

## Транспортная энергетика в XXI веке

Известно крылатое выражение «Энергия - царица мира, а энтропия её тень». В нём концентрированно сформулировано и архиважность энергии, определяющей развитие мировой цивилизации, негативные последствия функционирования существующей энергетической системы, и необходимость смены её парадигмы, прежде всего исходя именно из экологических соображений. При этом для исключения прогрессирующей энтропии и деградации окружающей среды перспективная система энергетики в частности транспорта должна базироваться на технических решениях, которые будут не противоречить приоритетам Матушки-Природы. Именно, исходя из этого принципа, в данной статье рассмотрены тенденции развития энергетики транспорта.

Очевидно, что перспективы транспортной энергетики неразрывно связаны с тенденциями развития мировой энергетической системы в целом. И здесь по-прежнему царствуют ископаемые углеводороды: нефть, уголь и газ.

Большинство прогнозов свидетельствует, что в ближайшие 50 лет ресурсный кризис энергетике не грозит, а вот энергоэкологический кризис вполне реален и последствия его будут катастрофичны.

Наблюдаемое глобальное потепление может вызвать замедление и даже остановку Мирового океанского конвейера, который, как известно, регулирует температурный режим на Земле. В результате - катастрофическое похолодание в северном полушарии и изпекающая всё жара в южном полушарии. Причем доля транспорта во всех этих безобразиях непропорционально велика и составляет более 30% при энергопотреблении 20%.

Дело в том, что транспорт, образно выражаясь, является «энергетическим объектом в кубе», поскольку энергетическая цепь транспорта в отличие от стационарной энергетики имеет не два, а три ключевых звена:

энергоисточник, преимущественно углеводороды;

тепловой двигатель, где извлечение энергии из углеводородов производится можно сказать варварским способом – путем их сжигания, и

дополнительное специфическое звено – движитель, где и производится конечное преобразование энергии в перемещение транспортного средства.

И собственно будущее энергетики транспорта и определяется прогрессом в развитии этих трех ключевых звеньев.

Что касается энергоисточника, то замена углеводородов, например, на ядерное топливо повышает эффективность энергетики транспорта в миллион раз. Казалось бы – вот оно решение! Но, увы, на каждое транспортное средство ядерную установку не поставишь. Очевидно, что сфера её использования очень ограничена.

Кардинальным же решением, особенно в транспортной энергетике принято считать – это переход на водород вначале как топливо, а в дальнейшем в качестве глобального энергоносителя. Причем это признано и на Востоке и на Западе во всех развитых странах на уровне государственных программ.

Неоспоримы преимущества водорода – экологическая чистота, высокая энергоёмкость (1 т H<sub>2</sub> энергетически эквивалентна 4,1 т.у.т.), наличие неиссякаемого ресурса - воды. Утверждается, что со временем даже с экономической точки зрения использование водорода в качестве глобального энергоносителя будет оправданно, в том числе и в транспортной энергетике.

Существуют определенные проблемы его использования. И, пожалуй, основная проблема - это низкая эффективность существующей транспортной энергосистемы на базе тепловых двигателей, КПД которых не превышает 50%, а работа сопровождается неизбежными вредными выбросами в окружающую среду.

Следуя Д.И.Менделееву, можно сказать, что использовать водород в такой системе – это все равно, что топить печь валютой, т.е. верх расточительства. Складывается такое впечатление, что в свое время в энергообеспечении человечество пошло по пути «наименьшего сопротивления». А, как известно, на пути наименьшего сопротивления подводят даже самые сильные тормоза. Парадокс, но за более, чем 100-летнюю дизельную эпоху их КПД повысился лишь 15-17 пунктов. Можно сказать, что последнее столетие в области энергетики человечество совершенствовало лишь упомянутые тормоза. В то время как требовались концептуальные изменения энергосистемы и надо сказать предпосылки к этому были.

Значительно раньше тепловых двигателей в 1838 году был изобретен так называемый топливный элемент (ТЭ) или корректнее электрохимический преобразователь. Топливный элемент - прямой аналог биологическому источнику энергии живых организмов. Он обеспечивают прямое преобразование химической энергии в электрическую, подобно тому, как это происходит в аккумуляторной батарее.

Отличие состоит в том, что используются другие химические вещества, а электрическая энергия генерируется до тех пор, пока на анод поступает водородосодержащее вещество, а на катод – кислородосодержащее вещество (кислород или атмосферный воздух). Топливный элемент не имеет движущихся частей. Его КПД может быть в разы больше, чем у дизеля. По экологической чистоте электрохимические установки превышают все существующие энергоустановки в десятки, и даже сотни раз. Так, «выхлоп» электрохимической установки типа «Фотон» на базе твердодополномерных ТЭ - вода, а КПД 70-80% при удельном расходе водорода в 4-5 раз меньше, чем углеводородного топлива в дизелях. В связи с этим сегодня общепризнано, что технологическая база водородной энергетики - это электрохимические преобразователи. В мире уже работает более 300 водородных автомобилей и судов, из них две трети – на топливных элементах.

Что касается движителей? Надо сказать, что проблема движителей для транспорта может быть даже более актуальна, чем двигателей. Дело в том, что движители снижают эффективность транспортной энергетики порой значительно, чем двигатели. Так, КПД движителя – колеса не превышает 15%. И не случайно матушка-Природа отвергает любые движители ротационного типа, такие как колесо и винт. А вот реактивный движитель, который в качестве рабочего тела использует среду перемещения, ей известен. И человечество нечто подобное уже использует, например, при создании так называемого левитирующего транспорта, т.е. поездов на магнитной подушке или на магнитном подвесе (ЭДП и ЭМП). Результат - при тех же удельных затратах энергии скорость движения магнитных поездов в 3-4 раза выше, чем обычных колесных поездов (скорость японского поезда – 580 км/ч, а китайского – 470 км/ч).

Известны также два судовых движителя прямого преобразования - это магнито-гидродинамический (МГДД) и электродинамический (ЭДД). МГДД был испытан на моделях в США и полномасштабных судах в Японии. Для создания упора МГДД использует силу Лоренца (эффект Флеминга), которая возникает в результате взаимодействия электрического и наводимого магнитного полей. Пока эффективность его невелика (КПД проценты).

Макет ЭДД был испытан более 20 лет назад. Результаты обнадеживающие - тяга его не зависит от скорости; он универсален (может работать в водной и воздушной средах и даже в вакууме); КПД достигает 80% и более, а удельные затраты энергии более, чем 5 раз меньше, чем у МГДД. Поэтому, несмотря на определенные техни-

ческие трудности, по мнению специалистов, ЭДД найдет реальное применение в 21 веке.

Таким образом, на современном этапе развития науки и техники наиболее вероятная база модернизации транспортной энергетики – это водородный энергоноситель, топливные элементы и двигатели прямого преобразования. Они позволяют до минимума сократить количество преобразований энергии, а соответственно и потери водородосодержащих ресурсов, в 2-3 раза увеличить эффективность транспортной энергетики, обеспечить адекватную экономию энергоресурсов и повысить экологическую чистоту транспортных средств на несколько порядков.

Понятно, что столь масштабная модернизация энергетики транспорта - дело не одного года и даже не одного десятилетия. Например, по программе Европейского Союза предполагается, что до 2030 года энергетика транспорта будет комбинированной, а в дальнейшем сектор применения технологий прямого преобразования будет расширяться вплоть до полной замены традиционной энергетики. Последнее программа Европейского Союза предусматривает к 2050 году.

Что же в России? По мнению директора Курчатовского научного центра, а это головная организация в стране по водородной энергетике, 2015-2020 годы должны стать началом реального перехода страны к водородной энергетике. Впрочем, в это верить с трудом. Ниже приведены выводы, которые были сформулированы более 10 лет назад при рассмотрении этой тематики на совместном заседании научных советов по транспорту РАН и Академии Наук Республики Беларусь:

1. Смена углеродной энергетики на водородную, и в связи с этим переход традиционной транспортной энергетики к энергетике технологий прямого преобразования – объективная необходимость и наиболее вероятная реальность XXI века.

2. Энерго-экологические вызовы неизбежно приведут к концептуальным цивилизационным изменениям и уже в ближайшем десятилетии можно ожидать существенного повышения рисков для российской «ресурсной» экономики.

3. России необходимо максимально использовать благоприятную пока конъюнктуру экспорта ресурсов для развития технологий прямого преобразования и модернизации на этой основе энергетики и транспорта – естественных национальных приоритетов страны географически и геополитически.

4. Разработку «прорывных» технологий рационально поставить на государственный уровень с реализацией соответствующих национальных программ и подготовкой интеллектуальных и управленческих кадров.

Надо сказать, что они и сегодня не потеряли своей актуальности. Более того можно утверждать, что сегодня в период известных санкций они еще более актуальны. И хотя предприняты определенные шаги по развитию в стране водородной энергетики, в частности Россия стала членом Международного партнерства по водородной энергетике, создана Национальная водородная компания, но в остальном все, как и прежде: доходы от экспорта ресурсов надлежащим образом так и не используются, национальная программа отсутствует, подготовка кадров в зачаточном состоянии. Между тем, Советский Союз – это страна первых в мире водородных самолета, автомобиля и подводной лодки.

Кроме того существует также проблема, связанная с неосведомленностью широкой общественности и специалистов по технологиям прямого преобразования. Собственно на снятие остроты последней проблемы как раз и направлена настоящая публикация и мои труды по данной тематике[1-9].

Основная идея, заложенная в них: техника 20 века губительна для 21 столетия. Человечество спасут радикальные перемены в технологии производства и исполь-

зования энергии, в том числе, а может быть и прежде всего на транспорте. В 2009 году о необходимости таких перемен глава Организации Объединенных Наций (ООН) Пан Ги Мун на Генеральной Ассамблее ООН по энергетике говорил так: «Мы (человечество) стоим на перепутье. Одна дорога ведет в пропасть, другая – к созданию более устойчивого, процветающего, стабильного мира. Наш выбор должен быть ясен».

1. Энергетическая диаграмма транспорта / Материалы Всероссийской научной конференции «Параметры перспективных транспортных систем России» (июнь 1994 г. Москва) М.: Институт проблем транспорта РАН, 1994.

2. Энергообеспечение речных судов: учебное пособие. С-Пб.: ИПЦ СПбГУВК, 1995.  
[http://bas49.ucoz.ru/Id/0/6\\_WAk.pdf](http://bas49.ucoz.ru/Id/0/6_WAk.pdf)

3. Энергетика в XXI веке / Сборник научных трудов СПбГУВК «Судостроение и судоремонт». С-Пб.: ИПЦ СПбГУВК, 1999.

[http://bas49.ucoz.ru/publ/bajov\\_a\\_s\\_energetika\\_v\\_xxi\\_veke/1-1-0-17](http://bas49.ucoz.ru/publ/bajov_a_s_energetika_v_xxi_veke/1-1-0-17)

4. Предмет, объект и метод термодинамики / Сборник научных трудов СПбГУВК «Судостроение и судоремонт». С-Пб.: ИПЦ СПбГУВК, 2000.

5. Судовая энергетика в XXI веке // Морской вестник, 2003, № 2.  
[http://bas49.ucoz.ru/publ/sudovaja\\_energetika\\_v\\_khkhhi\\_veke/1-1-0-5](http://bas49.ucoz.ru/publ/sudovaja_energetika_v_khkhhi_veke/1-1-0-5)

6. Перспективы судовой энергетики / Материалы научно-технической конференции «Кораблестроительное образование и наука -2005» 25-28 октября 2005 г. СПб.: ИЦ СПбГМТУ, 2005.

7. Будущее транспортной энергетики / Материалы научно-технического симпозиума «Актуальные проблемы и перспективы развития Северо-Запада». 19 декабря 2005 г. СПб.: ИМЦ «НВШ-СПб», 2006.

8. Тенденции развития энергетики транспорта в XXI веке / В кн. Интеллектуальные ресурсы интеграции: материалы российско-белорусского круглого стола (15 мая 2006 г. Минск). Вып. 1/ Под ред. П.А.Витязя и др. Сыктывкар, КРАГСиУ, 2007.

[http://bas49.ucoz.ru/publ/tendencii\\_razvitija\\_energetiki\\_transporta\\_vkhkhhi\\_veke/1-1-0-16](http://bas49.ucoz.ru/publ/tendencii_razvitija_energetiki_transporta_vkhkhhi_veke/1-1-0-16)

9. Техническая эксплуатация энергокомплексов транспортных судов: монография. С-Пб.: СПбГМТУ, 2014. 343 с. <http://bas49.ucoz.ru/load/0-0-0-4-20>

20.05.2015 г.