с применением статистического метода. – Харьков: Вестник НТУ «ХПИ». – 2007. – № 30. – С. 73–78. 16. В.В. Березуцкий В.В., С.Е. Гардер, В.В. Макаренко, Радван Арафа Биссиуни. Анализ и математическое описание травм на трубопрокатном участке. – Харьков: Вестник НТУ «ХПИ». – 2009. – №15. – С. 14–20. 17. Радван Арафа Биссиуни. Анализ профзаболеваний с учетом временного смещения событий: матеріали Міжнародної науково-методичної конференції, «Безпека людина у сучасних умовах», 2–3 грудня 2010 р. – Харків: НТУ «ХП», 2010. – С. 257–259.

Поступила в редколлегию 29.08.2011

УДК 661.961.1

Б. А. ТРОШЕНЬКИН, докт. техн. наук, ИПМаш Украины, Харьков
Н. Н. ЗИПУННИКОВ, канд. техн. наук, НТУ „ХПИ”, Харьков
В. Б. ТРОШЕНЬКИН, канд. техн. наук, ИПМаш Украины, Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВТОНОМНОГО ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ МАГНИЯ И АЛЮМИНИЯ

Исследован процесс вытеснения водорода из воды с использованием сплавов на основе магния и алюминия. Изучен характер изменений температуры в ходе реакции. Установлено влияние концентрации серной кислоты и щелочной среды на взаимодействие сплавов с водой.

Досліджено процес витискання водню з води із використанням сплавів на основі магнію та алюмінію. Вивчено характер змін температури у ході реакції. Встановлено вплив концентрації сірчаної кислоти та лужного середовища на взаємодію сплавів з водою.

Process of replacement of hydrogen from water with use of alloys based on magnesium and aluminium is researched. Character of change of reaction temperatures is investigated. Influence of concentration of a sulfuric acid and the alkaline environment on reaction of alloys with water is established.

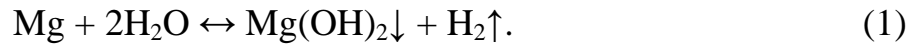
Введение. По мере истощения естественных запасов топлива (природный газ, нефть, уголь) основным энергоносителем станет водород. На автономных объектах, в частности на метеостанциях и аэрологических обсерваториях, применяют силиколевый способ получения водорода из воды. Для этого используют выпускаемый промышленностью сплав ферросилиция (ФС 75) [1]. Совершенствование процесса газогенерирования заключается в подборе сплавов, более эффективно взаимодействующих с водой.

Постановка задачи. Ранее были исследованы кинетические и термодинамические закономерности взаимодействия с водой сплавов ферросиликоалюминия (ФСА) полученных из неорганической части низкокалорийных углей [2], алюминиевых сплавов (А98КаМг и АВ86) в состав которых входят примеси магния и сплавов ферросилиция с добавками бария и кальция (ФС 75 Ба1, ФС 75 Ба4, ФС 90 Ба4, ФС 90) [3].

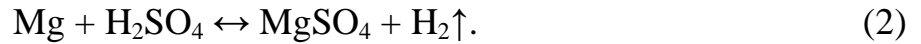
В настоящей работе изучен процесс взаимодействия с водой следующих сплавов (масс. %): МПФ - Mg - 99.5, Fe - 0.35, Si - 0.15 (ГОСТ 6001-79); А85Л10 - Al - 85 %, Li - 10 %, Fe - 5 %.

Основные кинетические исследования проведены в металлическом реакторе

($V_p = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$). Магний начинает разлагать воду при температуре более 100°C , вследствие образования малорастворимого гидроксида магния по уравнению (1) [4]



Так как растворы щелочей с магнием практически не взаимодействуют, опыты проводили с раствором серной кислоты различной концентрации с получением водорода по уравнению [4]



Численные результаты и их обсуждение. Основные результаты исследований химической активности сплава МПФ представлены в табл. 1 и на рис. 1. Номера опытов табл. 1 соответствуют номерам кривых на рис. 1.

Таблица 1. Зависимость скорости выделения водорода и полноты реакции сплава МПФ от кон-центрации кислоты и температуры. Дисперсный состав $(0,15 - 0,6) \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

№ опыта	Концентрация кислоты, %	Начальная температура реакции, $^\circ\text{C}$	Время реакции, $\tau \cdot 10^{-3}, \text{ с}$	Максимальная скорость выделения водорода		Полнота реакции, α_T
				$W \cdot 10^3, \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с})$	$W \cdot 10^5, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	
1	2,5	110	0,3	18,6	45,9	0,67
2	5		0,18	24,5	60,5	0,96
3	7,5		0,14	46,3	114,4	0,97
4	10		0,012	85	210	0,99

Сравнение данных показывает, что при увеличении концентрации серной кислоты от 2,5 до 10 % скорость реакции возрастает в 4,5 раза и полнота реакции достигает своего максимума $\alpha_T = 0,99$.

Опыты со сплавом на основе алюминия с добавкой лития (А85Л10) проведены с водой и водным раствором едкого натра при различной начальной температуре. Результаты исследований приведены в табл. 2 и на рис. 2.

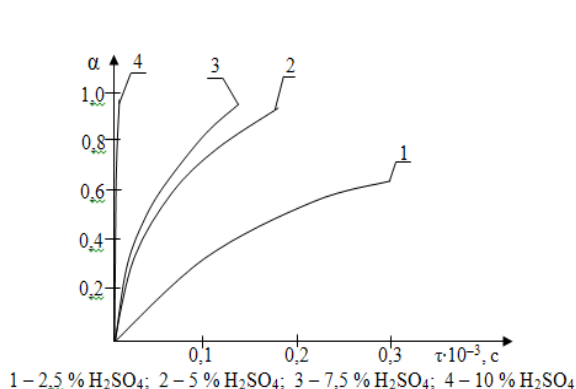
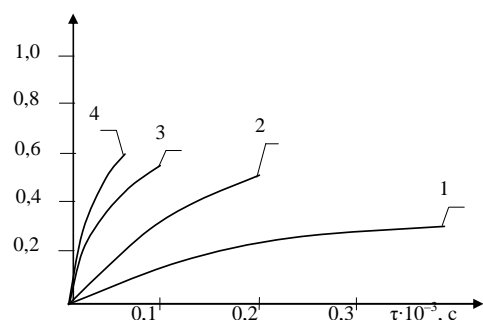


Рис.1. Зависимость полноты реакции от времени τ , при различной концентрации серной кислоты и температуре 110°C для сплава МПФ



1 - $t_H = 40^\circ\text{C}$, вода; 2 - $t_H = 90^\circ\text{C}$, 10 % NaOH;
3 - $t_H = 130^\circ\text{C}$, 10 % NaOH; 4 - $t_H = 130^\circ\text{C}$, 13,3 % NaOH

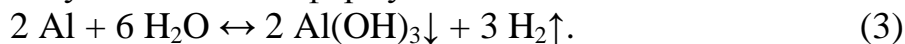
Рис. 2. Зависимость полноты реакций сплава А85Л10 от времени τ при различной температуре и концентрации щелочи

Таблица 2. Зависимость скорости выделения водорода и полноты реакции сплава А85Л10 от концентрации щелочи и температуры. Дисперсный состав $0,63 \cdot 10^{-3}$ м, $m = 5 \cdot 10^{-3}$ кг

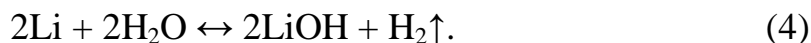
№ опыта	Концентрация щелочи, %	Начальная температура реакции, °С	Время реакции, $\tau \cdot 10^{-3}$, с	Максимальная скорость выделения водорода		Полнота реакции, α_t
				$W \cdot 10^3$, м ³ /(кг·с)	$W \cdot 10^5$, м ³ /(м ² ·с)	
2	10	90	0,2	3,2	5,5	0,54
3	10	130	0,1	7,6	13,1	0,57
4	13,3	130	0,07	8,5	14,6	0,6

Из представленных данных видно, что увеличение начальной температуры реакции сплава А85Л10 с 90 до 130 °С приводит как к увеличению полноты реакции, так и к значительному возрастанию скорости вытеснения водорода из воды - почти в три раза (табл.2).

Алюминий взаимодействует с водой по формуле



Процесс взаимодействия лития с водой сопровождается образованием щелочной среды



Данное обстоятельство позволяет разрушить образовавшийся гидроксид алюминия, который интенсивно поглощает воду и препятствует развитию реакционной поверхности.

Выводы. Исследован процесс получения водорода из воды с использованием сплавов на основе магния и алюминия.

При работе со сплавами на основе магния постепенное увеличение концентрации серной кислоты позволяет значительно увеличить скорость реакции и объем выделившегося водорода.

Наличие щелочных металлов в сплавах на основе алюминия при взаимодействии с водой приводит к образованию щелочной среды, что позволяет интенсифицировать процесс выделения водорода.

Удешевление процесса образования водорода возможно за счет получения необходимых сплавов из углеотходов, в составе которых присутствуют примеси Mg (1-10 %) и Li (1-5 %) [5]. Поэтому исследование реакционной способности магния и лития в составе различных сплавов имеет большую перспективу.

Список литературы: 1. Инструкция по безопасной эксплуатации баллонных газогенераторов АВГ-45 и баллонов с водородом. - М.: Гидрометеиздат, 1978. - 32 с. 2. Трошенькин В. Б. Совершенствование процесса и реактора для производства водорода из воды при помощи сплавов, получаемых из неорганической части углей/Автореф.дис. ... канд. техн. наук. - Х.: ХГПУ, 1999. - 17 с. 3. Зипунников Н. Н. Разработка процесса получения водорода из воды с использованием сплавов на основе кремния и алюминия/Н. Н. Зипунников, В. Б. Трошенькин//Интеграція технології та енергозбереження. - 2008. - № 3. - С. 51 - 55. 4. Глинка Н. Л. Общая химия. Учебное пособие для вузов/Под ред. В. А. Рабиновича. - Л.: Химия, 1983. - 704 с. 5. Справочник по содержанию малых элементов в товарной продукции угледобывающих и углеобогащающих предприятий Донецкого бассейна. - Днепропетровск: Укр. Гос. Ин-т минеральных ресурсов ДЮ, 1994. - 187 с.

Поступила в редколлегию 30.08.2011