Энергетические запросы человечества неуклонно растут. Вместе с этим увеличивается степень загрязнения окружающей среды и скорость истощения не возобновляемых, дешевых природных ресурсов.

В 2012 году на мировой рынок было поставлено примерно энергии. Если взять для сравнения аналогичный показатель за 1973 год, равный , то получается что поставки энергии выросли более чем в два раза за чуть менее полувека в связи с растущими энергетическими запросами человечества. Более того, на 2012 год доля энергии добываемой из каустобиолитов (горючих полезных ископаемых органического происхождения – нефть, каменный уголь, природный газ и т.д. – далее по тексту просто «полезные ископаемые») остается очень высокой – около 81% [1]. Налицо растущая необходимость, как в поиске новых источников энергии и энергоносителей, так и в активной разработке и повсеместном внедрении технологий, мер и средств, призванных снизить энергопотребление.

С высокой долей вероятности увеличение выбросов углекислого газа на временном промежутке с 1970 по 2010 на 78% связана с использованием полезных ископаемых в энергетике. По имеющимся данным, на 2010 год 65% выбросов парниковых газов, образованных в результате антропогенной деятельности, приходится на сжигание полезных ископаемых и промышленную деятельность, сопутствующую их добыче и использованию [2].

На 2012 год поставляемая нефть являлась основным источником энергии. На ее долю приходился 31.4% от общего количества поставленной на рынок энергии. И хотя эта цифра демонстрирует довольно стабильный тренд на снижение относительной зависимости от нефти в сфере энергетики – аналогичная доля в 1973 году составляла 46.1%, т.е. за 40 лет снижение составило чуть меньше 15% – возможно темпы уменьшения зависимости человечества от нефти являются недостаточными [1]. Особенно это становится явным, если учесть, что в некоторых отраслях зависимость от нефти гораздо больше вышеупомянутых цифр. Например, в транспортной сфере это значение достигает рекордных 95%. По оптимистичным прогнозам пик нефтедобычи произойдёт между 2020 и 2030 годом (пессимистичные прогнозы утверждают, что пик уже минул) [3]. В связи с вышесказанным поиск замены нефтепродуктов в транспортной отрасли становится все более и более насущным, т.к. эта сфера ощутит снижение объемов нефтедобычи наиболее остро.

Подводя итог всему вышесказанному, современный мир нуждается в чистом, безопасном, возобновляемом переносчике энергии.

Таким решением потенциально может стать водород. Идея использовать водород в качестве основного энергоносителя рассматривается достаточно давно и за ней закрепился достаточно устойчивый термин – водородная энергетика [4]. В это понятие также включают все сопутствующие изменения в экономике, производстве и инфраструктуре, если водород займет главенствующую позицию в энергетике.

Водородной энергетике присущи следующие достоинства [5]:

* Водород экологически чистый энергоноситель. При его использовании в атмосфере Земли, достаточно насыщенной кислородом, побочным продуктом сгорания водорода является вода. Таким образом, потенциально, возможно его эксплуатация с нулевым уровнем выброса вредоносных испарений и последующим повторным примененим.
* Водород – это наиболее распространённый элемент во вселенной. Примерно 88.6% всех атомов во вселенной являются атомами водорода.
* Водород имеет хороший показатель энергетической плотности по массе. Один килограмм водорода содержит в себе приблизительно 118.8 МДж энергии.

К наиболее характерным проблемам водородной энергетики обычно причисляют следующие пункты:

* При применении водорода не образуются вредных испарений. Но на настоящий момент процессы, связанные с получением чистого водорода для последующей эксплуатации, чаще всего подразумевают под собой использование полезных ископаемых, использование которых, как обсуждалось выше, является крайне нежелательным для окружающей среды.
* На Земле водород практически отсутствует в своей чистой форме, из-за чего его неизбежно приходится выделять из других форм. Это приводит к тому, что цены на чистый водород удерживаются на достаточно высоком уровне, чтобы разумеется мешает ему заменить традиционные энергоносители. Наиболее обильно водород представлен на Земле в форме воды, из-за чего большинство методов получения чистого водорода пытается извлечь его именно из воды.
* Водород плохо сжимаем по объему, из-за чего встает вопрос его хранения.

В таблице 1 представлены физические свойства водорода, характеризующие его как энергоноситель, в сравнении с природным газом и бензином.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Водород | Метан | Бензин |
| Молекулярный вес (г/моль) | 2.016 | 16.04 | ~110 |
| Массовая плотность () при давлении – 0.101 МПа, температуре – 0 K | 0.09 | 0.72 | 720 |
| Массовая плотность () жидкого H2 при 20 К | 70.9 | - | - |
| Точка кипения (K) | 20.2 | 11.6 | 310 |
| Верхняя удельная теплота сгорания (МДж/кг)  (на выходе вода) | 142.0 | 55.5 | 47.3 |
| Нижняя удельная теплота сгорания (МДж/кг)  (на выходе пар) | 120.0 | 50.0 | 44.0 |
| Концентрационный предел распространения пламени (в объёмных %) | 4.0-75.0 | 5.3-15.0 | 1.0-7.6 |
| Предел детонирующей способности  (в объемных %) | 18.3-59.0 | 6.3-13.5 | 1.1-3.3 |
| Скорость диффузии в воздухе (м/с) | 2.0 | 0.51 | 0.17 |
| Энергия воспламенения (мДж) | 0.02 | 0.29 | 0.24 |
| Скорость пламени в воздухе (см/с) | 265-325 | 37-45 | 37-43 |
| Токсичность | Нет | Нет | Да |

Таб. 1. Физические свойства Водорода, Метана и Бензина [6]

Водород, в сравнение с двумя другими энергоносителями, также более склонен к утечкам. В свою очередь сочетание низкой энергии воспламенения и высокой скорости распространения пламени приводит к трудностям безопасного хранения водорода.

Для того чтобы активно применятся, например, в транспортной сфере, система хранения водорода должен удовлетворять нескольким критериям. Она должна быть достаточно дешевой, легкой в эксплуатации, не занимающей много пространства, относительно легкой, способной к многоразовому использованию, безопасной. Также запаса водорода должно хватать, чтобы было возможно совершать поездки на расстояния, сравнимые с теми, которые могут преодолевать сегодняшние транспортные средства.

На сегодняшний день можно выделить несколько предлагаемых способов хранения водорода:

1. В газообразной форме при очень высоких давлениях.
2. Установки способные поддерживать экстремально низкие температуры (ниже 20 K), для того чтобы удерживать водород в жидком состоянии.

**Библиографический список.**

1. The International Energy Agency (IEA). "2014 Key World Energy Statistics". 2014. p. 6

2. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). "Climate Change 2014 Synthesis Report. Observed Changes and their Causes". p. 46

3. Miller, R. G.; Sorrell, S. R. (2 December 2013). "The future of oil supply". *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* **372** (2006): 20130179–20130179. doi:10.1098/rsta.2013.0179.

4. Ogden J. "Prospects for building a hydrogen energy infrastructure". Annu Rev Energy Environ 1999;24:227–79.

5. Manoj Pudukudy, Zahira Yaakob. "Renewable hydrogen economy in Asia–Opportunities and challenges: An overview". Elsevier 2014.

6. Keith Gordon McLennan. "Structural Studies of the Palladium-Hydrogen System". School of Science Griffith University. August 2005.