

УДК 620.9:629

ДОСТИЖЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Абдурахмонов Султанбек Уктамович

Старший преподаватель Андижанского
государственного технического института
г.Андижан, Узбекистан

Махамаджонов Содикжон Юлдашбой угли

Старший преподаватель Андижанского
государственного технического института
г.Андижан, Узбекистан

UDC 620.9:629

ACHIEVING ENERGY SAVINGS IN TRANSPORT VEHICLES

Abdurakhmonov Sultanbek Uktamovich

Senior Lecturer at Andijan State Technical Institute
Andijan, Uzbekistan

Mahamadjonov Sodikjon Yuldashboy Ugli

Senior Lecturer, Andijan State Technical Institute
Andijan, Uzbekistan

Аннотация. В настоящее время во всех странах мира уделяется большое внимание эффективному использованию энергетических ресурсов. Это объясняется увеличением затрат на добычу и переработку топливных и энергетических ресурсов, а также ростом дополнительных трудовых и материальных затрат.

Энергетический кризис конца XX и начала XXI века, охвативший весь мир, побудил промышленные страны разработать государственные программы экономии органического топлива и электроэнергии, а также стимулировал развитие научных и практических работ по их реализации.

Ключевые слова: Электромобиль, аккумуляторные батареи, электродвигатели, дорожные сопротивления, воздушное сопротивление, коробка передач, чистый водород в качестве топлива, чистый кислород в качестве окислителя, натрий-серные аккумуляторы.

Abstract. At present, all countries of the world pay great attention to the efficient use of energy resources. This is explained by the increasing costs of extraction and

processing of fuel and energy resources, as well as the growth of additional labor and material expenses.

The energy crisis of the late 20th and early 21st centuries, which affected the entire world, prompted industrialized countries to develop national programs for saving fossil fuels and electricity, and also stimulated the advancement of scientific and practical efforts for their implementation.

Keywords: Electric vehicle, storage batteries, electric motors, road resistance, air resistance, gearbox, pure hydrogen as fuel, pure oxygen as oxidizer, sodium-sulfur batteries.

Введение. Снижение расхода энергии электромобилей и повышение их эффективности является актуальной задачей в условиях современного развития. Электромобили постепенно вытесняют автомобили с двигателями внутреннего сгорания и занимают свое место в транспорте. Требуется дальнейшее техническое совершенствование электромобилей, используемых как в городе, так и за его пределами.

Одной из наиболее практических задач является обеспечение пробега электромобилей, движущихся со скоростью 80–100 км/ч, на расстояние не менее 200 км на одной зарядке аккумуляторов. Этого можно достичь за счет уменьшения всех дорожных сопротивлений, снижения потерь энергии на вспомогательных устройствах, а также повышения КПД аккумуляторных батарей, электродвигателей, трансмиссии и кабелей.

Основной задачей здесь должно быть снижение расхода энергии на преодоление дорожных сопротивлений и снижение потерь мощности на вспомогательных устройствах, а также совершенствование тормозной системы.

Коэффициент аэродинамического сопротивления для электромобилей не должен превышать 0,2–0,3, что является сложной, но решаемой задачей. Применение рекуперативного торможения при торможении является наиболее целесообразным с точки зрения экономии энергии. При рекуперативном торможении вся кинетическая энергия электромобиля преобразуется в электрическую и возвращается в аккумуляторные батареи. Хотя в настоящее время продолжают разрабатки различных типов аккумуляторов для электромобилей, наиболее широко используются свинцово-кислотные аккумуляторы. Их масса почти равна массе самого электромобиля, поэтому снижение массы аккумуляторов остается актуальной конструктивной проблемой.

Использование электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением в электромобилях имеет ряд преимуществ по сравнению с другими типами электродвигателей. Такие двигатели могут обеспечивать необходимый крутящий момент при малых скоростях и малый момент при высоких скоростях. Управление ими удобно, и они могут быть непосредственно подключены к аккумуляторным батареям. Регулировка

скорости может осуществляться с помощью преобразователя с широтно-импульсной модуляцией. Кроме того, регулирование скорости электромобиля механическим способом, например с использованием коробки передач, также приводит к снижению потерь электроэнергии.

Мощность электродвигателя, применяемого в электромобилях для движения по ровной дороге, рассчитывается по следующей формуле:

Уравнение баланса тяговой силы:

$$F_t = F_{\text{rab}} + F_p + F_x + F_i \quad (1)$$

где:

F_t – сила тяги на колесах, Н;

F_{rab} – сила трения, Н;

F_q – сила сопротивления на уклоне, Н;

F_x – сила аэродинамического сопротивления, Н;

F_i – сила сопротивления инерции, Н.

Момент сопротивления на колесе электромобиля рассчитывается следующим образом:

Момент сопротивления на колесе:

$$M_q = F_t r_{\text{kol}} \quad (2)$$

где r_{kol} – радиус колеса автомобиля, м.

Момент на валу двигателя:

$$M_m = M_q / (i \cdot \eta_{\text{mu}}) \quad (3)$$

где i – передаточное число редуктора.

Частота вращения вала двигателя:

$$n = (\vartheta_{ai}) 60 / (2\pi r_{\text{kol}}) \quad (4)$$

Требуемая мощность электродвигателя:

$$P_m = M_m \omega_m \quad (5)$$

Мощность двигателя должна быть выбрана в соответствии с условием:

$$P'_m \geq P_m \quad (6)$$

Отношение максимального момента к номинальному:

$$M_{\text{max}} / M_{\text{nom}} = 2,5 \quad (7)$$

Параметры электромобиля приведены в следующей таблице:

Таблица 1

Параметры	Условные знаки	Значения
Суммарная сила тяги ведущих колес, Н	F_t	3899,73
Суммарный момент сопротивления на колесе автомобиля, Nm	M_{kol}	435,8
Крутящий момент двигателя, Nm	M_m	54,4
Номинальное число оборотов двигателя,	n_{nom}	11400

обо/мин		
Мощность, необходимая для электромобиля, kW	P_m	64999,6
Угловая скорость колеса электромобиля, s^{-1}	ω_m	149,15

Максимальная скорость электродвигателя ограничивается значением механического напряжения на краю ротора. Обычно диаметр ротора двигателя постоянного тока меньше, чем у двигателя переменного тока, поэтому частота его вращения выше. Ток электродвигателя электромобиля обычно не превышает 50 А, а напряжение – 400 В, что ограничивается емкостью аккумулятора.

Энергосбережение в электромеханических системах транспортных средств.

В будущем в качестве источника электрической энергии могут использоваться топливные элементы. Работа топливного элемента схожа с работой аккумулятора. В самом простом топливном элементе в качестве топлива используется чистый водород, а в качестве окислителя – чистый кислород.

Газы проходят через пористый материал и вступают в реакцию в электролитном растворе, в результате чего образуется постоянный ток, а конечным продуктом реакции становится вода (рисунок 1). В процессе выделяется тепло. Такие источники энергии могут применяться в электромобилях благодаря следующим преимуществам:

- топливо не сжигается, а непосредственно преобразуется в электрическую энергию, что позволяет не ухудшать экологическую обстановку;
- нет необходимости в системе охлаждения для топливного элемента;
- процесс эксплуатации топливного элемента происходит бесшумно;
- широкий диапазон мощностей топливных элементов расширяет область их применения.

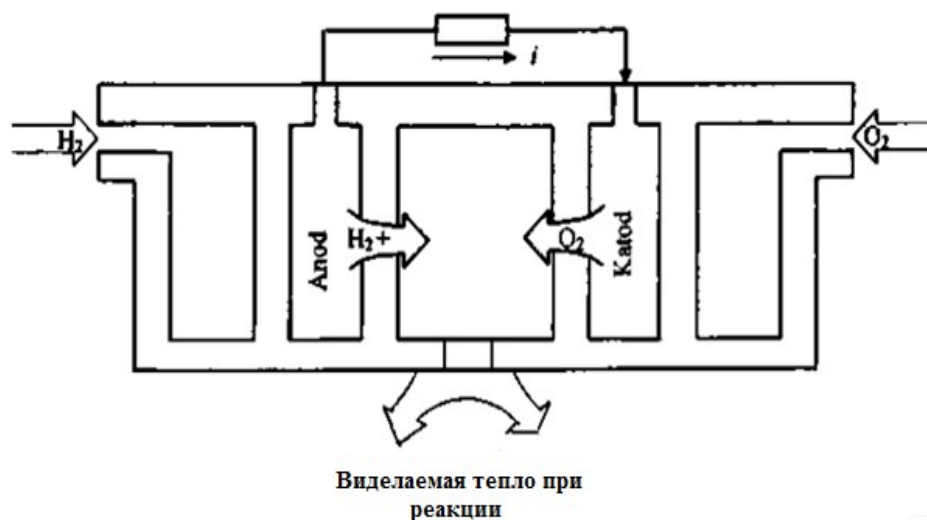


Рисунок 1. Схема работы топливного элемента

На данный момент КПД топливных элементов превышает 35% (если использовать тепловой насос для повторного использования выделяемого тепла, общий КПД энергетической установки может достигать 94%). В будущем возможно использование других видов топлива для топливных элементов.

Поскольку свинцово-кислотные аккумуляторы, применяемые в электромобилях, не полностью удовлетворяют требованиям к электротранспорту, ведутся исследования по созданию принципиально новых типов аккумуляторов.

Перспективными аккумуляторами для электромобилей будущего являются натрий-серные аккумуляторы (рисунок Катод из жидкого натрия и анод из жидкой серы разделены твердым электролитом, который выполняет функцию фильтра, пропускающего только ионы натрия. Ионы натрия вступают в реакцию с серой, в результате чего между электродами возникает разность потенциалов.

При работе электромотора, то есть при протекании тока через электрическую цепь, образуется конечный продукт – полисульфид натрия.

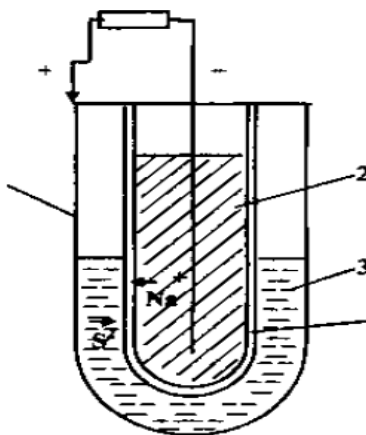


Рисунок 2. Конструктивное устройство натрий-серного аккумулятора:

1 – корпус из нержавеющей стали, выполняющий функцию сборщика тока с анода из жидкой серы; 2 – жидкий натрий (плавится при 98 °C); 3 – жидкая сера (плавится при 119 °C); 4 – твердый электролит на основе оксида алюминия, выполняющий функцию фильтра для ионов натрия.

Результаты дорожных испытаний показали, что электрофургон с натрий-серным аккумулятором на одной зарядке может преодолеть от 96 до 120 км в зависимости от состояния дороги и условий движения. На данный момент удельная энергия одного элемента натрий-серного аккумулятора достигает 550 Вт·ч. Для обеспечения электропитания электромобиля достаточно 90 таких аккумуляторных элементов.

В ведущих автомобильных странах, таких как США, Япония, Германия и Франция, прошли испытания гибридные электромобили с комбинированным использованием бензинового и электрического двигателей.

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в будущем в качестве источника электрической энергии могут быть использованы топливные элементы. Работа топливного элемента схожа с работой аккумулятора, при этом в качестве топлива используется чистый водород, а в качестве окислителя – чистый кислород.

Список литературы

1. International Energy Agency (IEA). *Energy Efficiency 2020* (Report). Крупный аналитический отчёт по энергетической эффективности, включая разделы по транспорту, политике энергосбережения и тенденциям после 2019–2020 годов. Полезен для общего контекста, статистики и примеров политических мер. [IEA Blob](#)
2. Carroll, D. (ed.). *Energy Efficiency of Vehicles*, 2nd Edition — SAE (book, 2024).
Технически ориентированная книга по методам повышения энергоэффективности автомобилей, анализу систем привода и подходам оптимизации расхода топлива/энергии. Рекомендуются, если нужны инженерные решения и расчёты. [sae.org+1](#)
3. Alvarez, et al. (eds.). *Energy-Efficient Driving of Road Vehicles* — Springer (book, 2019/2020).
Книга, фокусирующаяся на физике движения, эффективном вождении, а также возможностях экономии энергии с помощью подключённых и автономных технологий. Хороша для разделов о поведении водителя и цифровых решениях. [SpringerLink](#)
4. American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE). *Electric Vehicle Efficiency: Unlocking Consumer Savings and Environmental Gains* (report, 2024).
Современный аналитический доклад по эффективности электромобилей, оценке выгод для потребителя и экологии — полезен при сравнении EV и ДВС с точки зрения энергосбережения. [aceee.org](#)
5. Litman, T. «Efficient vehicles versus efficient transportation: Comparing policy approaches» — Transportation Research Part D / Transport Policy (2005).
6. Uktamovich A. S. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ //International journal of scientific researchers (IJSR) INDEXING. – 2024. – Т. 4. – №. 1. – С. 338-341.
7. Абдурахманов С. У., Абдуллаев М., Шукуралиев А. Ш. Повышение эффективности пусковых и статических режимов работы компрессорных установок //Бюллетень науки и практики. – 2018. – Т. 4. – №. 2. – С. 243-246.

8. Абдурахманов С. У., Абдуллаев М., Шукуралиев А. Ш. Повышение энергоэффективности промышленных установок и технологических машин //Бюллетень науки и практики. – 2018. – Т. 4. – №. 2. – С. 238-242.