

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЧИСТОГО ВОДОРОДА КАТАЛИТИЧЕСКИМ ГИДРОЛИЗОМ БОРОГИДРИДОВ

**Калинин В.И.\*, Минкина В.Г., Шабуня С.И., Мартыненко В.В.**

Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси,

ул. П.Бровки 15, Минск, 220072 Беларусь

\*Факс: 375 (17) 284 2212

E-mail: vokal@dnp.itmo.by

## Введение

В настоящее время активно ведутся работы по созданию генераторов на основе гидролиза водных растворов борогидридов щелочных металлов [1-5], как источника водорода высокой степени чистоты для питания топливных элементов и двигателей внутреннего сгорания. Водные растворы борогидрида натрия не токсичны, не воспламеняются и обладают высокой энергетической плотностью, более 2200 Вт.ч на кг.

В данной работе рассматривается автоматизированная установка для получения чистого водорода каталитическим гидролизом борогидрида натрия.

## Результаты и их обсуждение

Установка состоит из реактора, в котором находится каталитический блок, нагревателя рабочего раствора. Насос обеспечивает циркуляцию рабочего раствора через каталитический блок реактора. Выделяющийся водород вместе с парами воды выходит из реактора через дефлектирующий элемент, где происходит конденсация основной массы пара, и образовавшаяся вода стекает обратно в реактор. Насос подает свежий рабочий раствор в реактор и циркуляция раствора в реакторе продолжается до завершения гидролиза борогидрида. Для приготовления рабочего раствора борогидрида и раствора продуктов гидролиза используются специальные емкости. Температуру раствора в реакторе регистрируется термопары, давление в реакторе и ресиверах - датчиками давления. Газообразный водород хранится в ресиверах высокого давления.

При проведении тестов ставилась задача продемонстрировать возможность устойчивой работы источника водорода на различных производительностях до 1  $\text{Nm}^3/\text{час}$ . Эксперименты выполнялись для рабочего водного раствора борогидрида натрия с мольным соотношением  $\text{NaBH}_4/\text{H}_2\text{O} \approx 1/7$ .

Результаты тестирования показали, что установка работает устойчиво и поддается регулированию. Стабильность работы реактора повышается с ростом давления и температуры в реакторе. Показания термопары, датчиков давления, а также регулятора расхода газа во время тестов приведены на рис.1-3.

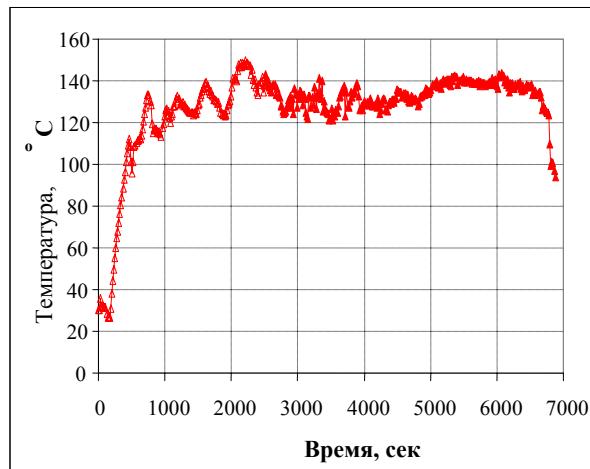


Рис.1. Эволюция температуры в реакторе.

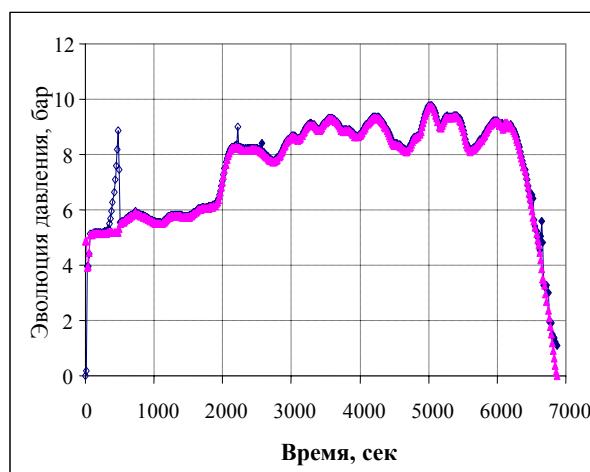


Рис.2. Эволюция давления в реакторе (синий) и ресивере (пурпурный).

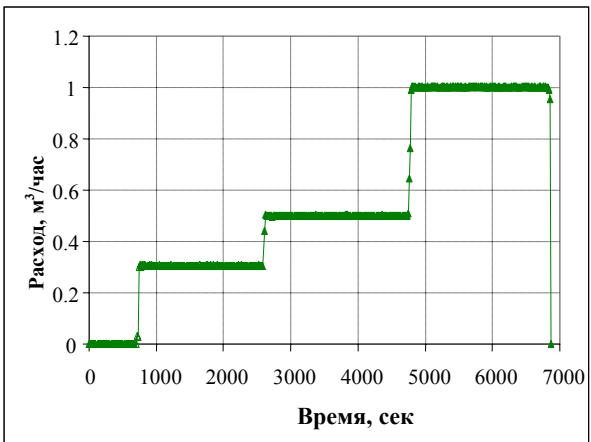


Рис.3. Эволюция производства водорода.

### Выводы

Испытания продемонстрировали работоспособность установки при различных расходах водорода. Достигнута задача стабильной работы установки при давлениях до 10 атмосфер. В ходе экспериментов наблюдались определенные взаимосвязи между рабочими параметрами процесса:

- концентрация борогидрида натрия в подаваемом в реактор растворе;
- скорость подачи этого раствора;
- объем раствора находящегося в реакторе;
- температура и давление в реакторе;
- производительность источника водорода.

Так же наблюдался достаточно большой запас производительности установки, что позволяет получать до 3 нм<sup>3</sup>/час водорода.

### Литература

1. Amendola S.C., et al. An ultra safe hydrogen generator: aqueous, alkaline borohydride solutions and Ru catalyst // J. Power Sources, 2000; 85: 186-189.
2. Amendola S.C., et al. A safe, portable, hydrogen gas generator using aqueous borohydride solution and Ru catalyst // Int. J. of Hydrogen Energy, 2000; 25: 969-975.
3. Suda S., et al. Catalytic generation of hydrogen by applying fluorinated-metal hydrides as catalysts // Appl. Phys. A, 2001; 72: 209-212.
4. Kojima Y. et al. Hydrogen generation using sodium borohydride solution and metal catalyst coated on metal oxide // Int. J. of Hydrogen Energy, 2002; 27: 1029-1034
5. Kojima Y., et al. Development of 10 kW-scale hydrogen generator using chemical hydride // J. Power Sources, 2004, 125, 22-26.