

УДК 621.763:62-644.4-026.8

Сулайман уулу Заирбек

преподаватель,
Ошский государственный университет
аспирант,
Институт природных ресурсов им. А.С. Джаманбаева ЮО НАН КР

Сулайман уулу Заирбек

окутуучу,
Ош мамлекеттик университети
аспирант,
УИАнын ТБнүн А.С. Джаманбаев ат. Жаратылыш байлыктары институту
Sulaiman uulu Zairbek
teacher,
Osh State University
graduate student,
Institute of Natural Resources named after A.S. Dzhamanbaeva Southern Branch of the
National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Ташполотов Ысламидин

д.ф.-м.н. профессор,
Ошский государственный университет
Институт природных ресурсов им. А.С. Джаманбаева ЮО НАН КР
Ташполотов Ысламидин
ф-м.и.д., профессор,
Ош мамлекеттик университети
УИАнын ТБнүн А.С. Джаманбаев ат. Жаратылыш байлыктары институту
Tashpolotov Yslamydin
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
Osh State University
Institute of Natural Resources named after A.S. Dzhamanbaeva Southern Branch of the
National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Аннотация. Поиск альтернативных источников энергии и топлива сегодня является очень важной социальной проблемой. Водород, в настоящее время, рассматривается как многообещающий энерго носитель, который способен обеспечить получение возможной, более простой экологичной энергии, объёмы его производства, проворно растут и через некоторое время заменят углеводородные виды топлива—нефть, газ, уголь. Переход на водородную энергетику играет доминирующую роль в борьбе за сохранение климата, и водород, получаемый из воды, также является идеальным топливом будущего, поскольку Кыргызстан обладает огромным водным потенциалом. В статье приведено устройство получения водорода и экспериментальные результаты получения водорода на основе химического способа. Показано, что при получении водорода химическим способом образуется *алюминат натрия*, а он востребован в промышленности при получении алюминия. алюми-

нат натрия при предварительной переработке алюминиевой руды принимает свое исходное состояние, то есть происходит круговой цикл.

Ключевые слова: водородная энергетика, энергоэффективность, безотходность, круговой цикл.

СУУТЕКТИ ХИМИЯЛЫК ЖОЛ МЕНЕН АЛУУ ҮЧҮН ТҮЗҮЛҮШ

Аннотация. Энергиянын жана отундун альтернативдүү булактарын табуу бүгүнкү күндө абдан маанилүү социалдык маселе. Суутек азыр мүмкүн болгон жөнөкөй жашыл энергияны, анын өндүрүшүнүн көлөмүн камсыз кыла ала турган потенциалдуу келечектүү энергия алып жүрүүчү катары каралууда, тез өсүп жатат жана бир аздан кийин углеводороддук отунду—мунай, газ, көмүрдү алмаштырат. Суутек энергиясына өтүү климатты сактоо үчүн күрөштө негизги ролду ойнойт жана суудан чыккан суутек келечектин идеалдуу отуну болуп саналат, анткени Кыргызстан эбегейсиз суу потенциалына ээ. Макалада суутек экстракциялоочу машина жана химиялык ыкманын негизинде суутек экстракциясынын эксперименталдык натыйжалары келтирилген. Суутекти химиялык жол менен алууда натрий алюминаты пайда болуп, алюминийди алууга өнөр жайлык суроо-талап бар экени далилденген. Натрий алюминаты алюминий рудасын алдын ала тазалоодо баштапкы абалын кабыл алат, башкача айтканда, ал тегерек циклге ээ.

Негизги сөздөр: суутек энергиясы, энергиянын натыйжалуулугу, калдыксыз, тегерек цикл.

A DEVICE FOR PRODUCING HYDROGEN BY CHEMICAL MEANS

Abstract. The search for alternative sources of energy and fuel is a very important social problem today. Hydrogen, currently, is considered as a promising energy carrier, which is able to provide possible, simpler, environmentally friendly energy, its production volumes are rapidly growing and after a while will replace hydrocarbon fuels—oil, gas, coal. The transition to hydrogen energy plays a dominant role in the fight for climate conservation, and hydrogen produced from water is also an ideal fuel of the future, since Kyrgyzstan has a huge water potential. The article presents a hydrogen production device and experimental results of hydrogen production based on a chemical method. It is shown that when hydrogen is produced by chemical means, sodium aluminate is formed, and it is in demand in the industry when aluminum is produced. Sodium aluminate during the preliminary processing of aluminum ore takes its initial state, that is, a circular cycle occurs.

Keywords: hydrogen energy, energy efficiency, waste-free, circular cycle.

Введение

Водородная энергетика — это наш источник топлива на будущее. В мире постепенно начали отказываться от ископаемого топлива, хотя бы частично и большое внимание уделяется на возобновляемые источники энергии. Однако, возобновляемые источники энергии не смогут покрывать нужды человечества. А альтернативное традиционным видам топливо должно быть экологичным не связанным напрямую со значительными выбросами в атмосферу двуокиси углеро-

да, серосодержащих соединений и других вредных газов как при применении экономичным (как во время использования, так и при генерации), недефицитным и простым в получении, обеспечивающим высокий КПД. Всем этим критериям удовлетворительно водородное топливо [1-7].

В мировом рынке водород, как источник нового вида топлива в последние годы динамично развивается: по оценкам Bloomberg NEF к 2050 году 24% мировых потребностей в энергии будет

покрывать водород. Лидирующие страны: Германия, Великобритания, Китай, США, Япония, Южной Корея. В странах СНГ объем производства водорода постепенно развивается. Россия и Узбекистан разрабатывают свою национальную стратегию по водородной энергетике. Водороде содержится почти трёхкратная тепловая энергия, чем углеводородного топлива, поэтому для выполнения какой-либо работы его требуется гораздо меньше. Например, если сравнить с электростанцию, работающее на ископаемом виде топлива с КПД от 33 до 35%, водородные топливные компоненты выполнят ту же функцию с КПД до 65% [2,5].

В Кыргызстане на фоне маловодья, дефицита электричества, проблем со смогом и неэкологичности угля возрастает роль природного газа. Однако, в 2022 году объем потребления природного газа составил 387 млн кубометров, где большую часть покупает у соседей. По данным Электроэнергетического Совета СНГ суммарная установленная мощность электростанций Кыргызстана на конец 2017 года составляла 3 892 МВт, в том числе 862 МВт — мощность тепловых электростанций, 3 030 МВт — гидроэлектростанций. Глобальное повышение температуры уже и ощутимо в Кыргызстане, из-за таяния ледников. В частности, за последние 50 лет в Кыргызстане исчезло примерно 2000 снежных шапок. Точнее сказать не может никто, потому что последняя их каталогизация была проведена в 60-е годы прошлого века. Изменение климата имеет прямое влияние на распределение водных ресурсов. В Кыргызстане за 20 лет средняя температура повысилась с 4.8°C до 6°C. По самым пессимистичным прогнозам, за это столетие средняя температура в Кыргызстане может повыситься на 8°C от сегодняшней средней температуры. Из-за своего географического местоположения, Кыргызстан является одной из самых уязвимых стран к изменению климата в регионе.

Как сообщают синоптики, приток воды в Токтогульской ГЭС в этом 2023 году всего составила 11 миллиардов 877.75 миллиона кубометров. Токтогульская ГЭС вырабатывает 40% электроэнергии в Кыргызстане [8]. В Кыргызстане насчитывается более чем 40 000 рек и речушек и около 2000 озёр, общая площадь которых составляет 6836 квадратных километров. Поэтому водородная энергетика — это не фантазия для Кыргызстана, а огромный потенциал для развития этой отрасли.

Материалы и методы исследования

Для получения водорода использовались алюминий, дистиллированная вода и каустическая сода. Существуют также другие варианты, в которых алюминий может использовать свойство алюминия взаимодействовать с неконцентрированными кислотами.

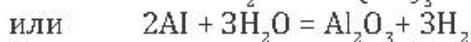
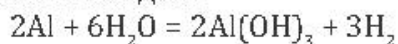
С целью получения водорода создано устройство, рис 1. Устройство генерации водорода, содержит две металлические камеры в форме цилиндра, соединенные между собой газовым шлангом, один из которых наполнен водным раствором каустической соды и алюминием, манометр для измерения давления в первом и во втором реакторе, газовый кран, подающий выработанный газ, водяной затвор для очистки водорода, сушилку газа, газовой счетчик, искрогаситель и газовую горелку. Устройство также снабжено дополнительными кранами, которые позволяют работать от первого и второго реакторов автономно, горелку с водородом подаёт атмосферный воздух, который уменьшает теплоту горения водорода и играет роль обратного клапана, делая аппарат для генерации водорода безопасным и надёжным, увеличивает объем полученного газа.

Получение водорода

В процессе получения водорода в указанной установке происходит следующие химические реакции [2,5-7]:

1. Соляной - $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$
2. Серной - $2Al + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$
3. С щелочами - $2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + 3H_2$

а при определённых условиях реакции возникает и с водой:



Молярная масса алюминия $M=27$ г/моль, что равно 0,027 кг/моль, молярная масса водорода, состоящего из двух атомов, составляет 2г/моль, что равно 0,002 кг/моль, молярная масса воды равна 18 г/моль.

Из приведенных реакций видно, что во всех реакциях из двух молекул алюминия получается три молекулы водорода. Это означает, что в реакции из каждого 0,054 кг алюминия получается 0,006 кг водорода. Во второй реакции- алюминия с водой, для получения Al_2O_3 участвует

0,054 кг воды. В первой реакции количество воды для получения $2Al(OH)_3$ будет участвовать в два раза больше. На основе несложных вычислений получаем, что при химических реакциях с участием 1 кг алюминия и как минимум 1 кг воды получаем 0,111 кг водорода, объём которого при нормальных условиях составит 1,24 м³.

Известно, что в 1 литре воды содержится 111.11 гр. водорода и 888.89 гр. кислорода. При этом 1 литр водорода при нормальных условиях весит 0.0846 гр, а один литр кислорода - 1.47 гр. Тем самым из 1 литра воды можно получить $111.11/0.0846=1313.36$ л газообразного водорода и $888.89/1.47 = 604.69$ л кислорода. Из этого также следует, что 1 гр воды содержит 1.31 л водорода и 0.60 л кислорода. Для получения водорода нами конструирована установка, показанная на рис.1.



Рис.1. Установка генерации водорода

Экспериментальные результаты, полученные с использованием данной установки, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

№	Вода, мл	Каустическая сода, грамм	Алюминий, грамм	Водород, мл.
1	300	30	13	140
2	300	30	14	160
3	300	30	15	180
4	300	30	16	180
5	300	30	17	180
6	300	30	18	180

Результаты и обсуждение

Из таблицы 1 видно, что увеличение массовой концентрации алюминия с 13 по 15 грамм приводит к возрастанию выхода водорода от 140 до 180 мл, т.е. увеличение массовой концентрации алюминия на 2 грамма приводит к увеличению водорода на 40 мл. Дальнейшее увеличение массовой концентрации алюминия не привело к увеличению объема выхода водорода.

Полученный водород является безотходной, потому что происходит круговой цикл. Когда вместе с водородом подается смесь газов, аналогичная обычному воздуху, теплота сгорания водорода уменьшается. Тем самым увеличивается объем горючей смеси (метано-водородное топливо) и приводит в состояние сопоставимого с природным газом. Поскольку удельная теплота сгорания водорода составляет 120-140 МДж/кг, а при подаче водорода в смеси с обыкновенным воздухом, с одной стороны уменьшается удельная теплота сгорания смеси, а с другой увеличивается объем горючего топлива и возникает возможность использования водорода как природный газ.

При получении водорода химическим способом образуется *алюминат натрия* (NaAlO_2). Алюминат натрия очень

востребован в промышленности при получении алюминия. Из алюмината натрия методом электролиза получает алюминий, т.е. получается исходное вещество, таким образом происходит круговой цикл.

Гидроксид алюминия (тетрагидроксоалюминат натрия гидроксид алюминия) является многофункциональным материалом, нашедшим применение в различных отраслях промышленности и научных исследованиях. Рассмотрим наиболее распространенные области его применения:

- *Медицина:* благодаря своим антагонистическим свойствам, алюминиевый гидроксид широко используется в производстве лекарственных препаратов для лечения изжоги, гастрита и язв желудка;
- *Пищевая промышленность:* алюминий гидроксид применяется в качестве добавки-стабилизатора для регулирования pH пищевых продуктов, таких как конфеты, напитки и соки;
- *Строительство:* данный материал используется для производства строительных смесей, герметиков, красок и эмалей. Также широко применяется в производстве алюминиевой керамики и алюминиевого стекловолокна;

- *Электротехника*: алюминий гидроксид используется в качестве диэлектрика в конденсаторах и изоляции проводов и кабелей;
- *Промышленность*: алюминий гидроксид используется в химической промышленности для нейтрализации кислот и осаждения вредных веществ.

Гидроксид алюминия (тетрагидроксиалюминат алюминия натрия гидроксид алюминия) является важным компонентом в производстве алюминиевых сплавов. Этот материал используется в качестве модификатора, который придает сплаву необходимую прочность, коррозионную стойкость и другие полезные свойства.

Выводы

1. Разработано устройство для получения водорода химическим способом. Данное устройство имеет особенность, заклю-

чающийся в том, что компактный компрессор подает атмосферный воздух и уменьшает теплоту горения получаемого водорода, а также при его сжигании не выделяются загрязняющие газы, а водяной пар просто попадает в атмосферу.

2. Показано, что при получении водорода химическим способом образуется *алюминат натрия* (NaAlO_2). Аллюминат натрия очень востребован в промышленности при получении алюминия. Из аллюмината натрия методом электролиза получают алюминий, т.е. получается исходное вещество, таким образом происходит круговой цикл, т.е. процесс является безотходной.

3. При подаче водорода в смеси с обычновенным воздухом, с одной стороны уменьшается удельная теплота сгорания водорода с 120-140 МДж/кг до теплоты сгорания смеси, а с другой увеличивается объем горючего топлива и возникает возможность использования водородной смеси как природный газ.

Литература

1. Берш А.В., Клейменов Б.В., Мазалов Ю.А., Низовцев В.Е. Перспективы развития водородной энергетики на основе алюминия. //ИНФОРМОСТ — Радиоэлектроника и телекоммуникации, 2005, № 2(38), с. 62–64.
2. Жук А.З., Клейменов Б.В., Школьников Е.И., Берш А.В., Григорьянц Р.Р., Деньщиков К.К., Ларичев М.Н., Мазалов Ю.А., Мирошниченко В.И., Шейндлин А.Е. Алюмоводородная энергетика. М.: ОИВТ РАН, 2007.-278 с.
3. Дмитриев А.Л., Иконников В.К., Рыжкин В.Ю., Румянцев А.И. Технологии применения алюминия в водородной энергетике//Альтернативная энергетика и экология, 2010, № 6(86), с. 127–129.
4. Soler L., Macanás J., Muñoz M., Casado J. Aluminum and aluminum alloys as sources of hydrogen for fuel cell applications//Journal of Power Sources, 2007, vol. 169, pp. 144–149.
5. Шейндлин А.Е., ред. Окисление алюминия водой для эффективного производства энергии. М.: Наука, 2012. -172 с.
6. Патент № 2 314 253 РФ. МПК С01В 3/08. Способ получения водорода / Милинчук В.К., Мерков С.М., Левченко В.А. // Бюлл. 2008. № 1.
7. Патент № 2 417 157 РФ. МПК С01В 3/08. Гетерогенная гидрореакционная композиция для получения водорода / Милинчук В.К., Шилина А.С. // Бюлл. 2011. №12.
8. Касымова В., Баетов Б. Энергетика Кыргызстана: состояние отрасли и перспективы межгосударственного сотрудничества // Центральная Азия и Кавказ. 2007. № 6. С.116.