

УДК 620.92

А.В. Королев, д-р. техн. наук, доц.,
Е.В. Ильина, магистр,
Одес. нац. политехн. ун-т

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНЕГАЗА КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

О.В. Королев, О.В. Ильина. Дослідження магнегазу як альтернативного джерела енергії. Представлено результати експериментального дослідження процесу отримання магнегазу, а також результати порівняння продуктивності реактора для отримання магнегазу та електролізера рівної потужності.

A.V. Korolyov, E.V. Ilyina. Investigation of magnegas as an alternative source of energy. The results of experimental research of the process of obtaining magnegas are presented, as well as the comparison results of reactor capacities for obtaining magnegas and electrolyzer of equal power.

В области альтернативной энергетики активно развиваются направления, связанные с производством горючего газа из гидрокарбонатосодержащего сырья, такого как промышленные и городские жидкие отходы, биомасса, уголь и угольная пыль, нефть и пр. Одним из таких направлений является недавно возникшая технология Magnegas™ на основе плазменных реакторов PlasmaArcFlow™Recyclers, предложенная и разработанная лабораторией Р.М. Сантилли (США) [1, 2].

Суть технологии заключается в следующем. Электрическая дуга, горящая между двумя углеродными электродами под слоем воды, эффективно разделяет воду на атомные составляющие (ионизация атомов водорода, кислорода и углерода в плазме протекает при температуре около 3000 °С, причем этот процесс сопровождается также сублимацией углеродосодержащих электродов). В результате этого происходит преобразование воды и гидрокарбонатосодержащего сырья в магнегаз. Кроме этого жидкость в PlasmaArcFlow™Recyclers стерилизуется действием высокотемпературной электрической дуги, сильного электрического тока, магнитного поля и интенсивного ультрафиолетового излучения. Энергия, не идущая на рекомбинацию водорода и кислорода, расходуется на нагрев воды. Таким образом, производится две формы энергии: горючий газ и теплота, отводимая рабочей жидкостью.

Лабораторией Magnegas™ предложены реакторы двух видов: замкнутого и разомкнутого цикла. В замкнутом цикле вода циркулирует через электродуговое пространство до тех пор, пока вся не перейдет в газ. Линейный (разомкнутый) цикл основан на непрерывной прокачке через электродуговое пространство новых порций воды. Линейный реактор рекомендован для использования при переработке биологически загрязненной жидкости, содержащей до 10 % примесей.

Опираясь на свои исследования, Р.М.Сантилли рекомендует использовать магнегаз, полученный по технологии PlasmaArcFlow™, как альтернативное газовое топливо для автомобилей, газ для газовой резки металлов (сравним с ацетиленом) и газ для домашнего использования (альтернатива природному газу). Магнегаз рекламируется как топливо, содержащее гораздо меньше вредных веществ в выхлопе, чем, например, бензин [2].

Основными химическими реакциями, проходящими в реакторе, являются газификация углерода (графита) и конверсия воды и углерода в водород и оксид углерода. Таким образом, реакцию, протекающую в реакторе PlasmaArcFlow™, можно представить, как



Коэффициент выработки тепловой энергии, равный отношению теплоты сгорания магнегаза к затратам электроэнергии для реакторов PlasmaArcFlow™, составляет около 3...5 [1]. За счет технологических усовершенствований реактора предполагается повысить коэффициент выработки тепловой энергии до 7...10, при этом реактор предполагается перевести на автономный режим электропитания [2].

В настоящее время исследования магнегаза проводятся в Индии и Израиле, из стран СНГ только в Казахстане, в Украине подобных исследований не проводилось. Исходя из этого, проведено независимое сравнительное экспериментальное исследование производительности магнегазовой и электролизной установок. Так как при получении магнегаза используется прохождение электричества через воду, то такое сравнение позволит определить также и возможную долю вклада электролиза в процесс выработки магнегаза.

Экспериментальное исследование выполнялось на установке, построенной по принципу замкнутого цикла PlasmaArcFlow™ (рис. 1).

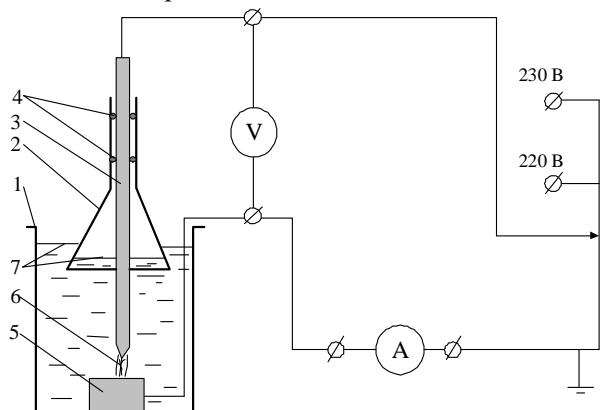


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки для получения магнегаза

В состав установки входят: бак-емкость 1 из термостойкого стекла объемом 0,5 л, емкость-сборник газовой смеси 2, представляющая стеклянную воронку диаметром 85 и высотой 70 мм, угольные расходуемые подвижные электроды 3 диаметром 8 мм. Герметизация зазора между емкостью-сборником 2 и угольным электродом 3, выполнена резиновыми кольцами 4. Измерение напряжения и тока на дуге 6 выполнялось вольтметром и токовыми клещами. Питание дуги осуществлялось подачей напряжения на подвижный 3 и неподвижный 5 графитовые электроды от автотрансформатора на 5 кВт. Температура воды непрерывно измерялась хромель-алюмелевой термопарой (ТХА) с вторичным показывающим прибором.

Установка питалась как переменным, так и постоянным током. Один угольный электрод фиксировался на дне бака-емкости, а второй перемещался вместе со сборной емкостью, инициируя возникновение электрической дуги и поддержание ее горения. В установку заливали обессоленную воду. Горловина емкости-сборника 2 при проведении экспериментов находилась под уровнем воды 7.

Эксперимент проходил следующим образом. Первоначально устанавливалось так называемое “холостое” напряжение, затем, замыкая электроды, создавалась электрическая дуга, после стабилизации которой замерялись средние значения напряжения и силы тока. Возникающая при горении дуги газовая смесь скапливалась в емкости-сборнике. При этом было видно, что в емкости собирается смесь газов, а водяной пар конденсируется при прохождении через слой воды в “задуговой” области. В случае попадания пара в емкость-сборник, он был хорошо виден, т.к. не сконденсировавшись в воде, начинал конденсироваться на стеклянной поверхности емкости, которая “запотевала”. Такие случаи имели место при подъеме температуры воды выше 80 °С, поэтому в эксперименте вода регулярно заменялась на холодную, чтобы работать в диапазоне температур 12...30 °С. Таким образом, объем получаемого газа практически соответствовал объему магнегаза без содержания водяных паров.

По окончании опыта фиксировались объем полученной смеси и температура воды в емкости-сборнике. Перед экспериментом емкость-сборник калибровалась водяным объемом, заливаемым из мерной мензурки.

Замечено, что температура жидкости до и после ряда проведенных опытов изменяется незначительно: за время проведения каждой серии экспериментов (5 точек) температура воды менялась в диапазоне 14,3...27,8 °С.

Электрическая мощность, идущая на получение магнегаза, рассчитывалась как: $Q = UI$, Вт, а расход получаемого газа — $G = V/T$, мл/сек, где V — объем собранного газа, мл; T — время горения дуги, с, (табл. 1).

Построенные по полученным данным графические зависимости (рис. 2) позволяют сделать следующие заключение.

Таблица 1

Результаты экспериментов по получению магнегаза

№	Напряжение холостого хода U_{xx} , В	Напряжение на дуге U , В	Ток дуги I , А	Объем собранного газа V , мл	Время горения дуги T , с	Мощность дуги электрическая Q , Вт
переменный ток						
1	5,6	3	8,2	1,4	111,65	24,6
2	8,9	5,81	24,3	7,5	53,38	141,183
3	10,1	6,45	27,15	17,6	96,94	175,1175
4	12	7,3	28	24,5	61,22	204,4
5	14,1	10	23	13,5	33,49	230
6	8,2	4,9	19,5	1,4	26,28	95,55
7	12,2	7,2	33	7,5	13,97	237,6
8	14	8,65	41	8,9	8,28	354,65
9	15,4	11,3	35	26,5	34	395,5
10	12	7,42	37,6	59	118,3	278,992
11	18	15,28	24,49	58	52,2	374,2072
12	20	15,5	34,17	59	11,24	529,635
13	22,2	15,6	50,33	59	7,54	785,148
постоянный ток						
14	12,2	8,42	25,8	0,5	61,6	217,236
15	14,5	10,01	30,1	8	101	301,301
16	18	14,9	33,25	23	37,7	495,425
17	20,1	17,11	39,11	59	19,7	669,1721
18	22	18	44,8	59	19,8	806,4

Эксперимент показал, что появление дуги сопровождается образованием в области дуги парового пузыря с диаметром, зависящим от силы тока. Под действием высоких температур происходят интенсивное парообразование и ионизация атомов воды, в результате чего реализуется высокотемпературная паровая конверсия углерода электродов.

Вопреки ожиданиям, удельный выход магнегаза оказался выше более чем в два раза на дуге переменного, а не постоянного тока. Это говорит о том, что процессы электролиза не влияют на рассматриваемый процесс, и электричество течет не через воду, а в основном по дуге. Повышенный выход мегнегаза на переменном токе можно объяснить тем, что дуга в этом случае периодически меняет направление, переходя через ноль. В условиях сильного охлаждения в такой среде как вода дуговой промежуток смыкается, а горячие угольные поверхности омываются кипящей водой, улучшая условия для паровой конверсии углерода.

В процессе проведения опыта замечено, что с увеличением подводимой мощности производительность росла линейно и быстрее устанавливается стабильный режим.

После серии опытов (№1...5), масса электрода составила 21985 мг при массе исходного электрода 21990 мг, т.е. на получение суммарного объема газа в 64,5 мл израсходовалось 5 мг углерода.

Другое наблюдение касается характера кривых, которые в обоих случаях вначале растут, а затем входят в область насыщения. Это можно объяснить выходом на предельную мощность для данной установки. Дело в том, что увеличение мощности дуги до 700...800 Вт приводило к интенсивному процессу паро- и газообразования и потерям газа мимо сборной емкости за счет более активного бурления поверхности воды.

Для сравнения выхода горючего газа при электролизе и при электродуговой пароглеродной конверсии магнегаза сведены данные по производительности электролизных генераторов известных марок [4] (табл. 2).

Таблица 2

Производительность промышленных электролизеров малой мощности

Марка электролизера	ЭВГ-7	ЭВГ-8	ЭВГ-10	ЭВУ-40	ЭВУ-80	ЭВУ-100
Производительность, л/ч	40	25	45	40	80	160
Потребляемая мощность, Вт	145	95	140	180	360	750

Для сравнения производительностей магнегазовой установки и электролизера, данные таблицы 2 представлены графиком (рис. 3). Из графика видно, что увеличение мощности приводит к понижению производительности электролизера, это объясняется тем, что при больших токах происходит частичное экранирование электродов генерирующимися на них пузырями. Процесс электролиза воды, в отличие от процесса получения магнегаза, начинается при превышении определенного потенциала на электродах, зависящего от многих факторов (материала электродов, электролита и т.п.). Тем не менее, из рисунков 2 и 3 видно, что производительность электролизеров по горючему газу выше производительности реактора магнегаза более, чем в 5 раз.

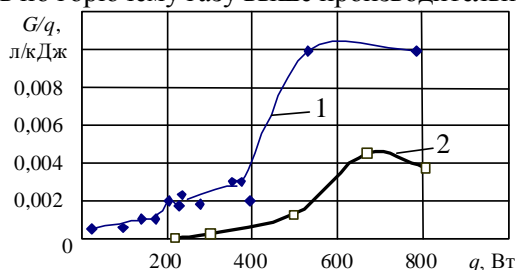


Рис. 2. Зависимость удельного выхода магнегаза от подводимой электрической мощности: 1 — переменный; 2 — постоянный (выпрямленный) ток

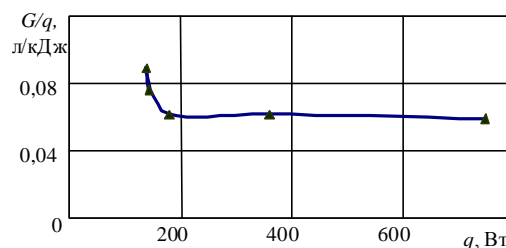


Рис. 3. Зависимость удельного выхода гремучего газа (смеси водорода и кислорода) от электрической мощности, подводимой к электролизеру

Исходя из изложенного, можно сделать следующие выводы:

- при получении магнегаза целесообразно использовать переменный ток, дающий более высокий выход газа в сравнении с постоянным током;
- экспериментально установлено, что производительность магнегазового реактора уступает производительности электролизера такой же мощности;

Литература

1. Santilli R. M. Structure and combustion of Magneegas™ / Santilli R. M., Aringazin A. K. — <http://www.usmagnegas.com/technology.html> (11.04.2008)
2. Santilli R. M. A study of the energy efficiency of hadronic reactor of molecular type / Santilli R. M., Aringazin A. K. — <http://www.usmagnegas.com/technology.html> (11.04.2008)
3. Справочник азотчика. Т. 1 / Под ред. Е.Я. Мельникова. — М.: Химия, 1967. — 491 с.
4. Корж В.Н. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем / Корж В.Н., Дыхно С.Л. — К.: Техника, 1985. — 64 с.

Поступила в редакцию 29 января 2007 г.

