

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ УСТОЙЧИВЫХ СУСПЕНЗИЙ АЛЮМИНИЯ В ВОДЕ НА ОСНОВЕ ЗАГУСТИТЕЛЯ АГАР-АГАР

Г.Ф. Терентьев, Е.В. Курьянова, В.Н. Курьянов, М.М. Султанов

Филиал НИУ «МЭИ» в г. Волжском
404110 г. Волжский, Волгоградская обл., пр. Ленина, д. 69
Тел.: (8443) 210160, факс: (8443) 210166, e-mail: vfmei@vfmei.ru

Заключение совета рецензентов: 03.09.15 Заключение совета экспертов: 06.09.15 Принято к публикации: 09.09.15

В работе представлены экспериментальные исследования получения устойчивых суспензий алюминия в воде на основе загустителя агар-агар, а также экспериментальные исследования по проверке схемы проточного реактора водорода. Представлен анализ по результатам экспериментальных работ по способу получения водорода в системе «алюминий + водный раствор щелочи», рассмотрены возможности регулирования рабочего процесса в проточном реакторе получения водорода в системе «алюминий + водный раствор щелочи».

Ключевые слова: водная суспензия алюминия, загуститель агар-агар, алюминиевая пудра, проточный реактор.

EXPERIMENTAL STUDIES FOR PRODUCING STABLE SUSPENSION ALUMINUM IN WATER BASED ON THICKENER AGAR-AGAR

G.F. Terentyev, E.V. Kuryanova, V.N. Kuryanov, M.M. Sultanov

Volzhsky Branch of the National Research University «Moscow Power Engineering Institute»
69 Lenin str., Volzhsky, Volgograd reg., 404110, Russia
Tel.: (8443) 210160, fax: (8443) 210166, e-mail: vfmei@vfmei.ru

Referred: 03.09.15 Expertise: 06.09.15 Accepted: 09.09.15

The work presents experimental studies obtaining stable suspensions of aluminum in water-based thickener agar-agar, as well as experimental studies to verify the circuit flow reactor hydrogen. The analysis of the results of experimental studies on the method of hydrogen production in the “aluminum + aqueous solution of alkali,” considered the possibility of regulating the working process in a flow reactor for producing hydrogen in the “aluminum + aqueous solution of alkali.”

Keywords: an aqueous suspension of aluminum, viscosifying agent agar-agar, aluminum powder, the flow reactor.



Сведения об авторе: канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника».

Образование: Ленинградский механический институт (1962).

Область научных интересов: водородная энергетика, диагностика энергетического оборудования, теория горения, энергетические установки.

Публикации: 160.

Author information: Ph.D., associate professor, professor of the department “Heat and power engineering and thermal engineering” of the Volzhsky branch of “National Research University “MPEI”.

Education: Leningrad Mechanical Institute (1962).

Research interests: hydrogen power, diagnostics of power equipment, theory of comb





Елена Викторовна
Курьянова
Elena V. Kuryanova

Сведения об авторе: ассистент кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника».
Образование: ВФ МЭИ (2006).
Область научных интересов: альтернативная энергетика, диагностика энергетического оборудования.
Публикации: 15.

Author information: assistant of Heat Engineering Department of Volzhsky Branch of the Moscow Power Engineering Institute.

Education: Volzhsky Branch of the Moscow Power Engineering Institute (Technical University) (2006).

Research interests: renewables, equipment diagnostics.

Publications: 15.



Василий Николаевич
Курьянов
Vasily N. Kuryanov

Сведения об авторе: канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника» ВФ МЭИ.

Образование: ВФ МЭИ (2006).

Область научных интересов: диагностика систем, энергоэффективность оборудования.

Публикации: 25.

Author information: Ph. D. (Tech.), associate professor of Heat Engineering Department Volzhsky Branch of the Moscow Power Engineering Institute.

Education: Volzhsky Branch of the Moscow Power Engineering Institute (Technical University) (2006).

Research interests: renewables, energy efficiency of equipment.

Publications: 25.



Махсуд Мансурович
Султанов
Maqsood M. Sultanov

Сведения об авторе: канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника».

Образование: ВФ МЭИ (2001).

Область научных интересов: исследование и оптимизация режимов работы ТЭС.

Публикации: 27.

Author information: Ph.D., associate professor of the department "Heat and power engineering and thermal engineering" of the Volzhsky Branch of MPEI.

Education: Volzhsky Branch of the Moscow Power Engineering Institute (Technical University) (2001).

Research interests: the study and optimization of thermal power plant operation.

Publications: 27.

Для получения устойчивой суспензии алюминия в воде использовали агар-агар, для производства в промышленных масштабах возможно применение модифицированной полиакриловой кислоты, которая схожа по свойствам с агар-агаром. Агар-агар является растительным заменителем, образует в водных растворах плотный студень. Агар-агар нерастворим в холодной воде. Он полностью растворяется только при температурах от 95 до 100 градусов. Горячий раствор является прозрачным и ограниченно вязким. При охлаждении до температур 35-40° он становится

чистым и крепким гелем, который является термообратимым. При нагревании до 85-95° он опять становится жидким раствором, снова превращающимся в гель при 35-40° градусах.

Были проведены эксперименты для нахождения оптимальной величины загущения водной суспензии алюминия за счет растворения различных навесок агар-агара. Для осуществления опытов были взяты 6 навесок загустителя, который смешали с 10 г алюминиевой пасты и 100 мл дистиллированной воды. В емкость с водой добавляли пасту алюминия, содер-

жимое в емкости тщательно перемешивали до получения однородной массы. Из-за специального покрытия частицы алюминия плохо смешиваются с водой, поэтому наблюдалось расслоение водной суспензии алюминия. Большая часть алюминия оставалась на поверхности. Затем добавляли загуститель и перемешивали.

По мере увеличения массы загустителя получали более равномерное распределение массы алюминия в водной суспензии. Результаты исследования приведены на фотографиях (рис. 1), где представлены образцы замесов загущенной суспензии алюминиевой пудры при различной концентрации загустителя (агар-агара).



Рис. 1. Емкости с суспензией алюминий + агар-агар + вода
Fig. 1. Containers with a suspension of aluminum + agar-agar + water

Количество агар-агара:

- Стакан № 0 – 0 г (алюминий и вода).
- Стакан № 1 – 0,015 г.
- Стакан № 2 – 0,031 г.
- Стакан № 3 – 0,05 г.
- Стакан № 4 – 0,156 г.
- Стакан № 5 – 0,302 г.

Исследования показали, что использовать большее количество агар-агара (свыше 0,5 г) нецелесообразно, так как суспензия сильно теряет свойство текучести.

Эксперименты показали, что с увеличением количества вносимого в суспензию загустителя система образует стабильную вязкую текучую массу.

Проведенные эксперименты по получению водорода на основе смешения загущенной водной суспензии алюминия и раствора щелочи показали, что процесс выделения водорода стабилен, т.е. загуститель не влияет на скорость выделения водорода.

Таким образом, экспериментально подтвержден способ регулирования рабочего процесса в проточном реакторе непрерывного действия по линии подачи загущенной водной суспензии алюминия.

Результаты проведенных исследований по приготовлению загущенной водной суспензии алюминия можно успешно использовать в строительной сфере промышленности, например, в производстве газобетона, существенно сократив энергозатраты на приготовление водных суспензий алюминия.

На рис. 2 представлены фотографии под микроскопом: *a* – алюминиевый порошок в сухом виде; *b*, *c* – водные суспензии алюминия с разным количеством загустителя.



a



b



c

Рис. 2. Алюминиевый порошок под микроскопом:
a – сухой алюминий;

b – суспензия алюминия с 0,2 г агар-агара;

c – суспензия алюминия с 0,5 г агар-агара

Fig. 2. Aluminium powder under microscope:

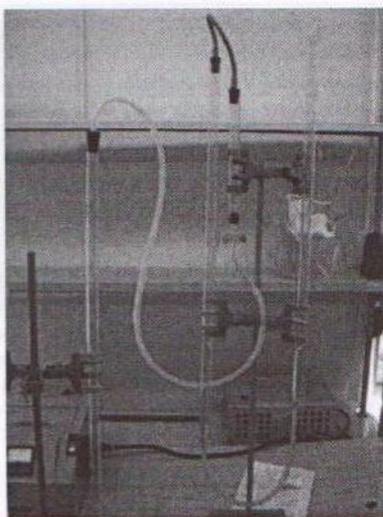
a – dry aluminum;

b – suspension of aluminum (0.2 g of agar-agar);

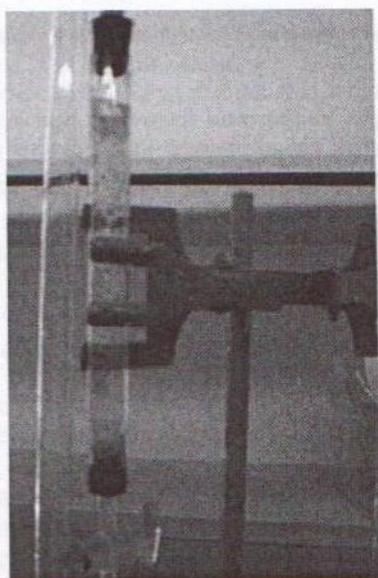
c – suspension of aluminum (0.5 g of agar-agar)

Экспериментальные исследования проверки схемы проточного реактора водорода

Для исследования процесса работы проточного реактора водорода, в котором одновременно отводится водород и водные продукты реакции во время работы, была создана экспериментальная установка, представленная на рис. 3.



a



b

Рис. 3. Экспериментальная установка проверки схемы проточного реактора: а – перед работой; б – во время работы
Fig. 3. Experimental set for testing scheme flow reactor: a – before work; b – during operation

Экспериментальная установка содержала проточный реактор, в котором в донной части установлен фильтр для удержания частиц алюминия. Реактор снабжен двумя магистралями. В верхней части реактора установлена магистраль отвода получаемого водорода, в нижней части – магистраль отвода водных продуктов реакции. Водород отводился в газосборник, а водная часть продуктов реакции – в водосборник. На магистрали отвода водных продуктов реакции установлен кран, с помощью которого регулировался расход отвода водных продуктов реакции.

В результате проведенных экспериментов получен устойчивый рабочий процесс получения водорода в схеме проточного реактора. Способ получения водорода запатентован [1, 2].

На основе полученных результатов разработан ряд проектов энергетических систем с водородным реактором непрерывного действия [3]: автономная энергетическая установка для аварийного энергообеспечения ретранслятора сотовой связи на основе водородного реактора непрерывного действия; энергоустановка с электрохимическим генератором; мобильная установка заправки систем охлаждения турбогенераторов водородом.

Выводы

1. Экспериментально проверена возможность получения устойчивой водной суспензии алюминия путем загущения на основе агар-агара.
2. Экспериментально проверена устойчивость рабочего процесса при использовании загущенной водной суспензии алюминия на основе агар-агара.
3. Экспериментально проверена устойчивость рабочего процесса схемы проточного водородного реактора.
4. Разработаны проекты энергоустановок с водородным реактором непрерывного действия.

Работа выполнена по теме № 7.5704.2011 Минобрнауки.

Список литературы

1. Мокеев И.В., Терентьев Г.Ф. Моделирование рабочего процесса получения водородного топлива в системе «алюминий + раствор щелочи». «Ресурсо-энергосбережение и эколого-энергетическая безопасность промышленных городов»: 4-я Всерос. научно-практическая конференция, г. Волжский, 25-28 сентября 2012 г. // Сборник материалов конференции. Волжский: Филиал МЭИ в г. Волжском, 2012.
2. Патент РФ № RU 2545290. Способ получения водорода за счет гидролиза твердого реагента – алюминия в реакционном сосуде / В.С. Кузеванов; М.М. Султанов; Г.Ф. Терентьев; П.В. Шамигулов // 15.11.2013.
3. Патент РФ № RU 2553885. Генератор водорода / В.С. Кузеванов; М.М. Султанов; Г.Ф. Терентьев; П.В. Шамигулов // 15.11.2013.

References

1. Mokeev I.V., Terent'ev G.F. Modelirovanie rabocheho processa polucheniâ vodorodnogo topliva v sis-teme «alûminiâ + rastvor šeloči». «Resurso-ènergobereženie i èkologo-ènergetičeskââ bezopasnost' promyšlennyh gorodov»: 4-â Vseros. naučno-praktičeskââ konferenciâ, g. Volžskij, 25-28 sentâbrâ 2012 g. // Sbornik materialov konferencii. Volžskij: Filial MÈI v g. Volžskom, 2012.
2. Patent RF № RU 2545290. Sposob polucheniâ vodoroda za sčet gidroliza tverdogo reagenta – alûminiâ v reakcionnom sosude / V.S. Kuzevanov; M.M. Sultanov; G.F. Terent'ev; P.V. Šamigulov // 15.11.2013.
3. Patent RF № RU 2553885. Generator vodoroda / V.S. Kuzevanov; M.M. Sultanov; G.F. Terent'ev; P.V. Šamigulov // 15.11.2013.

Транслитерация по ISO 9:1995