



ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСИ

А. М. ЖЕРНОСЕКОВ, В. М. КИСЛИЦЫН, кандидаты техн. наук (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Установлено, что применение импульсных источников питания дуги с плавной регулировкой параметров импульсов и увеличенной частотой их следования позволяет повысить коэффициент полезного действия электролизера.

Ключевые слова: газогенераторы, водородно-кислородные смеси, электролизер, источники питания, частота импульсов, газопламенная технология

Для получения водорода технической чистоты чаще всего используют электролиз воды, однако во многих случаях промышленное применение электролитического водорода оказывается дороже других горючих газов или водорода, получаемого, например, способами каталитической конверсии водяного пара или реформингом метана. Попытки снизить существенные расходы на транспортировку и хранение запасов водорода путем размещения электролизера у места его потребления оказывались тщетными из-за высокой стоимости электролизера, необходимости в специальном помещении для его размещения, а также высокого уровня текущих затрат.

Широкое применение водорода сдерживается укоренившимся представлением о его особой степени взрывоопасности. Этот тезис был опровергнут в начале 1970-х годов, когда в нашей стране и за рубежом было экспериментально доказано, что при определенных условиях можно обеспечить достаточно высокую степень взрыво- и пожаробезопасности с помощью более простых по конструкции электролизеров водородно-кислородной смеси (гремучей смеси). Первые образцы генераторов водородно-кислородной смеси имели невысокую производительность (до $0,2 \text{ м}^3/\text{ч}$) [1, 2], достаточную для использования в процессах пайки и микросварки изделий электротехнической и электронной промышленности.

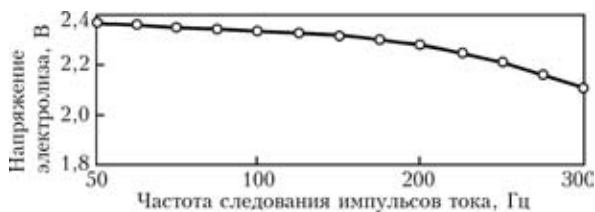
Переход к разработке конструкций газогенераторов производительностью более $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ [3] был осуществлен на основании накопленного опыта их технологического использования. Основные принципы разработки в ИЭС им. Е. О. Патона газогенераторов водородно-кислородной смеси производительностью более $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ [4] заключались в двухблочном исполнении газогенератора (источника питания и электролизера), использовании сварочного источника постоянного тока; разделении полученной смеси на два канала —

чистой гремучей смеси и смеси, обогащенной углеродными добавками. Эту концепцию разработки газогенератора, проверенную в течение десятка лет на многих предприятиях Украины, впоследствии использовали и ведущие зарубежные фирмы [5].

Как показала практика многолетней эксплуатации газогенератора водородно-кислородной смеси А-1803 производительностью до $1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$, созданного на основе прототипа ГВК-1,5, его конструкция оказалась наиболее удачной с точки зрения соотношения его рыночной стоимости к величине затрат на изготовление, а также эксплуатационных преимуществ по сравнению с другими конструкциями. Надежность этой конструкции, а также возможность разработки на основе водородно-кислородных смесей экологически чистых технологий позволяет надеяться на перспективность развития газопламенной технологии в этом направлении [6].

Учитывая, что газогенератор А-1803, разработанный более четверти века назад, имел КПД преобразования электрической энергии в химическую не выше 62 %, сегодня появилась возможность улучшить его путем использования в качестве материала электродов никеля вместо низкоуглеродистой стали, снижения плотности тока на электродах и проведения процесса электролиза при давлении до 0,3 МПа. Кроме того, появилась возможность проведения экспериментальной проверки идеи электролиза на повышенных частотах, чему способствовало создание источников питания, разработанных в ИЭС им. Е.О. Патона [7] и хорошо зарекомендовавших себя при импульсно-дуговой сварке конструкций ответственного назначения [8]. Они позволяют плавно регулировать частоту следования импульсов тока от 30 до 300 Гц; длительность импульсов от 1,5 до 5 мс; амплитуду импульсов тока до 800 А; ток сварки от 50 до 315 А (при ПВ = 100 %); напряжение на дуге от 16 до 40 В.

На рисунке представлена экспериментальная зависимость напряжения на электролитической ячейке от частоты следования импульсов тока. Оказалось, что данная зависимость специфична для конкретной конструкции электролитической



Зависимость напряжения электролиза от частоты следования импульсов тока

ячейки, использованной в электролизере А-1803 [3]. Явление снижения напряжения электролиза можно объяснить следующим образом. Из литературных данных [9] следует, что при электролизе водных растворов перенапряжение водорода в основном зависит от материала катода и плотности тока электролиза. Однако, как показывают результаты данного эксперимента, напряжение электролиза существенно зависит и от формы импульсов тока. Поскольку водорода в процессе электролиза водных растворов выделяется в 2 раза больше, чем кислорода, рассмотрим более подробно особенности выделения водорода.

Как известно, для электролиза используют источники постоянного тока, состоящие из трехфазного выпрямителя, который выполнен по схеме Ларионова, или однофазного выпрямителя с двухполупериодным выпрямлением. В процессе электролиза катод практически за несколько десятков секунд покрывается слоем адсорбированного водорода, что сопровождается увеличением напряжения электролиза из-за роста переходного электрического сопротивления на границе металл – электролит. Известно также, что если во время роста пузырька водорода на поверхности катода на некоторое время прервать ток электролиза, то в первый момент времени происходит скачкообразное увеличение потенциала катода, что неизбежно приводит к образованию нового центра адсорбции и перераспределению адсорбированных пузырьков водорода. В ходе этого процесса происходит отрыв от поверхности катода наиболее крупных пузырьков водорода и их естественное или принудительное удаление из электролита. При новом цикле включения тока электролиза выделение водорода наиболее интенсивно будет происходить именно на новых центрах адсорбции, сформировавшихся в

момент выключения тока электролиза, причем при меньшем значении напряжения источника питания. Первостепенное значение в данном случае имеет полное прекращение тока электролиза, достигаемое при падении напряжения до нуля, а не его снижение, вызванное пульсацией, характерной для обычных источников постоянного тока. Очевидно, что наличие незначительного пика отрицательного напряжения также будет способствовать снижению перенапряжения, вызванного формированием на поверхности катода газового подслоя.

Таким образом, экспериментально установлено, что увеличение частоты импульсов тока источника питания с 50 до 300 Гц позволяет повысить КПД электролизера с 62 до 70 %. При дополнительной замене в конструкции электролизера материалов электродов и повышении давления электролиза можно ожидать повышения КПД данной конструкции электролизера до 90 %.

1. *Wasser-Schweisser // Produktion.* — 1972. — № 8. — S. 104.
2. *Кислицын В. М., Мусин А. Г.* Малогабаритные переносные установки для пайки и сварки кислородно-водородным пламенем // *Сварка и пайка элементов полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.* — Киев: Знание, 1974. — С. 10–11.
3. *А.с. 507668 СССР.* Электролизер для получения гремучего газа из воды и водных растворов / В. К. Лебедев, А. А. Россошинский, В. М. Кислицын и др. — Оpubл. 1976, Бюл. № 11.
4. *Информационное письмо / АН УССР.* Ин-т электросварки им. Е. О. Патона. — Киев, 1981. — № 2 (1246): Генераторы водородно-кислородной смеси ГВК-1,5 и ГВК-0,2 / В. М. Кислицын, А. Г. Мусин, В. П. Шевченко. — [4] с.
5. *Gas from electrolysis // Newsweek.* — 1988. — March 21.
6. *Письменный А. С., Кислицын В. М.* Перспективы развития газопламенной обработки материалов водородно-кислородными смесями // *Автомат. сварка.* — 1995. — № 2. — С. 39–42.
7. *Источник питания для импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом с автоматической стабилизацией сварочных параметров / П. П. Шейко, В. М. Павшук, А. М. Жерносеков, Ю. О. Шимановский // Сварщик.* — 2003. — № 4. — С. 4.
8. *Сварка конструкций летательных аппаратов из алюминиевых сплавов больших толщин / О. Н. Кудряшов, О. М. Новиков, И. В. Алексеев и др. // Свароч. пр-во.* — 2001. — № 12. — С. 31–33.
9. *Якименко Л. М.* Электрохимические процессы в химической промышленности. Производство водорода, кислорода, хлора и щелочей. — М.: Химия, 1981. — 280 с.

It is established that application of pulsed arc power sources with a smooth adjustment of the pulse parameters and increased repetition rate allows increasing the electrolyzer efficiency

Поступила редакцию 11.10.2006