

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации
Образцова Н.А., «Метод оценки применения гибридного силового блока с
газовым двигателем на коммунальных машинах»
предоставленной на соискание учёной степени кандидата технических наук

Использование гибридного силового блока с газовым двигателем на коммунальных машинах даёт комплексную оценку целесообразности переоборудования колесные машины на гибридный силовой блок с газовым двигателем. С помощью разработанной математической модели анализируются эксплуатационные показатели гибридной колёсной машины на маршрутах и рассчитываются критерии оценки энергоэффективности, экономичности, показатель рекуперации, энергии торможения и оценивается коэффициент гибридизации дающий комплексную оценку. Для финансовой оценки гибридизации колёсной машины предложены формулы расчёта экономического и экологического эффектов, а также сроки окупаемости переоборудования представляющий научный и практический интерес.

Научная новизна обоснована применением:

1. Научно обосновано применение газового двигателя, работающего в режиме полной нагрузки, в составе гибридного силового блока коммунальных машин.
2. Определен интегральный коэффициент гибридизации, оценивающий возможность применения гибридного силового блока с газовым двигателем на коммунальных машинах, учитывающий локальные критерии экологичности, экономичности и энергоэффективности.
3. Разработана математическая модель движения коммунальной машины, оснащенной гибридным силовым блоком с газовым двигателем, учитывающая изменяемые во времени параметры машины.
4. Разработан метод оценки возможности применения гибридного силового блока с газовым двигателем на коммунальных машинах на базе значения коэффициента гибридизации.

Практическая значимость работы заключается в использовании разработанного метода оценки возможности применения гибридного силового блока с газовым двигателем на коммунальных машинах для прогнозирования результатов

переоборудования коммунальных машин, эксплуатируемых профильными организациями, на гибридный силовой блок с газовым двигателем; в применении разработанных компьютерных и математических моделей в учебном процессе кафедры НТТМ автомобильно-дорожного факультета ФГБОУ ВО «СПбГАСУ» при изучении дисциплин «Программные системы инженерного анализа» и «Моделирование сложных процессов» по специальностям 15.03.03 «Прикладная механика» и 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Результаты научных исследований используются в профильных организациях: грузовой автосервис по комплексному ремонту коммунальных машин – ООО «Грин-Трак Спб», оператор по вывозу и утилизации твердых коммунальных отходов по Санкт-Петербургу – АО «Автопарк №1 «Спецтранс», грузовой автосервис спецтехники ООО «Большегруз».

Замечания по работе

1. Не приводится зависимость рекуперация энергии от длительности торможения.
2. Вызывает сомнение, что отсутствуют режимы холостого хода работы двигателя, так как в процессе работы машины сопровождается все режимы в зависимости от неустановившихся режимов нагружения.

Заключение

По результатам диссертационного исследования получены следующие научные и практические результаты:

1. На основании проведенного анализа выполнено научное обоснование применения газового двигателя в составе гибридного силового блока коммунальных машин. Газовый двигатель в составе гибридного силового блока работает в номинальном режиме при полной нагрузке, что обеспечивает его максимальный КПД. За счет рекуперации энергии торможения в гибридном силовом блоке и максимального КПД газового двигателя достигается наибольшая топливная экономичность и экологичность коммунальной машины, обеспечивается ее энергоэффективность. Описан механизм потоков энергии.

2. Определены и исследованы локальные критерии оценки применения гибридного силового блока с газовым двигателем на коммунальных машинах: энергоэффективность, экономичность, экологичность, показатель рекуперации энергии

торможения. Впервые описан коэффициент гибридизации коммунальных машин. Коэффициент гибридизации позволяет обобщить предложенные критерии и оценить возможность гибридизации коммунальной машины. Выведены формулы расчета исследованных коэффициентов.

3. Разработана математическая модель движения коммунальной машины, оснащенной гибридным силовым блоком с газовым двигателем, учитывающая изменяемые во времени параметры машины. Математическая модель используется в цифровой модели коммунальной машины с гибридным силовым блоком с газовым двигателем. Цифровая модель разработана в ПО КМ MathWorks MATLAB Simulink R2023a. Цифровая модель позволяет тестировать различные конфигурации коммунальных машин, изменяя характеристики и параметры применяемых в модели узлов и агрегатов.

4. Разработан метод оценки возможности применения гибридного силового блока с газовым двигателем на коммунальных машинах на базе значения коэффициента гибридизации, и показана последовательность действий для применения разработанного метода.

5. В соответствии с разработанным методом осуществлен расчет критериев оценки применения гибридного силового блока с газовым двигателем на исследуемых коммунальных машинах. Получены результаты: коэффициент энергоэффективности находится в диапазоне от 0,31 до 0,76; коэффициент экономичности находится в диапазоне от 0,19 до 0,37; коэффициент экологичности находится в диапазоне от 0,19 до 0,54. Полученные диапазоны коэффициентов являются положительным результатом исследования, так как они указывают на более высокие эксплуатационные показатели коммунальной машины с гибридным силовым блоком с газовым двигателем, по сравнению с базовой машиной.

Показатель рекуперации энергии торможения моделируемой КМ находится в диапазоне от 17,67 % до 21,53 %. Полученный диапазон значений коррелирует с исследованиями ряда ученых и свидетельствует об адекватности разработанной цифровой модели.

Дана оценка впервые введенного коэффициента гибридизации коммунальных машин. Получен результат: коэффициент гибридизации $K_{ГИБР} = 0,42$. Значение $K_{ГИБР} < 1,0$, соответственно, применение гибридного силового блока с газовым

двигателем на коммунальных машинах, эксплуатируемых на 12-ти исследованных маршрутах, целесообразно. Экономический эффект от переоборудования одной коммунальной машины на гибридный силовой блок с газовым двигателем составляет 893 тысячи рублей в год экономии на топливных затратах в ценах ноября 2024 года. Экологический эффект показывает сокращение вредных выбросов на 31 тонну в год. Окупаемость переоборудования одной машины составляет 6,09 года.

Таким образом, решена обозначенная в актуальности работы научная проблема и разработан метод оценки комплексного решения по улучшению экологичности, топливной независимости и энергоэффективности ТТС, заключающегося в применении на коммунальных машинах гибридного силового блока с газовым двигателем.

Результаты диссертационной работы могут быть применены для автопарков жилищно-коммунальных служб, муниципальных и подрядных организаций, обслуживающих улицы, дороги, парки, жилые зоны и городскую инфраструктуру. Также, результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы для предприятий-производителей коммунальной техники.

Дьяков Иван Фёдорович
д.т.н., по специальностям
05.05.03 Колёсные и гусеничные машины
05.13.12 САПР (Промышленность)

Дьяков
17.11.2025

Профессор кафедры «Основы проектирования машин и инженерная графика»

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»
432027 г. Ульяновск, Северный Венец, 32
тел. 8(8422) 77-81-49
e-mail i.dyakov@ulstu.ru

Личную подпись И.Ф. Дьяков заверяю
Заведующий управлением кадрового обеспечения
Иван Фёдорович Дьяков

