

УДК 621.436.004.5

Н.Г. Куць, канд. техн. наук

Луцкий национальный технический университет,

ул. Львовская, 75, г. Луцк, Украина, 43018

kuts_n@mail.ru

ВИХРЕВОЙ ТЕПЛОВОЙ НАСОС НА ТРАНСПОРТЕ

Разработана принципиальная схема транспортного гибридного энергокомплекса с электроотягой и вихревым тепловым насосом. Проведен анализ гибридного автомобиля с электроотягой и тепловым двигателем в сравнении с магнитодинамическим мотор-генератором и вихревым тепловым насосом. Показана принципиальная возможность полностью обеспечить энергопотребление транспортным средством в процессе его движения от теплового насоса.

Ключевые слова: гибридный электромобиль, магнитодинамический мотор-генератор, вихревой тепловой насос.

Постановка проблемы. Современная тенденция развития энергетических комплексов на транспорте заключается в более эффективном использовании топливно-энергетических ресурсов. Разрабатываются двигатели с внутренним и внешним сгоранием топлива с целью получения максимально возможного КПД [1]. Особое значение приобретают научно-технические разработки, в которых получают коэффициент преобразования одного вида энергии в другой больше единицы. Для этого весь бортовой энергоблок необходимо превратить в открытую систему, когда при обеспечении соответствующих условий вследствие взаимодействия с другими энергосистемами возникает дополнительный канал обмена энергиями.

Анализ публикаций. В настоящее время убедительно доказано, что только тепловые насосы позволяют получать коэффициент преобразования одного вида энергии в другой больше единицы. Важно этот принцип реализовать на транспортных средствах, в которых применяются тепловые или электрические двигатели. В этой связи создание гибридных энергосистем следует рассматривать как переходной период перевода всех транспортных средств на электроотягу с использованием тепловых насосов. Эта тенденция уже начинает проявляться на транспорте.

Так в работе [2] тепловой насос на автотранспорте использовался для эффективного охлаждения корпуса двигателя. В такой схеме дополнительно тратится энергия на питание теплового насоса. Выигрыш в коэффициенте преобразования не реализуется, а имеет место более эффективное охлаждение корпуса двигателя воздухом окружающей среды, что тоже не маловажно. Кроме этого наметилась тенденция применения теплового насоса не только для охлаждения работающего двигателя, но и для повышения температуры в зимних условиях [3], а конкретно для снятия налета льда на наружном теплообменнике автомобиля, работающего на топливных элементах.

Чтобы как-то изменить ситуацию, следует применять тепловые насосы не только для интенсивного охлаждения корпуса двигателя, но и реализовать возможность получать с помощью теплового насоса коэффициенты преобразования одного вида энергии в другой больше единицы. Какие тепловые насосы для этой цели могут быть применены в транспорте, рассмотрены в работе [1] и показана принципиальная возможность их использования на транспорте без конкретных расчетов коэффициентов преобразования.

Цель и задачи исследования. Поэтому возникает цель: рассмотреть, как работает гибридная энергосистема с применением теплового насоса и разработать математическое обеспечение для анализа работы таких систем. Чтобы реализовать поставленную цель необходимо решить следующие задачи:

- разработать принципиальную схему гибридного энергокомплекса с тепловым насосом;
- рассмотреть положительные и отрицательные качества каждого отдельного энергоблока в гибридной системе;
- провести анализ оптимальных условий работы каждого блока теплового насоса;
- установить условия полного обеспечения энергопотребления транспортным средством от теплового насоса.

Последовательно рассмотрим поставленные задачи применительно к гибридной системе, состоящей из электромобиля и вихревого теплового насоса. Другие возможности рассмотрены в работе [1].

Основная часть

1. Гибридный энергокомплекс электромобиль-вихревой тепловой насос.

Мировая тенденция развития транспорта – это разработка гибридных электроотяговых устройств совместно с тепловыми двигателями с переходом в дальнейшем полностью на электроотягу, а в перспективе включение в транспортные энергосистемы тепловые насосы [1]. В качестве примера

рассмотрим гибридную схему электротягового комплекса совместно с вихревым тепловым насосом. Принципиальная схема такой гибридной системы показана на рисунке 1. Автошасси 1 через коробку передач 2 управляется мотором постоянного тока 3, который запитывается от аккумулятора 8. От аккумулятора 8 запитывается вентилятор 4. Вентилятор 4 в воздушном канале 5 формирует поток воздуха. Поток воздуха вращает ветрогенератор 6. Вырабатываемая электрическая мощность переменного тока через выпрямитель 7 подзаряжает аккумулятор 8. В таком устройстве аккумулятор работает в буферной схеме.

В приведенной гибридной схеме работают совместно электротяговый комплекс 1-3 и тепловой насос 4-7. Источником энергии является электрический аккумулятор 8. Каждый комплекс состоит из отдельных блоков, состояние развития которых определяют экономическую эффективность применения на транспорте такого гибридного энергетического устройства. Рассмотрим каждый комплекс в отдельности с подробным анализом применяемых энергетических блоков.

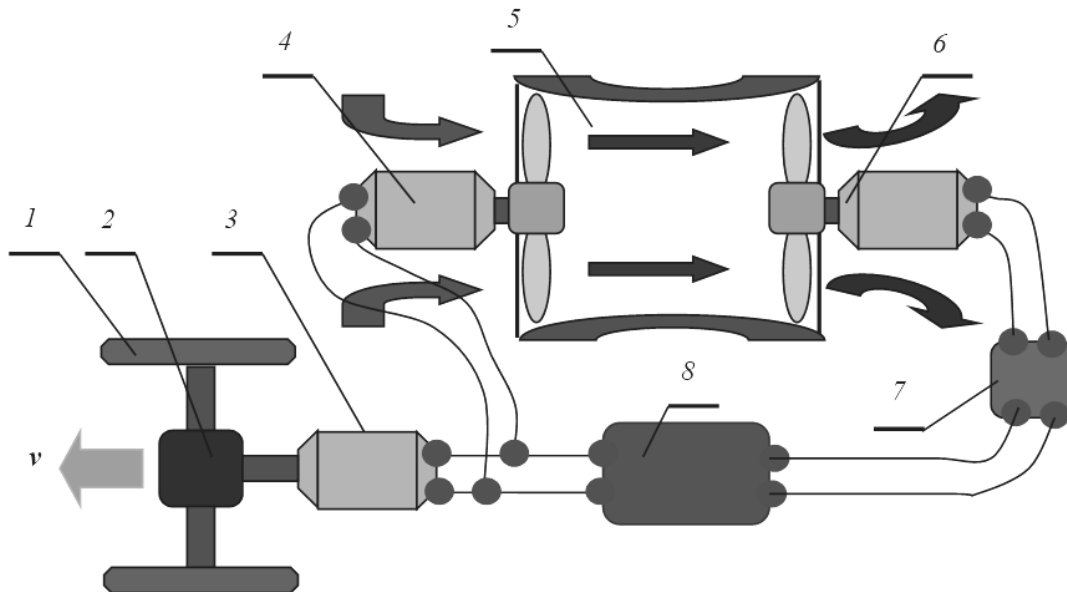


Рисунок 1 – Принципиальная схема применения вихревого теплового насоса на транспорте с электротягой:
1 – автошасси; 2 – коробка передач; 3 – электромотор постоянного тока; 4 – вентилятор; 5 – воздушный канал;
6 – ветрогенератор; 7 – выпрямитель; 8 – аккумулятор

2. Электротяговый комплекс в электромобилях.

В электромобилях тяговые усилия обеспечиваются электрическими двигателями. Такие двигатели работают без шума, обладают простым управлением и в процессе работы не производят загрязнения окружающей среды. Применяемая электрическая трансмиссия требует меньшей энергии для ее функционирования, чем обыкновенная механическая, и кроме этого удобна в регулировании. Все это в совокупности позволяет считать, что самым перспективным автомобилем будущего является электромобиль.

Во всех странах Мира ведутся интенсивные научно-технические разработки в области совершенствования электромобиля. Но! Почему же электромобили не производятся автопромышленностью широким фронтом? Причины здесь следующие:

1. Современные технологии производства аккумуляторов электрической энергии не позволяют аккумулировать большие мощности, что снижает как скорость движения, так и величину пробега/

2. Подзарядка аккумуляторов не достаточно отработана и поэтому для полной подзарядки аккумуляторной батареи требуется несколько часов.

3. Существующие электромоторы и генераторы, которые выпускаются электропромышленностью обладают большими габаритами и, соответственно, весом.

4. Применяемые материалы и технология производства настолько не совершенны, что стоимость электромобиля существенно выше автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Например, выпускаемый в Японии серийный электрокар Mitsubishi i-MiEV, стоит ~ 50 тыс. долларов. Это фантастическая стоимость.

Из всех аккумуляторов наибольшей электроемкостью на единицу веса обладают литиевые аккумуляторы. Стоимость этих аккумуляторов достаточно высокая, а более дешевые аккумуляторы не подходят для применения их в электромобилях по своим техническим характеристикам.

Когда стали применять гибридные двигатели, то отпала необходимость применять аккумуляторы большой емкости, так как двигатели внутреннего сгорания, вращая электрогенератор, постоянно подзаряжают аккумулятор. В этом случае возможно обойтись аккумуляторной батареей меньшей емкости. Кроме этого исключается внешняя периодическая подзарядка аккумуляторной батареи. В такой гибридной схеме несколько уменьшился только расход горючего, что также не маловажно. Например, достаточно разработан и промышленно изготавливается гибридный двигатель Lexus Rx400h. В этом гибридном двигателе применен V-образный шестицилиндровый двигатель мощностью 150 кВт и содержит два тяговых электромотора по 200 кВт каждый, а также высоковольтную аккумуляторную батарею напряжением 288 В. Только двигатель обладает габаритами 1500×900×1000 мм и весом ~ 1000 кг. Расход бензина в городских условиях составляет всего ~ 4 л на 100 км.

Следовательно, применение гибридных энергокомплексов на транспорте снимает первых два пункта, которые сдерживают широкое производство электромобилей промышленностью. Третий и четвертый пункты являются не преодолимыми.

Существующие электромоторы и генераторы применяются на транспорте в ограниченном масштабе. Это обусловлено тем, что их массогабаритные характеристики не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к электромобилям. В настоящее время наметилась тенденция создания мотор-генераторов магнитодинамических, в котором ротор представляет набор постоянных магнитов на вращающемся диске, а статор содержит набор электромагнитов, запитываемых импульсами тока определенной скважностью. При мощности 15 кВт магнитодинамический мотор-генератор обладает диаметром 520 мм и толщиной 160 мм, а общий вес 39 кг. Аналогичный асинхронный электродвигатель АИР-160S4 мощностью 15 кВт имеет размер 350×435×130 и обладает весом 120 кг. По весу магнитодинамические мотор-генераторы в три раза меньше по весу обычных, выпускаемых промышленностью, асинхронных электрических моторов, которые могут работать и как генераторы.

Магнитодинамические мотор-генераторы при сравнительно небольших габаритах обладают высокой мощностью и являются открытой системой относительно окружающей среды. Они позволяют генерировать свободную энергию [4,5]. Преимущество такого мотор-генератора также состоит еще в том, что он позволяет регулировать коэффициент трения при торможении транспортного средства.

Что касается высокой стоимости электромобиля, то она может быть значительно снижена, если в гибридной схеме заменить ДВС на вихревой тепловой насос.

3. Вихревой тепловой насос

Вихревой тепловой насос представляет собой ветрогенератор, оснащенный вентилятором и помещен совместно с вентилятором в замкнутый воздушный объем, как это показано на рисунке 1. Вентилятор и ветрогенератор содержат лопасти специальной конструкции, которые описаны в работе [1].

При скорости движения транспортного средства 100 км/ч вихревой тепловой насос при соотношении площадей конфузора на входе вентилятора 1,2 тепловой насос с четырьмя лопастями радиуса 15 см на вентиляторе и ветрогенераторе полностью обеспечит мощность в 150 кВт, которую вырабатывает бензиновый двигатель а гибриде Lexus Rx400h. Частота вращения лопастей в ветрогенераторе составит 4870 об/мин, что вполне допустимо для лопастей из дюрала толщиной 10 мм и длиной 150 мм.

Получается, что вихревой тепловой насос способен полностью компенсировать мощность потребления электроэнергии тяговыми двигателями от аккумуляторной батареи. При этом габариты составят 700×350×350 мм, а вес – не более 250 кг. Важно отметить следующий факт. При падении температуры окружающей среды до – 30 °С вырабатываемая мощность тепловым насосом падает только на 0,13 %, т.е., практически не изменяется.

Выводы: Проведенный анализ применения вихревого теплового насоса на транспорте свидетельствует о следующем:

1. Разработана принципиальная схема транспортного гибридного энергокомплекса с вихревым тепловым насосом.

2. Показано, что развитие электромобилей сдерживается большими массогабаритными характеристиками выпускаемых промышленностью электромоторов и генераторов, а также аккумуляторных батарей. Вследствие этого производимые электромобили по стоимости значительно уступают автомобилям с ДВС.

3. Проведен сравнительный анализ асинхронных электродвигателей и магнитодинамических мотор-генераторов и установлено, что в транспортных средствах электротяга должна формироваться на основе применения магнитодинамических систем.

4. На входе вихревого теплового насоса находится вентилятор, роль которого сводится к тому, чтобы не допустить формирования обратного потока воздуха при отражении от лопастей

ветрогенератора и несколько увеличить скорость потока воздуха, поступающего на ход теплового насоса вследствие движения транспортного средства.

5. В ветрогенераторе предложено применить лопасти, разработанные авторами и опубликованные в [1], которые позволяют выдерживать большие механические нагрузки.

6. Продемонстрирована возможность полностью обеспечить энергопотребление транспортным средством от теплового насоса.

В дальнейшем тепловые насосы в транспорте займут свое лидирующее положение. Сейчас это ярко просматривается.

Библиографический список использованной литературы

1. Гречихин Л.И. Энергетические комплексы на транспорте / Л.И. Гречихин, Н.Г. Куць. – Мн.: ИООО «Право и экономика», 2013. – 258 с.

2. Performance evaluation of CO₂ heat pump system for full cell vehicles considering the heat exchanger arrangements / Kim Sung Chul, Kim Min Soo, Hwang In Chul, Lim Tae Won // Ins. J. Refrig. – 2007. – 30. № 7. – P. 1195-1206.

3. Wang Zhiyi, Wang Xinmin, Dong Zhiming. Defrost improvement by heat pump refrigerant charge compensating. / Wang Zhiyi, Wang Xinmin, Dong Zhiming // Appl. Energy. – 2008. – 85. № 11. – P. 1050-1059.

4. Рощин В.В. Экспериментальное исследование физических эффектов в динамической магнитной системе / В.В. Рощин, С.М. Годин // Международный конгресс – 2000. «Фундаментальные проблемы естествознания и техники». – С.-Петербург, 2000 – Т.1, №1. – С.202–205.

5. Хмельник С.И. Автономный бестопливный электромагнитный генератор [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: Spasebloom.net.

Поступила в редакцию 03.06.2013 г.

Куць Н. Г. Вихровий тепловий насос на транспорті

Розроблено принципову схему транспортного гібридного енергокомплексу з електротягою і вихровим тепловим насосом. Проведено аналіз гібридного автомобіля з електротягою і тепловим двигуном в порівнянні з магнітодинамічним мотор-генератором і вихровим тепловим насосом. Показано принципову можливість повністю забезпечити транспортний засіб в процесі його руху, енергоспоживанням від теплового насоса.

Ключові слова: гібридний електромобіль, магнітодинамічний мотор-генератор, вихровий тепловий насос

Kuts N. G. Vortex heat pump in transport

The principal hybrid vehicle of power complex with electric drive and vortex heat pump was developed. The analysis of hybrid vehicle with electrical-and heat engine in comparison with versus magnetodynamic motor-generator and vortex heat pump. Was made the principal possibility of fully providing power of the vehicle in the process fits moverent from the heat pump.

Keywords: hybrid electric, magnetodynamic motor-generator, a heat pump vortex