

А. В. Ишалин

A. V. Ishalin

aiv1999@yandex.ru

А. Р. Гаффанова

A. R. Gaffanova

angelinagaffanova@mail.ru

А. В. Титов

A. V. Titov

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань  
Kazan State Power Engineering University, Kazan

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА

### ALTERNATIVE DIRECTIONS OF HYDROGEN PRODUCTION

**Аннотация:** Использование водорода в качестве основного топлива или добавки к топливному газу, на данный момент рассматривается, как основной инструмент снижения углеродного следа. В данной работе рассматриваются способы производства водорода. Показано, что наиболее экологичным является производство водорода электролизом.

**Abstract:** The use of hydrogen as the main fuel or an additive to fuel gas is currently considered as the main tool to reduce the carbon footprint. This paper considers ways of hydrogen production. It is shown that the most environmentally friendly is the production of hydrogen by electrolysis.

**Ключевые слова:** водород, природный газ, альтернативное топливо, повышение эффективности.

**Keyword:** hydrogen, natural gas, alternative fuel, efficiency improvement.

В настоящее время Европейского союз старается минимизировать углеродный след в энергетике. 8 июля 2020 г. в ЕС была подписана водородная стратегия, включающая в себя переход от использования природного газа к водороду (1). Использование водорода перспективное направление, он может быть применен как основной и резервный вид топлива для энергетических котлов газовых и парогазовых установок на данный момент. Имеется большой потенциал для перехода от газового топлива к водородному. Это обуславливается высокими энергетическими показателями водорода (3, 4).

Таблица 1. Сравнение параметров метана и водорода

Параметр	Водород	Метан
Удельная теплота сгорания, МДж/кг	140...120	50
Температура кипения, К	20,28	111,42
Плотность при нормальных	0,08987	0,6682

условиях, кг/м <sup>3</sup>		
-----------------------------	--	--

На сегодняшний день большинство промышленных компаний нацелены на повышение энергоэффективности и декарбонизацию своего производства. Энергоэффективность можно достичь, применяя новые технологии и производя замену энергетического оборудования. Для минимизации вредных выбросов энергетического производства необходимо:

- уменьшать количество углерода в отработавших газах ГТУ и энергетических котлов;
- вести контроль по образовавшемуся углероду после сжигания органического топлива;
- производить улавливание углерода и использовать в производстве полезной продукции;
- использовать водород и CO<sub>2</sub>, CO для создания синтез газов.

Альтернативой углеводородному топливу (природный газ, керосин) может быть водород. В настоящее время различают несколько способов производства водорода.

Наиболее перспективными способами являются газификация угля, электролиз воды, паровая конверсия природного газа. Выше перечисленные способы различаются по экологичности производства и по себестоимости получаемого газа. По способу производства водород делят на голубой (синий), зеленый и серый.

На рис. 1. представлена блок схема производства водорода при конверсии, газификации и плазменном пиролизе.

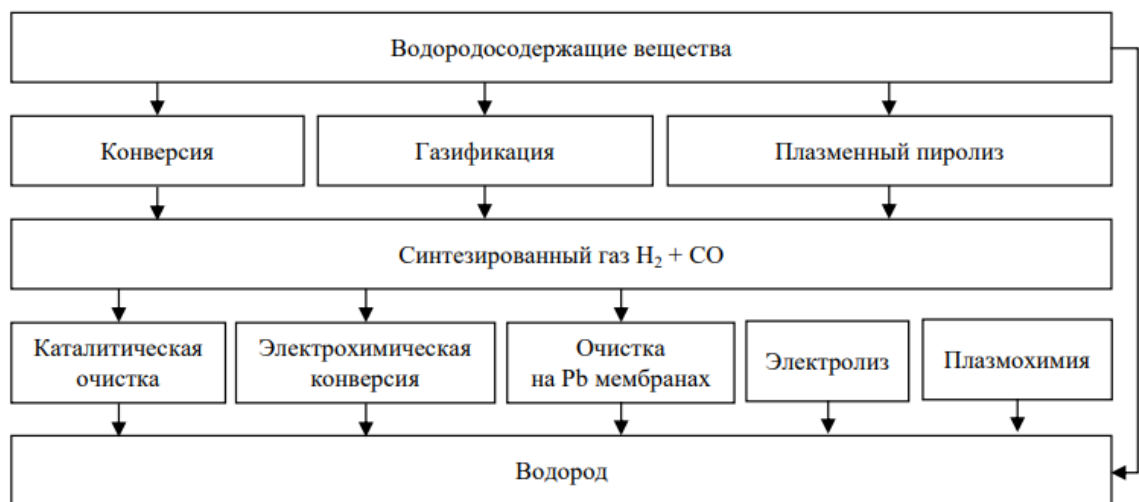


Рис. 1. Блок схема производства водорода при конверсии, газификации и плазменном пиролизе.

«Серым» называют водород, произведенный из ископаемых углеводородов, например, нефть, природный газ и уголь. При его добыче он не очищается от примесей, поэтому энергетические характеристики ниже, чем у природного газа. При производстве такого водорода затрачивается очень много топлива, поэтому он менее экологичный, так как при его

производстве выделяется много дополнительных выбросов CO, CO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>. И их количество варьируется в зависимости от исходного топлива. Однако стоит отметить, что этот вид водорода самый дешевый в производстве.

«Голубой» водород мало чем отличается от «серого». Он так же добывается из природный ископаемых. Единственным и важным отличием, является наличие дополнительной установки, позволяющей, улавливать углекислый газ из отработавших газов. Это система имеет название “CCS” и расшифровывается как “carbon capture storage” (2). Стоит отметить, что наличие “CCS” значительно очищает конечный продукт, однако делает его производство дороже. Следует обратить внимание, что ни «голубой», ни тем более «серый» водород не являются бескомпромиссно чистыми видами топлива. Так как даже у «голубого» водорода, в процессе производства, присутствует CO, CO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>.

«Зеленый» водород является самым чистым, по способу производства. На данный момент существует два основных направления производства «зеленого» водорода: из биомассы и с помощью электролиза воды.

Самым экологичным способом получением водорода, на сегодняшний день, является электролиз воды. Этот способ не выделяет CO, CO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>, однако является самым дорогим способом производства водорода. Так, согласно данным ПАО «Газпром» для получения 1 куб. м водорода методом пиролиза метана требуется всего 0,7...3,3 кВт/ч, а путем электролиза – 2,5...8 кВт/ч, то есть почти втрое больше.

### **Список литературы:**

1. Белов В. Б. Новые водородные стратегии ФРГ и ЕС: Перспективы кооперации с Россией // Современная Европа. 2020. № 5 (98). С. 65–76. URL: <http://www.sov-europe.ru/images/pdf/2020/5-2020/Belov-5-20.pdf>.

2. Бликли Д. Технология CCS – решение парниковой проблемы? // Экология и жизнь. 2012. № 3. С. 51–53.

3. Марьин Г. Е., Осипов Б. М. Критерии выбора составов топлив при их сжигании в газотурбинных установках с незначительными переделками топливной системы // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2020. Т. 24, № 2 (151). С. 356–365.

4. Влияние состава топлива на энергетические параметры газотурбинной установки / Г. Е. Марьин, Б. М. Осипов, П. Зунино, Д. И. Менделеев // Известия высших учебных заведения. Проблемы энергетики. 2020. Т. 22, № 5. С. 41–51.