

2. М.В. Колодин. Энергетические ресурсы Каракумов/ М.В. Колодин // Пустыня Каракум и пустыня Тар. – Ашгабат, 1992. – с. 52-60.

УДК 620.93

**Б.М. Мамедов<sup>1</sup>, М.А. Аманов<sup>1</sup>, А.К. Аразов, М.Г. Четиева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева

<sup>2</sup>Туркменский государственный архитектурно-строительный институт  
Ашхабад, Туркменистан

## **ВОДОРОД - ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ**

*Аннотация.* Водородная энергетика - это отрасль энергетики, основанная на использовании водорода в качестве средства для транспортировки, производства и потребления энергии. Развитие «зелёной» экономики, сокращение объёма потребления нефтепродуктов обуславливает активное развитие водородной энергетики.

**B.M. Mamedov<sup>1</sup>, M.A. Amanov<sup>1</sup>, A.K. Arazov<sup>1</sup>, M.G. Chetieva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Yagshygeldi Kakayev International Oil and gas university,

<sup>2</sup>Turkmen State Institute of Architecture and Construction,  
Ashgabat, Turkmenistan

## **HYDROGEN IS A PRIORITY DIRECTION IN ENERGY**

*Abstract.* Hydrogen energy is a branch of energy based on the use of hydrogen as a means for transporting, producing and consuming energy. The development of a “green” economy and a reduction in the consumption of petroleum products determines the active development of hydrogen energy.

Водород является не только самым распространённым элементом во Вселенной, но и способным доставлять и хранить огромное количество энергии. Сегодня большая часть водорода производится с использованием ископаемых видов топлива, причём менее 0,7 процента приходится на работающие на ископаемом топливе электростанции, оснащённые системами улавливания и хранения углерода, или на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Основным недостатком энергетики на основе ископаемых топлив является эмиссия огромного, порядка 30 млрд т/год, количества углекислого

газа, являющегося основным парниковым газом, отрицательно влияющим на окружающую среду и признанного мировым сообществом одним из главных факторов, по масштабам воздействия на климат планеты превосходящего все остальные антропогенные факторы и сравнимого с мощными природными силами. Снижение выбросов парниковых газов в атмосферу для сохранения климата планеты становится ключевой целью для ведущих экономик мира.

Водород применяется главным образом в нефтепереработке и в химической промышленности, в первую очередь при производстве аммиака, метанола, бензина.  $H_2$  служит важным сырьём для целого ряда промышленных процессов и активно используется в промышленности на протяжении двух последних столетий. Так, один из первых двигателей внутреннего сгорания, появившийся в начале XX века, работал именно на водороде. Этим газом наполняли аэростаты, его используют в космической промышленности. Постепенно проекты с использованием водорода в области большой и распределённой энергетики, накопления энергии и всех видов транспорта, от автомобилей до самолётов и морских судов, становятся серийными. Успехи в развитии водородных технологий показали, что использование водорода приведет к качественно новым показателям работы агрегатов.

Энергетическая концепция, основанная на водородной энергетике, может привести к смене уклада энергосистем и постепенному формированию общего мирового рынка энергетики. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), в структуре производства водорода на долю риформинга газа приходится 76 процентов, на пиролиз угля 23 процента и только 1 процент производства водорода осуществляется электролизом воды на базе установок возобновляемой энергетики. В результате получение водорода методом электролиза воды является в перспективе доминирующим. В классификации водорода главным критерием является его экологичность. Чем больше оксидов углерода выделяется при его производстве, тем менее экологичным он будет считаться. Для простоты каждый «сорт» обозначается цветом. Цветовая градация водорода зависит от способа его выработки и углеродного следа, то есть количества вредных выбросов. «Зелёный» произведён с помощью энергии из ВИЭ (таких, как ветер, солнечная или гидроэнергия) методом электролиза воды и считается самым чистым, так как выбросы  $CO_2$  отсутствуют. Метод электролиза - это разделение воды на водород и кислород. Процесс требует большого количества электроэнергии из ВИЭ. Если производить водород с помощью электролиза, то в

Туркменистане солнечную и ветровую энергии (считаются безопасным для климата источниками энергии) можно использовать для производства водорода. А преобразование избыточной энергии в водород методом электролиза позволяет создавать запас этого газа, который может храниться для дальнейшего использования в качестве источника электроэнергии по мере необходимости.

«Жёлтый» («оранжевый») водород, как и «зелёный», получают путём электролиза. Однако производится при помощи атомной энергии. Выбросы  $\text{CO}_2$  отсутствуют, но метод не является абсолютно экологичным. Производство «бирюзового» водорода даёт относительно низкий уровень выброса углерода, который может быть либо захоронен, либо использован в промышленности, например, в производстве стали или батарей. Таким образом, он не попадает в атмосферу. «Серый» водород производится путём паровой конверсии метана, а вредные выбросы идут в атмосферу. Исходным сырьём для такой реакции служит природный газ. Этот процесс легко осуществим с практической точки зрения, однако в ходе химической реакции выделяется углекислота, причём в тех же объёмах, что и при сгорании природного газа (также расходуется энергия на конверсию). «Голубой» водород получают путём паровой конверсии метана, но при условии улавливания и хранения углерода, что даёт примерно двукратное сокращение его выбросов. Данный вид получения водорода является весьма дорогостоящим. Для получения «коричневого» водорода в качестве исходного сырья используется бурый уголь. Далее с помощью газификации бурого угля образуется синтез-газ (сингаз): смесь углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), окиси углерода ( $\text{CO}$ ), водорода, метана и этилена, а также небольшое количество других газов. Таким образом, в настоящее время более 68 процентов водорода получают из природного газа, 16 процентов из нефти, 11 процентов — из угля и 5 процентов — из воды методом электролиза. Сейчас в мире производят порядка 75 млн тонн водорода. Наиболее дешёвый метод получения водорода — из природного газа, стоимость в 5 раз ниже, чем при электролизе. Учитывая огромный запас природного газа в Туркменистане, выгодно экологически безопасным высокотехнологическим способом получать «серый» водород переработкой природного газа методом риформинга. Однако «зелёный» водород играет жизненно важную роль в достижении глубокой декарбонизации энергосистемы и может почти полностью исключить вредные выбросы, используя возобновляемую энергию — быстро растущую и часто генерируемую в менее удачные периоды времени — для энергообеспечения электролиза воды [1]. По оценкам

BloombergNEF (BNEF), полученный с помощью электролиза «зелёный» водород может сократить глобальные выбросы парниковых газов до 34 процентов к 2050 году. И за последние пять лет стоимость технологии электролиза упала на 40 процентов и продолжает снижаться. Технология может внести большой вклад в декарбонизацию наиболее зависимых от ископаемого топлива секторы экономики, таких, как химическая промышленность или транспорт.

Себестоимость «зеленого» водорода около \$2 за кг, «голубой» и «желтый» водород в несколько раз дешевле «зеленого» - от 2 долларов за килограмм. Способом паровой конверсии природного газа/метана в настоящее время производится примерно 70-75% всего водорода. Водяной пар при температуре 700-1000°C смешивается с метаном под давлением в присутствии катализатора. Себестоимость процесса - \$2-5 за килограмм водорода. Эксперты BNEF также прогнозируют, что ещё до 2030 года «зелёный» водород ценой чуть выше \$2/кг начнёт конкурировать с углём и природным газом в качестве энергоносителя при производстве стали, а к 2050 году при цене \$1/кг станет выгоднее газа на мировых рынках и сможет конкурировать с самым дешёвым углём, но при этом обеспечивая нулевые выбросы CO<sub>2</sub>. Снижение цены водорода возможно при строительстве инфраструктуры по доставке и хранению водорода. После небольших изменений водород может передаваться по существующим газопроводам природного газа [2].

Участвуя в Глобальном «круглом столе» ООН высокого уровня, прошедшем в мае 2021 года, Туркменистан предложил приступить к разработке Стратегии ООН, нацеленной на осуществление мер по развитию низкоуглеродной энергетики, а также создание международной «Дорожной карты» по развитию водорода в качестве одного из приоритетных направлений в энергетике. Как инициатор данных предложений наша страна готова в ближайшее время приступить на экспертном уровне к обсуждению путей и критериев их реализации.

28 января 2022 года Постановлением Президента Туркменистана была утверждена «Дорожная карта по развитию международного сотрудничества Туркменистана в области водородной энергии на 2022-2023 годы» и План мероприятий для её реализации [3].

В целях создания и развития в стране данной отрасли в Международном университете нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева был создан Центр по водородной энергетике. Основной целью Центра является подготовка специалистов высокого уровня и налаживание международного научного сотрудничества в области водородной энергии, выполнение научно-исследовательских работ, разработка и

внедрение инновационных научно-образовательных программ в производство с целью создания и развития водородно-энергетической отрасли в Туркменистане. В лаборатории укомплектована установка для проведения научно-исследовательских работ по получению водородного топлива из воды методом электролиза. В настоящее время параллельно с организационными работами по получению водородной энергии из природного газа, в лаборатории готовится руководство по экспериментальной установке.

В текущем году, Международный университет нефти и газа имени Ягшыгелди Какаева, организовал и провел Международную научно-практическую конференцию «Научно-технические возможности получения водородной энергии из природного газа», которая была посвящена развитию водородной энергетики в Туркменистане. В ней приняли участие представители зарубежных стран, международных организаций, профильных высших учебных заведений, министерств, ведомств страны, а также известные ученые, профессора и преподаватели высших учебных заведений, студенты, около 100 представителей научных и образовательных учреждений из более 20 стран мира.

### **Список использованных источников**

1. Ильсов А. Водородная энергетика: «Дорожная карта» стратегии / Ильсов А. // Нейтральный Туркменистан. – 2021. – 27 авг. № 219.С. 3.

2. Мамедов Б.М. Роль Туркменистана в обеспечении глобальной энергетической безопасности / Мамедов Б.М., Джумакулиев А., Аманов М. Сборник трудов международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, соискателей и докторантов «Рынок и эффективность производства – 18», посвященной 30-летию Независимости Республики Казахстан. - Кокшетау: Гуманит.-техн. Академия, 2021 г. - с.256-258.

3. Мамедов Б.М. Водородная энергетика: перспектива и потенциалы / Мамедов Б.М., Джумакулиев А., Аманов М. Сборник трудов международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, соискателей и докторантов «Рынок и эффективность производства – 19», посвященной 31-летию Независимости Республики Казахстан. - Кокшетау: Гуманит.-техн. Академия, 2022 г. – с.214-216.