

**В.Г. ГРИШИН, И.Л. КЛЫКОВ, Ю.А. ПОПОВ**

*Московский инженерно-физический институт (государственный университет),  
Межфакультетская научная группа "DIAMOND-МИФИ"*

## **РАЗВИТИЕ ПРОЕКТА "ПЛАЗМЕННО- ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ"**

Завершен II этап ОКР проекта. В результате изготовлены: выставочный образец парогенератора ИГРА – 3/3В (выставочный), лабораторная установка для генерации водорода ИГРА – 5/1, демонстрационный прозрачный прибор катодно-анодного электрического разряда в электролите ИГРА –20Д. Выполнены эскизные проекты: «Опреснители морской воды марки ИГРА – 20/1÷ИГРА – 20/10», «Установка для крекинга метанола марки ИГРА 30/1÷ИГРА 30/10». Разработана теоретическая модель объёмно-диффузного электрического разряда в электролите и получены первые экспериментальные результаты по его высокочастотной модификации.

### **1. Введение**

В конце 2001 г. предложен [1] инновационный проект использования плазменно-электрохимических (ПЭХ) процессов для генерации тепловой энергии. На Научной сессии МИФИ – 2003 был представлен отчет [2] о развитии этого проекта с обеспечением его научными проработками.

Представляемые результаты ОКР указывают на прорыв в области Плазменной электрохимии – науки, до сих пор не имеющей самостоятельного статуса. Анализ более 1000 литературных источников совместно с опубликованной обработкой 202-летней истории развития исследований объёмно-диффузного электрического разряда в электролите (ОДЭРЭ) позволили авторам проводить исследования в области Плазменной электрохимии водных электролитов [3÷5] и приступить к освоению Плазменной электрохимии неводных электролитов.

Созданные установки с успехом демонстрировались на ESI –2001, ESI-2003 а также на НТТМ –2001 и Архимед –2002. Несомненно, что разработанные эскизные проекты, направленные на создание эффективных опреснителей и добычу необходимых веществ из морской воды (водного электролита), и скорейшего перевода двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на водород (метанол), являются одним из возможных решений главных проблем человечества в настоящее время.

## 2. Парогенератор ИГРА – 3/3В

Парогенератор (ПГ) марки ИГРА – 3/3 является самым малогабаритным в серии ПГ ИГРА 3/1÷ИГРА – 3/10, предлагаемым для промышленного и бытового применения. ПГ марки ИГРА являются, по сути, научно-техническим прорывом в обеспечении предприятий основного и вспомогательного производств паром с температурой до 600 К. При подаче на ПГ электрического напряжения 200 или 380 В (верхний предел не ограничен) практически моментально потребителю начинает поступать пар требуемой температуры. То есть килограмм пара имеет стоимость практически равную стоимости 1 кВт-час электроэнергии, что при периодическом использовании пара даёт экономию средств в десятки раз по сравнению со снабжением из котельных или нагревательных элементов типа ТЭН. ПГ ИГРА 3/3 может быть подсоединен к коммунальному водопроводу и представляет собой двухдюймовую трубу из нержавеющей стали. С обоих концов она закрыта заглушками, из которых выходят трубы для подвода воды и отвода пара. Из верхней заглушки также выходит питающий кабель для подключения к электросети.

## 3. Образец генератора водорода ИГРА –5р

22 июня 2001 г. на кафедре «Физика плазмы» МИФИ В.Г. Гришиным была завершена НИР «Разработка плазменно-электрохимического генератора тепловой энергии», где он, в частности, доказал возможность плазменно-электрохимического получения водорода в количестве, превышающем на 20% требуемое законом Фарадея. На научных сессиях МИФИ 2002 и 2003 авторы предложили инновационные проекты получения водорода в 5 раз дешевле, чем при использовании классического электролиза воды. Авторы изготовили первый образец лабораторного ПЭХ – генератора водорода. Главной проблемой являлось сохранение гремучей смеси и ее сепарация на водород и кислород. Для этого была применена разделительная колонка, разработанная группой разделения газов сектора академика В.В. Струминского (умер в 1998 г.). Однако разделительная колонка была предназначена для разделения воздуха на кислород и азот, поэтому применение её для сепарации смеси является заслугой авторов. Производительность генератора водорода ИГРА-5р невысока, стандартный резиновый шарик (обычно наполняемый гелием) наполняется водородом примерно за 15 минут.

#### 4. Демонстрационный прибор ИГРА – 20д

Исследование анодного электрического разряда в электролите [6] выявило целесообразность наложения анодных импульсов на катодно поляризованный рабочий электрод. В результате резко снижается эрозия электродов при увеличении диапазона потенциалов горения электрического разряда. Также появляется возможность регулирования генерируемых им звуковых и ультразвуковых колебаний. При этом, очевидно, что имеет место новый (или модифицированный) разряд – катодно-анодный электрический разряд в электролите (КАЭРВЭ). Исследования КАЭРВЭ выявили зависимости кавитации и седиментации от частоты излучаемых им колебаний. Выводы основаны на визуализации генерируемых КАЭРВЭ пузырьков в жидкости и выпадающего осадка растворенных в ней химических веществ. Для визуального изучения КАЭРВЭ был создан демонстрационный прозрачный прибор, названный ИГРА – 20д.

#### 5. Проект опреснителей морской воды

Проблема опреснения морской воды имеет практический характер. Успешное решение этой проблемы позволит приступить к освоению пустынных земель и добыче необходимых человеку веществ из морской воды.

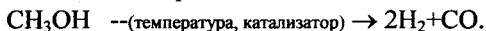
Авторы предлагают использовать для опреснения морской воды установки на основе КАЭРВЭ. Возможная мощность таких установок варьируется от 1 кВт (при производительности 5 литров пресной воды в час) до максимума, ограниченного возможностями источников питания. Разрабатываемые опреснители марки ИГРА 20/1÷ИГРА 20/10 состоят из двух основных узлов, составляющих фактически один объем: парогенератора, использующего КАЭРВЭ в поданной морской воде, и резонатора, аккумулирующего на дне рыхлый осадок выделенных из воды солей.

Главной технологической операцией после запуска опреснителя ИГРА – 20/1÷ИГРА – 20/10 является настройка резонатора, от чего зависят качество питьевой воды и выпадающего на его дно осадка. При этом необходимо отметить, что открывается широкая перспектива получения целебных вод, а при больших масштабах опреснения существенная удобряющая способность поливных вод. К тому же, при больших масштабах опреснения возникает необходимость добычи из осадков полезных веществ вплоть до создания безотходных технологий, когда питьевая(поливная) вода будет иметь минимальную стоимость. Питание возможно от двухфазной сети 220 или 380 В (хотя верхний предел не ограничен). Сам парогенератор представляет собой сдвоенный агрегат. Его неза-

висимые отсеки включаются попеременно, что дает непрерывный пульсирующий выход парогазовой смеси. Габариты опреснителя на 5 литров в час при мощности 1 кВт/час, 400×300×1500 мм. Масса – 15 кг.

### 6. Проект крекингов метанола

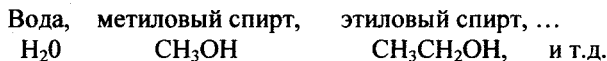
Проектируемые крекингеры метанола предназначены для перевода Д.В.С. с работы на бензине к работе на водороде – в данном случае на смеси  $2\text{H}_2 + \text{CO}$ . Предлагается встраивать крекинг в агрегат Д.В.С.: таким образом жидкий метанол из топливного бака подаётся в крекинг, где разлагается в соответствии с реакцией:



Полученная газовая смесь подается в камеру сгорания.

Метанол, получаемый из угля – а, в перспективе, исключительно из древесины, скоро станет дешевле бензина [7]. При этом надо учитывать возможность транспортировки метанола из лесных массивов и угольных месторождений по существующим нефтепроводам. Плановое воспроизведение древесного сырья создаст предпосылки для решения обостряющихся экологических проблем. Такая ситуация, по мнению авторов, будет содействовать и решению основной проблемы – получению  $\text{H}_2$  из  $\text{H}_2\text{O}$ .

Ещё Д.И. Менделеев в 1856 г. рассматривал воду как первый член гомологического ряда предельных спиртов:



что указывает на особую роль Плазменной электрохимии водных и спиртовых растворов. По данным авторов, они первыми получили плазму в неводном электролите. По финансовым причинам провести подробное, пока, не представляется возможным, однако данные для составляемого проекта авторами определены.

Проблема крекинга метанола, как и проблема КАЭРВЭ, требует проведения НИР. Поэтому в данном отчете представлены лишь оценки экспериментально полученных данных на установке ИГРА – 5.

### 7. Дальнейшее развитие

Студенческий творческий коллектив ставит целью [2] внедрение в промышленность парогенераторов марки ИГРА – 3/1÷ИГРА – 3/10 и генераторов водорода марки ИГРА – 5/1÷ИГРА – 5/10. Коллектив сделал, что он должен был сделать, но спонсоры отсутствуют. При проведении

ОКР авторы определили некоторые реперные точки Плазменной электрохимии. Развитие проекта, при условии появления спонсоров, будет проводиться следующим образом:

1. Создание нового студенческого коллектива и привлечение к сотрудничеству научных организаций по профилям: плазменная электрохимия, химия и физика плазмы, химия и физика жидкости и твердого тела, атомно-ядерных процессов, энерго-массообмена.
2. Продолжатся НИОКР по парогенераторам и генераторам водорода, а также НИОКР по КАЭРВЭ с перспективой создания установок для освоения пустынь и минеральных ресурсов океана.
3. Продолжится поиск, на базе получаемых опытных результатов, прорывной технологии плазменно-электрохимической генерации тепловой энергии.
4. Будут продолжаться опыты по Плазменной электрохимии неводных электролитов.

#### *Список литературы*

1. И.Л. Клыков, Н.В. Щаврук. – научные руководители Ю. А. Попов, В.Г. Гришин, - Плазменно-электрохимические генераторы тепловой энергии.// Научная сессия МИФИ-2002. Сб. научн. трудов. В 14 томах. Т. 11., М. МИФИ, 2002, с.62÷64.
2. И.Л. Клыков, С.В. Коперник, Н.В. Щаврук – научные руководители Ю.А. Попов, В.Г. Гришин. – Развитие проекта «Плазменно-электрохимические генераторы тепловой энергии» //Научная сессия МИФИ – 2003. Сб. научн трудов. В 14 томах. Т 11., М. МИФИ, 2003 с. 112÷118.
3. Ю.Н. Бажутов, В.Г. Гришин, В.Н. Носов Электролиз с газовым разрядом на аноде. Мат. 10<sup>й</sup> Росс. конф. По холодной трансмутации ядер химических элементов и шаровой молнии (Дагомыс, Сочи 29.09 ÷6.10.2002 г.), М., 2003, с. 19÷26.
4. В.Ю. Великородный, В.Г. Гришин Экспериментальные исследования работы вихревых нагревателей с выносным контуром. Мат. 10<sup>й</sup> Росс. Конф. По холодной трансмутации ядер химических элементов и шаровой молнии (Дагомыс, Сочи 29.09 ÷6.10.2002 г.), М., 2003, с 27÷32.
5. В.Ю. Великородный, В.Г. Гришин Плазмодинамическая генерация водорода в природной воде. Программа и тезисы 11<sup>й</sup> Росс. конф. По холодной трансмутации ядер химических элементов и шаровой молнии (Дагомыс, Сочи 28.09÷5.10.2003 г.). М., 2003, с. 45÷46.
6. В.Г. Гришин, И.Л. Клыков, С.В. Коперник, Н.В. Щаврук. Анодный электрический разряд в электролите.// Научная сессия МИФИ-2003. Сб. научн. трудов. В 14 томах. Т. 4., М. МИФИ, 2003
7. М.М. Караваев, А.П. Мастеров Производство метанола. М., Химия, 1973. 160 с.