

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук,
профессора Хмелева Романа Николаевича на диссертационную работу
Ракова Вячеслава Александровича «Методология комплексной оценки и
обеспечения эффективности эксплуатации гибридных автомобилей»,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по
научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта
(технические науки) в диссертационный совет 24.2.380.05 на базе
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»

Актуальность темы исследования

В настоящее время наблюдается общая тенденция к повышению топливной экономичности и снижению токсичности выбросов двигателей внутреннего сгорания (ДВС), применяемых на автомобильном транспорте. Это может достигаться как повышением эффективности тепловых двигателей, так и более широким использованием перспективных энергетических установок, к которым относятся электрические и комбинированные (гибридные) энергоустановки (КЭУ).

Гибридные автомобили нашли свое применение в таксопарках и службах доставки, в качестве служебного транспорта в организациях разного уровня. Апробируется эксплуатация гибридных городских автобусов отечественного производства. На государственном уровне расширение доли эксплуатируемых электромобилей и гибридных автомобилей обозначено в Транспортной стратегии Российской Федерации. В Китае, США, Японии, странах Таможенного союза, Евросоюза, Австралии и других странах развитие гибридных автомобилей подкреплено государственными программами поддержки.

В тоже время, как в нашей стране, так и за рубежом не выработаны научно-обоснованные подходы к оценке эффективности эксплуатации гибридных автомобилей. Ввиду значительного разнообразия конструкций комбинированных энергоустановок, стоимости гибридных автомобилей, различных условий эксплуатации, не проработанности государственных стандартов решать эту проблему требуется в комплексе. В этой связи тема работы обоснована, соответствует уровню и значимости диссертации.

Оценка содержания диссертации, обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Представленная диссертационная работа состоит из введения, пяти глав основного текста, общих выводов, заключения по работе, списка условных обозначений и сокращений, списка использованных литературных источников и приложений. Общий объем диссертационной работы составляет 422 страницы текста, включая 101 рисунок, 38 таблиц, список использованных источников из 265 наименований, список условных обозначений и сокращений и приложения на 90 страницах.

Во введении сформулирована проблема исследования, существующие подходы к ее решению, указан объект и предмет исследования, сформулированы цели, задачи, указана научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования, а также приведена информация об апробации работы.

В первой главе обоснована стратегия и тактика проведения исследования. Представлены критерии оценки влияния гибридных автомобилей на окружающую среду в России и мире в целом. Определены закономерности в развитии энергетических установок автомобилей. На основе комплексного подхода к системе «автомобиль – водитель – среда» приводится анализ влияния ключевых факторов на формирование эксплуатационных свойств автомобилей, по результатам которого определены наиболее значимые из них.

Во второй главе весьма подробно изложены новые разработанные методики оценки топливной экономичности гибридного автомобиля. Приведены методы оценки влияния рекуперативного торможения на эффективность гибридных автомобилей, включая влияющие факторы. Изложены методы и методики оценки эффективности гибридных автомобилей в лабораторных условиях и при проведении натурных испытаний на реальных серийных и экспериментальных гибридных автомобилях. Приведены результаты оценки влияния эксплуатационных факторов на экономичность гибридных автомобилей. Представлены результаты оценки и анализа надежности КЭУ гибридных автомобилей.

Результаты исследований, изложенные во второй главе, дают необходимую недостающую информацию для разработки метода оценки эффективности гибридных автомобилей.

В третьей главе приводятся основные положения расчетного метода априорной оценки расхода органического топлива гибридными автомобилями с заданным типом комбинированной энергоустановки (комбинированная последовательная, параллельная или смешанная) и циклом движения. Выбранный подход в прогнозировании расхода топлива теоретизирован, но вполне обоснован пояснениями и представленными зависимостями. Также приведены ограничения, допущения и порядок верификации метода.

Авторская методика оценки реализована в программе для расчета расхода топлива гибридными автомобилями КЭУ-АВТО.

В четвертой главе изложен метод комплексной оценки эффективности эксплуатации гибридных автомобилей, включающий методику сравнительной оценки экономических издержек при их эксплуатации, которая устанавливает взаимосвязь между первоначальной и остаточной стоимостью, затратами на топливо и экономической выгодой от эксплуатации для эксплуатирующих организаций.

Представлены результаты оценки эффективности эксплуатации гибридных автомобилей категории M_1 , M_2 , M_3 и N_1 с различными типами КЭУ в заданных условиях эксплуатации. Определены границы, устанавливающие целесообразность использования гибридных автомобилей в зависимости от среднего годового пробега и продолжительности эксплуатации. Рассчитана возможная экономическая эффективность для автотранспортных предприятий при использовании гибридных автомобилей. Предложенные критерии полностью согласуются с ГОСТ Р 58554-2019.

Показано возможное влияние гибридных автомобилей на экономию ресурсов, потребляемых автопарком страны. Так, снижение потребления бензина и дизельного топлива всем автопарком страны составит 8,4 % (6,3 млн т в год); снижение затрат на топливо составит 465 млрд руб. в год; снижение выбросов CO_2 составит 19,9 млн т в год.

В пятой главе предложены технические решения и мероприятия по обеспечению эффективности эксплуатации гибридных автомобилей и повышению их надежности.

Приведена авторская конструкция рекуператора тепловой энергии отработавших газов, которая позволяет снизить потери энергии на нагрев самого двигателя внутреннего сгорания, работающего в составе КЭУ в холодных условиях эксплуатации. При этом благодаря уменьшению времени

работы непрогретого ДВС снижается образование низкотемпературных отложений, что повышает надежность энергоустановки.

Даны предложения по стимулированию производства и эксплуатации более эффективных гибридных автомобилей.

В заключении приводятся основные результаты и выводы диссертационного исследования.

Содержание диссертации соответствует заявленному п. 6. «Обеспечение экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса; совершенствование методов автодорожной и экологической экспертизы, методов экологического мониторинга автотранспортных потоков» и п. 22 «Методы ресурсосбережения в автотранспортном комплексе» паспорта научной специальности 2.9.5.

Научная новизна полученных результатов:

- установлены закономерности влияния рекуперативного торможения на эффективность эксплуатации гибридных автомобилей;
- получены зависимости влияния условий эксплуатации на топливную экономичность, экологические свойства гибридных автомобилей и изменение технического состояния КЭУ;
- предложен метод априорной теоретической оценки топливной экономичности гибридных автомобилей, учитывающий тип и характеристики КЭУ при заданных циклах движения и потери в цепочках передачи энергии;
- разработан метод комплексной оценки и обеспечения эффективности эксплуатации гибридных автомобилей, включающий критерии энергоэффективности и экологической безопасности, обоснование границ экономической целесообразности и методику определения снижения экономических издержек при эксплуатации;
- разработаны технические решения и мероприятия, направленные на обеспечение эффективности и повышение надежности гибридных автомобилей в эксплуатации.

Представленные пункты научной новизны соответствуют цели работы, задачам и полученным выводам: как по количеству, так и по содержанию.

Практическая значимость работы заключается в обосновании границ эффективной эксплуатации гибридных автомобилей с различными типами КЭУ; в разработке технических решений, относящихся к конструкции

управляемого рекуператора тепловой энергии отработавших газов и подтвержденных патентами РФ № 120923 и № 127690; в разработке программного обеспечения расчета расхода топлива гибридными автомобилями по заданному циклу движения (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2023666519).

Практическая значимость подтверждается внедрением результатов диссертационного исследования в российских предприятиях, осуществляющих разработку и производство электротранспорта, организациях эксплуатирующих гибридные автомобили, обеспечивающих техническую и информационную поддержку при эксплуатации гибридных автомобилей, а также в образовательном процессе при подготовке специалистов автотранспортного комплекса.

Результаты работы использовались при реализации государственных программ поддержки, производства и использования экологически чистого транспорта.

Достоверность и обоснованность научных положений обеспечивается применением известных общенаучных методов, использованием сертифицированных средств измерения, применением алгоритмов проверки и верификации, экспериментальным подтверждением полученных результатов и сопоставлением их с другими известными данными.

Замечания по работе

По представленным диссертации и автореферату имеется ряд замечаний:

1. На стр. 53 диссертации в перечне нормативных документов, регламентирующих эксплуатацию автомобилей с КЭУ, упоминается Руководящий документ РД 37.009.026-92 «Положение о техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств, принадлежащих гражданам (легковые и грузовые автомобили, автобусы, минитракторы)» который утратил силу. Также в указанный перечень целесообразно включить документацию заводов-изготовителей транспортных средств (с учетом требований статей 18 и 20 Федерального закона от 10 декабря 1995 г. N 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения»).

2. Приведенные на стр. 74 диссертации направления уменьшения расхода топлива и выбросов CO₂ являются неполными и не учитывают возможности применения адаптивных ДВС (ДВС с отключением части цилиндров, с переменной степенью сжатия и т.п.).

3. Из предложенной в п. 2.3. методики не ясно, как согласуются п. 2 и п. 3 методики с тем, что ВСХ всегда снимается при положении регулирующего органа, соответствующем максимальной подаче топлива. На сколько в данном случае корректно сопоставлять полученные исходные данные в процессе поездки с заводской ВСХ.

4. Необходимо уточнить корректность данных таблицы 4.1 (расход топлива, начальная стоимость автомобиля) по технико-экономическим характеристикам сравниваемых автомобилей.

5. Требуется пояснение, с чем связаны более высокие суммарные затраты, приведенные в таблице 4.4, на эксплуатацию гибридного автомобиля в сравнении с автомобилем, имеющим бензиновый ДВС.

6. Методика оценки экономической эффективности эксплуатации гибридных автомобилей, изложенная в главе 4, не учитывает затраты на техническое обслуживание и ремонт автомобиля с бензиновым ДВС и гибридного автомобиля.

7. В выводах не приводится сравнение свойств эффективности гибридных автомобилей с автомобилями, работающими на газовом топливе.

8. В диссертации имеются незначительные опечатки.

Заключение

Указанные замечания не отражаются на общей положительной оценке работы и не снижают ее научной и практической значимости. Представленная диссертация решает поставленную цель и задачи разработки научно-технических решений, критериев оценки, рекомендаций, внедрение которых вносит значительный вклад в повышение эффективности автомобильного транспорта страны за счет использования гибридных автомобилей.

Работа прошла апробацию в достаточном объеме, научные результаты обсуждались специалистами на международных научно-технических конференциях разных организаций, включая профильные ведущие ВУЗы страны. По теме диссертации опубликовано 150 печатных работ, в том числе 20 публикации в журналах из списка ВАК РФ, а также 12 работ в высокорейтинговых зарубежных изданиях. Автореферат и публикации соискателя в достаточной степени отражают содержание работы.

С учетом изложенного можно заключить, что диссертация Ракова Вячеслава Александровича на тему «Методология комплексной оценки и обеспечения эффективности эксплуатации гибридных автомобилей» является

самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, которая соответствует «Положению о присуждении ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842, а ее автор, Раков Вячеслав Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор

(специальность: 05.04.02 Тепловые двигатели),

профессор кафедры «Транспортно-технологические машины и процессы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет»

Почтовый адрес: 300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92

Телефон: 89534336356

e-mail: aiah@yandex.ru

/Хмелев Роман Николаевич/

