

кожний акумуляторний елемент в батареї для керування процесом «заряд-розряд». Тільки ці усереднені дані про загальну витрату енергоносіїв будуть оцінювати економічність гібридних транспортних засобів в експлуатаційних умовах.

Слід зазначити, що вартість енергоносіїв буде відрізнятися не тільки в різних країнах, але й у одній і тій самій, але у різних умовах експлуатації, наприклад, улітку або взимку. Всі ці дані можуть бути подані на сайті виробника транспортного засобу та постійно оновлюватися. Тільки такі дані будуть передавати конкретні експлуатаційні витрати в кожному регіоні та давати покупцеві більш правдиву інформацію про паливну та електричну економічність гібридних транспортних засобів в різних експлуатаційних умовах.

Бороденко Юрий Николаевич, к. ф-м. н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, docentmaster@gmail.com

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ АТС

Основными задачами совершенствования автомобильного транспорта являются повышение его топливно-экономических и экологических показателей. Под топливом, в широком смысле, понимают энергоносители, которые используются для приведения силовой установки автомобиля в действие. Потенциальные энергоносители рассредоточены и в недрах земли, и на ее поверхности, и в атмосферном воздухе, и даже в космосе. Причем, некоторые из них существуют в различных субстанциях и акциденциях. Например, водород в различных химических соединениях содержится и под землей (углеводороды), и на земле (биомасса) и в атмосфере.

Эффективность использования энергетического продукта, с одной стороны, оценивается его энергоемкостью, с другой – затратами на его получение и преобразование в потребительский вид энергии. Особое внимание, уделяется восстанавливаемым и не лимитированным видам энергетической среды.

Рассматриваются три направления развития силовых установок работающих на альтернативных энергоносителях. Первое направление заключается в адаптации (конвертации) конструкции тепловых ДВС под альтернативные виды топлива (минимальные затраты на оборудование и производство топлива). Эффективность применения альтернативного топлива, в этом случае, оценивается показателями: экологической безопасности; затратами на получение конечного продукта; теплотворностью и качеством использования топлива; затратами на конвертацию двигателя, дополнительное оборудование и инфраструктурные объекты. Второй подход предполагает использование альтернативных двигателей, работающих от нетрадиционных источников энергии: электрических и пневматических аккумуляторов, солнечных батарей, азотных генераторов, водородных тепловых элементов и даже ядерных установок. Недостатком такого подхода можно считать значительные затраты на разработку силовой установки и реализацию

источника энергии. Компромиссным вариантом является комбинация указанных подходов с целью построения гибридных автомобилей.

Для автомобилей с тепловыми двигателями третьим по рейтингу после бензина и дизельного топлива является *природный углеводородный газ*, используемый в сжиженном или компримированном состоянии. Источниками природного газа (метана, пропана, бутана) в недрах земли являются различные геологические локации. Способ добычи и объемы залежей природного газа во многом определяют его сырьевую цену [1]. Для заправки автомобиля, как правило, используются компримированный метан и сжиженный пропан. Общие преимущества газового топлива: относительно низкая цена; сравнительная экологическая безопасность; увеличение пробега на одном объеме баллонного топлива. Общие недостатки: относительный дефицит инфраструктурных объектов; снижение мощности ДВС.

Различные плотности и давления баллонного метана и пропана во многом поясняют преимущества и недостатки их использования в качестве автомобильного топлива. Газобаллонное оборудование для пропана на 70 % дешевле, чем для метана, а стоимость заправки – выше. При этом, вес баллонов с пропаном в несколько раз легче, чем для сжатого метана, а вместимость сжиженного пропана, в равном объеме баллона, обеспечивает втрое больший пробег, чем на метане. Потеря мощности ДВС относительно бензина для пропана составляет 5 %, а для метана – 20 %. Экологические показатели пропана хуже, чем у метана. Метан менее взрывоопасен, оборудование для подготовки и заправки метана проще, чем для пропана, но при этом, сеть заправок метаном менее развита.

С учетом того, что содержание метана в природном газе составляет около 95 %, наметилась тенденция применения и *сжиженного метана* на автомобильном транспорте [2]. Такая технология с одной стороны позволяет повысить плотность энергии топлива, с другой, – требует значительных энергозатрат, поскольку сжиженный метан получают при охлаждении газа до минус 160 °С. При этом, его хранение требует применения специальных криогенных (термостатированных) емкостей на заправочных станциях и баллонов на борту автомобиля. Таким образом, применение жидкого метана в качестве экологического моторного топлива оправдано в условиях оперативного его использования на фиксированных пробегах.

Высокими теплотворными показателями характеризуются *спиртовые* (этанол, метанол, бутанол, биоэтанол, аммиак) и *жировые* (биодизельное топливо) виды топлива, а также их смеси, которые характеризуются более высоким октановым числом и меньшим содержанием вредных веществ в выбросах по сравнению с чистым бензином [1]. Рассмотренные горючие топлива являются невозстановляемыми энергоносителями и к тому же «выжигают» кислород из атмосферы при сгорании в двигателе.

Аммиак (соединение водорода и азота) не содержит углерода (нулевые выбросы углекислого газа). Его производство обходится дешевле других спиртов. При этом, плотность энергии аммиачного топлива в два раза ниже,

чем у бензина. Используется в качестве топлива для поршневых двигателей, а также в топливных элементах для получения водородного топлива.

Водородное топливо имеет удельную теплоту сгорания в три раза выше, чем у бензина и в процессе сгорания не выделяет вредных веществ. Это топливо представляет восстанавливаемый продукт, поскольку производится из воды, и после сгорания превращается в ее конденсат. Но производство водорода обходится гораздо дороже, чем бензина. При этом, затраченная на производство энергия еще и накладывает свой экологический оттенок.

Электрическая энергия используется для АТС с питанием от тяговых АКБ, или работающих на топливных элементах. В первом случае, при разработке электромобиля возникает ряд специфических вопросов, связанных с обеспечением необходимой емкости АКБ и мощности электропривода; расположения АКБ на боту автомобиля; использованием систем рекуперации энергии и охлаждения электрических агрегатов; поддержанием эксплуатационных характеристик силовой установки. Основным сдерживающим фактором в развитии АТС с автономной электрической тягой является низкая энергоемкость тяговых АКБ. Таким образом, к недостаткам применения электрического привода следует отнести: высокую стоимость и ограниченный срок службы АКБ, необходимость длительной зарядки, ограниченный ресурс автономного перемещения [3].

В *топливном элементе* протекает электрохимическая реакция между водородом и кислородом (обратная электролизу), в результате которой, образуется разность электрических потенциалов между электродами элемента. Реакция сопровождается выделением тепла (без воспламенения) и воды. Для производства электроэнергии в автомобиле, водород содержится в баке, а кислород поступает из воздуха [4]. Таким образом, рекомбинация продуктов в топливном элементе возвращает воду, а кислород восстанавливается на этапе производства водорода.

Энергия, запасенная в жидком азоте (78 % воздуха), равно как и в сжатом воздухе (атмосферные восстанавливаемые ресурсы), может быть использована для обеспечения движения автомобиля. При этом, рассматриваются два способа преобразования видов энергии – непосредственное преобразование с помощью пневмодвигателя и двухступенчатое преобразование с генераторной установкой и электродвигателем (последовательный гибрид). *Криогенная силовая установка* состоит из криогенного бака, газификатора, воздушного теплообменника и пневмодвигателя [5]. Пневмопривод колес или генератора реализуется с помощью пневмодвигателя. Криомобили с электроприводом характеризуются преимуществами: доступное дешевое и негорючее сырье; экология при утилизации и быстрая зарядка термических баков в сравнении с электрическими АКБ; использование побочного тепла ДВС в гибридных установках. Недостатки: высокие энергозатраты на производство жидкого азота и оборудование; низкая энергетическая плотность жидкого азота в сравнении с углеводородными топливами; отрицательное воздействие побочного продукта

производства азота из атмосферного воздуха на окружающую органику; вредное воздействие низких температур; отсутствие инфраструктуры.

Использование мобильных источников солнечной энергии (не лимитированного продукта энергетической среды космоса) лимитируется поверхностью транспортного средства для получения достаточной электрической мощности по средствам солнечных элементов, КПД которых составляет порядка 20 %. Небольшой пробег и недостаточная мощность привода на солнечном потенциале не обеспечивает потребительских запросов по ездовым качествам и условиям эксплуатации современного автомобиля. По этому, дальнейшее развитие солнечной энергетики на автомобиле пошло по второму направлению развития – гибридации источника электрической энергии [6].

К рассмотренным источникам энергии транспортных средств, в недалеком будущем, можно добавить *ядерные реакторы*, работающие на атомном тории. Энергетическая плотность такого топлива позволяет эксплуатировать автомобиль на одной «стартовой заправке» [7]. Однако, говорить о стоимости получения энергетического продукта и безопасности использования таких концептов, пока не приходится.

Электромагнитные поля (геомагнитные, наземные, околоземные и космические излучатели) в далеком будущем могут использоваться, как энергетический продукт для приведения в действие мобильных объектов. Энергия из эфира может восприниматься непосредственно на борт автомобиля [8] или транспортироваться централизованно. Во втором случае, заправочные станции трансформируются в распределенные инфраструктурные объекты в виде комплекса антенных резонаторов-приемников, конверторов частоты и трансляторов энергии направленного действия [9]. Последние, будут передавать энергию в виде электромагнитных колебаний фиксированной частоты на борт транспортного средства в процессе его движения. Таким образом, частотное нормирование «бесконтактной заправки» волновым энергоносителем, позволит свести к минимуму затраты на реализацию резонатора-приемника на борту транспортного средства.

Вывод. Источники энергии для перспективных АТС необходимо выбирать в формате «3-Э» (экология, экономия, эксплуатационные характеристики) с учетом комплексных показателей эффективности по всей энергетической цепочке, начиная с получения энергетического сырья и заканчивая транспортным процессом.

Информационные источники

1. Альтернативные виды топлива. Режим доступа: <https://xn--80aaf3axghkd.xn--plai/alternativnye-vidy-topliva/>.

2. ГазоМАЗы: сжиженный метан и автобусы для Челябинска. Режим доступа: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/gazomazy-szhizhennyi-metan-i-avtobusy-dlya-chelyabinska>.

3. Четыре главных вопроса перспективы массового использования электромобилей. Режим доступа: <https://hevcars.com.ua/reviews/4-pregrady-na-puti-razvitiya-uspeha-elektromobiley/>.

4. Автомобиль на водороде. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/430372/>

5. Разработка первой в Украине демонстрационной модели экологически чистого автомобиля с криогенной силовой установкой. Режим доступа: http://www.holod-konsultant.ru/articles/nizk/kriogennii_avtomobil.htm.

6. Авто на солнечных батареях. Режим доступа: <https://amastercar.ru/blog/solncemobili-mif-ili-realnost.html>.

7. Атомные автомобили: прошлое и будущее. Режим доступа: <https://www.mirf.ru/science/atomnye-avtomobili>.

8. Получение электроэнергии из атмосферы с помощью антенны и приёмника. Режим доступа: <https://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=31296>.

9. Три способа передачи энергии без проводов – от Теслы до наших дней. Режим доступа: <https://domikelectrica.ru/3-sposoba-peredachi-energii-bez-provodov/>

Маяк Микола Михайлович, д.т.н., проф., Луцький національний технічний університет

Ємець Богдан Володимирович, к.т.н., Житомирський агротехнічний коледж,

Рябчук Олександр Павлович, к.с.-г.н., Житомирський агротехнічний коледж, bogdan1199@ukr.net

ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОЗГАНЯННЯ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ НА ГЕНЕРАТОРНОМУ ГАЗУ

Проблема забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами від роботи двигунів автомобілів на нафтових видах палива притаманна багатьом країнам, у тому числі - Україні [1]. Тому актуальним є застосування альтернативних видів палива, які, можливо, спершу частково замінять бензин чи дизельне пальне. Один із способів вирішення проблеми альтернативи експлуатації нафтопродуктів – це можливість роботи двигунів автомобілів на генераторному газу (ГГ), отриманому шляхом газифікації твердого палива. Таке паливо може бути місцевим для того чи іншого регіону нашої країни (наприклад, для Полісся – деревина), що вкрай важливо з економічної точки зору [2].

В літературі часто не вказують єдиних критеріїв і показників розганяння автомобіля, проте в теорії автомобіля і на практиці застосовуються наступні [3]: час розганяння на шляху 400 і 1000 м; час розганяння до заданої швидкості; прискорення при розганянні; інші.

Показники тягово-швидкісних властивостей (окрім середньої швидкості) автомобіля, і, зокрема, показники розганяння, можна визначати шляхом роз-