

УДК 502.131:629.34

DOI 10.52167/1609-1817-2022-122-3-189-194

Б.К. Алияров¹, Г.К.Балбаев², Б.Т. Бахтияр², М.Б.Бейсенбаев²

¹Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева, Алматы, Казахстан,

²Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан,

E-mail: beisenbaev.m.b@mail.ru

РАЗВИТИЕ ГИБРИДНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ПУТЬ СНИЖЕНИЯ КАРБОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРОДА

Аннотация. В статье рассмотрена специфика эксплуатации гибридного автобуса предлагаемой конструкции. Подчеркивается, что установка очистителей воздуха на гибридных автобусах с учетом из большого количества заметно снижает запыленность атмосферы города. Предлагается вариант автобусов с переменной емкостью по перевозимым пассажирам.

Ключевые слова. Углекислый газ, электробус, гибрид, двигатель внутреннего сгорания, рекуператор, механическая энергия, троллейбус.

Введение.

Одним из заметных загрязнителей атмосферы практически любого города являются автобусы. Суточный пробег автобусов достигает 300 км, при громадном количестве стартов и разгонов до крейсерской скорости, при которых неизбежно происходит повышение выбросов, в том числе и канцерогенных.

Материалы и методы.

Повышение топливной экономичности транспортных средств оказывает решающее влияние на снабжение маслом. На сегодняшний день наиболее перспективными технологиями являются HEV и транспортные средства на топливных элементах. Гибридные транспортные средства, использующие современные двигатели внутреннего сгорания в качестве основного источника питания и батареи / электродвигатель в качестве основного источника питания, имеют гораздо более высокую эффективность работы, чем те, которые питаются только от двигателя внутреннего сгорания. Аппаратное и программное обеспечение этой технологии практически готово к промышленному производству. С другой стороны, транспортные средства на топливных элементах, которые потенциально более эффективны и чище, чем HEV, все еще находятся на лабораторной стадии, и потребуются много времени, чтобы преодолеть технические препятствия для коммерциализации.

Что касается недостатков, то эта технология все еще нуждается в улучшении с точки зрения некоторых критических проблем, которые заключаются в ограниченном и более низком диапазоне по сравнению с дизельными, бензиновыми и гибридными автомобилями. Это затрудняет их использование в длительных поездках из-за отсутствия электрических зарядных станций на шоссе. С точки зрения безопасности эти аккумуляторы характеризуются высокой вероятностью возгорания в случае дорожно-транспортных происшествий. Они также характеризуются длительным временем зарядки, несопоставимым со временем классической заправки ископаемым топливом. Наконец, воздействие процесса утилизации автомобильных аккумуляторов на окружающую среду,

которое, если его не проводить наиболее подходящими способами, может привести к нарушению экологии [11].

Одним из преимуществ использования электродвигателей для приведения в движение транспортных средств является экономия энергии во время торможения транспортного средства за счет регенерации. Регенерированная энергия может быть использована для подзарядки аккумуляторов электрического или гибридного транспортного средства. Важно отметить, что невозможно будет использовать всю энергию, доступную во время торможения транспортного средства, особенно при внезапной остановке. Энергия, доступная при торможении, представляет собой кинетическую энергию, полученную транспортным средством во время ускорения. Энергия, как правило, слишком высока, чтобы быть обработанной электродвигателем, который используется для приведения в движение. Обработка высокой энергии за относительно короткое время потребовала бы большого двигателя или, другими словами, двигателя с очень высокой номинальной мощностью, что непрактично. Следовательно, электрические и гибридные транспортные средства должны быть оснащены механической тормозной системой, даже если электропривод спроектирован с возможностью регенерации [10].

Гибридная работа с батареей / UC обеспечивает улучшенное решение по сравнению с автономной конструкцией батареи с точки зрения улучшенного управления питанием и гибкости управления. Кроме того, напряжение аккумуляторной батареи может быть выбрано таким, чтобы оно было ниже, чем у UC bank, что приведет к уменьшению стоимости и размера батареи. Кроме того, поскольку батарея не подвержена пиковым и резким колебаниям мощности, нагрузка на батарею снижается, а срок службы батареи может быть увеличен. Использование ПСК, как правило, приводит к более эффективному улавливанию энергии торможения, особенно в условиях внезапного / резкого торможения, и это еще больше увеличит экономию топлива, поскольку большие переходные процессы энергии могут протекать или улавливаться легче.

Чтобы обеспечить более эффективную тягу без ущерба для производительности или увеличения расхода топлива, в ПЭВС можно использовать более одного накопителя энергии, каждый с различными характеристиками мощности/энергии. В такой системе правильное бюджетирование мощности, основанное на конкретных характеристиках источников энергии, должно привести к повышению эффективности, увеличению срока службы и снижению износа источников энергии, а также к общему уменьшению размеров и стоимости. Комбинация источников энергии должна быть способна накапливать, подавать и повторно улавливать импульсы высокой мощности в типичном или наихудшем цикле движения, а также обеспечивать устойчивые потребности автомобиля. Гибридная топология, состоящая из компонента с высокой плотностью мощности, такого как UC, и компонента с высокой плотностью энергии, такого как перезаряжаемая батарея, предлагает компромисс между обоими. Устройства накопления энергии в электромобилях (EV) должны быть способны удовлетворять требованиям, с которыми транспортное средство может столкнуться при любых условиях. Перезаряжаемые химические батареи являются наиболее традиционными.

В электромобилях электродвигатель является единственной силовой установкой, в то время как в гибридных транспортных средствах электродвигатель и двигатель внутреннего сгорания (ИС) вместе в последовательной или параллельной комбинации обеспечивают мощность двигателя. В электрических и гибридных транспортных средствах тяговый электродвигатель преобразует электрическую энергию от накопителя энергии в механическую энергию, которая приводит в движение колеса транспортного средства. Основные преимущества электродвигателя перед двигателем внутреннего сгорания заключаются в том, что двигатель обеспечивает полный крутящий момент на

низких оборотах, а мгновенная номинальная мощность может в два или три раза превышать номинальную мощность двигателя. Эти характеристики обеспечивают автомобилю превосходное ускорение при номинальной мощности двигателя.

Возбуждение РМ без потерь в небольших машинах с компактным расположением является несомненным плюсом, единственным недостатком которого является высокая стоимость РМС. Тем не менее, машины РМ являются сильным конкурентом для электрических и гибридных приводов транспортных средств, несмотря на большие размеры этих машин. Все серийные пассажирские гибридные транспортные средства используют машины РМ для тягового двигателя. Факторами, определяющими эту тенденцию, являются отличная производительность и высокая плотность мощности, достигаемая за счет Приводы машин РМ [10].

Результаты.

Мощность ДВС автобуса, как известно, выбирается из условия обеспечения старта и разгона и которая заметно превышает мощность, требуемую для крейсерского движения на маршруте. Кроме того, при посадке и высадке пассажиров, при ожидании на светофорах и других случаях, суммарная продолжительность которых сопоставима со временем движения, двигатель с повышенной мощностью, (пусть даже в режиме холостого хода) продолжает работать.

Попутно можно заметить, что переход на сжигание газа в автобусах ее очень снижает выбросы углекислого газа, т.к. содержание углерода в природном газе составляет 0.75 от веса газа при несколько меньшей теплоте сгорания (относительно жидкого топлива).

В большинстве эксплуатируемых автобусов, практически отсутствуют устройства для рекуперации энергии торможения (число которых превышает числа остановов для посадки пассажиров на количество дополнительных торможений перед светофорами) [1].

Переход на дорогие электробусы, в сочетании с необходимостью создания сети для зарядки аккумуляторов, существенно увеличивает нагрузку на бюджет города и переносит загрязнение атмосферы, например, из Алматы с электробусами, на другие регионы, в которых будет производиться потребляемое электричество. Более того, с учетом относительно малой полноты преобразования энергии топлива в электрическую энергию на ТЭС и заметных потерь энергии при транспортировании от источника до места превращения электричества в механическую энергию вращения колес, конечная полнота использования исходной энергии топлива снижается до 20 процентов. Это означает, что электробусы становятся источниками повышенных выбросов углекислого газа по Казахстану. По всей вероятности, можно предполагать, что современное требование по снижению уровня карбонных выбросов, может привести даже к уменьшению использования действующего электрического транспорта: трамваев, троллейбусов и даже электровозов на железной дороге [3].

Обсуждение.

В связи с этим группой инженеров г. Алматы, вместо автобусов и троллейбусов, предложен вариант использования гибридного общественного транспорта, двигающегося на сочетании мощности аккумулятора и двигателя внутреннего сгорания. При этом мощность каждого из них будет меньше: мощности, традиционной ДВС автобусов т.к. в традиционных автобусах предусмотрена мощность, необходимая для старта и разгона автобуса. На электробусах устанавливаются аккумуляторы с мощностью, повышенной до уровня, требуемого для старта и разгона. Если предположить, что готовые «гибридные» автобусы из соседних стран будут дороже традиционных автобусов в соотношении стоимости обычного и гибридного легкового автомобиля, то стоимость гибридного

автобуса будет заоблачной [5]. В предлагаемом варианте гибридного автобуса предусмотрены, что:

- старт и разгон «гибрида» производится совместными усилиями двух источников энергии: аккумулятора (аккумуляторов) и ДВС (с уменьшенной мощностью каждого);
- при движении на маршруте работает только ДВС, т.к. он «плохо» приспособлен к неизбежным многочисленным пускам и остановам;
- при развитии производства относительно дешевых аккумуляторов с увеличенным сроком службы можно переходить на использование нескольких аккумуляторов на старте и разгоне, при движении на маршруте используется меньшее число аккумуляторов (ДВС работает только на зарядку аккумулятора);
- при торможениях ДВС и рекуператоры «работают» на зарядку аккумулятора;
- электрический привод гибридного общественного транспорта организован на передние колеса, для привода задних колес сохранена существующая система с карданными валами (упрощает переделку автобуса в «гибрид»);
- создана автоматическая система перехода от движения с двумя ведущими колесами к полноприводному движению, в зависимости от нагрузки на двигатели или по сигналу датчика по скольжению;
- устанавливается система автоматического исключения перегрузки автобуса пассажирами (аналог устройства в лифтах);
- предусмотрена установка системы для посадки пассажиров с ограничениями по движению (с ручным или электрическим управлением);
- сохранены системы отопления и/или конденсирования;
- установлена система очистки воздуха, поступающего на устройства по подогреву (в холодное время) и на конденсирование (в жаркое время);
- установлена система сигнализации, позволяющая различать разворот от левого поворота;
- заметно снижено требование к емкости и к числу часов работы аккумулятора (аккумулятор используется только при старте и разгоне автобуса).

Это перечисление показывает, что гибридный общественный транспорт будет заметно меньше загрязнять атмосферу города карбонными загрязнителями.

При установке очистителей воздуха гибридные автобусы, с учетом общего большого количества и увеличенного времени суточной эксплуатации, становятся передвижными очистителями воздуха. По экспертной оценке за сутки гибридные автобусы могут очистить до 10-15 процентов атмосферы города Алматы.

Расход топлива на этих «гибридах» на 100 км пути будет примерно в три раза меньше, чем для традиционных автобусов, что заметно снизит загрязнение города газообразными выбросами.

Кроме того модернизация традиционных автобусов в гибридных автобусов и обслуживание может создать определенное количество рабочих мест.

Переход на гибридный общественный транспорт возможен из традиционных автобусов, однако наиболее дешево и проще может быть реализован на основе троллейбусов.

Еще одной особенностью эксплуатации общественного транспорта считается суточная неравномерность количества перевозимых пассажиров. Однако на современном транспорте это не учитывается. Вариантом решения может быть использование прицепов (аналог двухвагонных трамваев) – при «пике» пассажиров гибридный транспорт становится двух вагонным, возможно даже трехвагонным, при «провале» - возвращается к одновагонному варианту. При этом «основной» автобус (троллейбус) может иметь сниженную емкость пассажиров. Это решение снизит выбросы от общественного транспорта еще на 15- 20 процентов.

Установка очистителей воздуха на каждом автобусе (троллейбусе), с учетом из общего большого количества попутно снизит общее загрязнение атмосферы города.

Заключение.

Переход на гибридный автобус с регулируемой емкостью по пассажирам вполне может стать приемлемым решением для заметного уменьшения газообразных загрязнителей выбросов и углекислого газа в условиях города.

Финансирование. Статья выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК, в рамках проекта ИРН АР13068541 «Разработка экспериментального энергетического комплекса на основе модернизированной котельной установки с использованием биотоплива» по договору №126-КМУЗ от 20 мая 2022 года.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аксенов И.Я., Аксенов В.И., Транспорт и охрана окружающей среды. М.: Транспорт, 1986. 176 с.
- [2] Анфимов В., Гольдман Е. Автотранспорт и экология городов Израиля. Иерусалим, 2012. 174 с.
- [3] Вершинин В.Л. Экология города. Екатеринбург: Изд-до УрГУ, 2005. 82 с.
- [4] Голубев И.Р., Новиков Ю.В. Окружающая среда и транспорт. М: Транспорт, 1987. 206 с.
- [5] Гухман Г. Воздействие транспортного комплекса на окружающую среду// Энергия. 1999. №11. С. 42-45.
- [6] Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 375 с.
- [7] Платонов А.П. Экологическая безопасность автодорожного комплекса// Сборник докладов 5-й международной конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах». СПб., 2002. С. 151-153.
- [8] Санник А.О. Комплексная оценка влияния динамических характеристик автотранспортного потока на уровень загрязнения окружающей среды города: дис... канд. техн. наук. Тюмень, 2005. 130 с.
- [9] Жданов Л.С. Снижение влияния транспортных потоков на загрязнение атмосферы в городах: дис. ...канд. техн. наук. Москва, 1984. 160 с.
- [10] CRC_Hybrid_Vehicles_Freebook
- [11] Роберто Капата, Альфонсо Калабрия. Высокопроизводительный электрический / Гибридный автомобиль — Экологические, экономические и технические оценки электрических аккумуляторов для устойчивой мобильности.
- [12] Забежинский М.А. Роль автотранспорта в загрязнении атмосферного воздуха канцерогенными углеводородами: автореф. дис. ... канд. мед. Наук. Москва, 1965. 17 с.

Бирлесбек Алияров, т.ғ.д., профессор, Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан, b.aliyarov@aues.kz

Гани Балбаев, PhD, профессор, Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан, gani_b@mail.ru

Балжан Бахтияр, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан, bahtyar.baljan@mail.ru

Манас Бейсенбаев, инженер, Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан, beisenbaev.m.b@mail.ru

ГИБРИДТІ ҚОҒАМДЫҚ КӨЛІКТІ ДАМУЫ ҚАЛА АТМОСФЕРАСЫНЫҢ КАРБОНДЫ ЛАСТАНУЫН АЗАЙТУ ЖОЛЫ

Аңдатпа. Мақалада ұсынылған дизайндағы гибридті автобустың жұмыс істеу ерекшелігі қарастырылған. Гибридті автобустарға ауа тазартқыштарды көп мөлшерде ескере отырып орнату қала атмосферасының шаңын айтарлықтай төмендететіні атап өтілді. Тасымалданатын жолаушылар бойынша сыйымдылығы ауыспалы автобустардың нұсқасы ұсынылды.

Түйінді сөздер. Көмір қышқыл газы, электробус, гибрид, іштен жану қозғалтқышы, рекуператор, механикалық энергия, троллейбус.

Birlesbeck Aliyarov, doctor of technical sciences, professor, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, b.aliyarov@aues.kz

Gani Balbaev, PhD, professor, Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan, gani_b@mail.ru

Balzhhan Bakhtiyar, candidate of technical sciences, associate professor, Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan, bahtyar.baljan@mail.ru

Манас Бейсенбаев, engineer, Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan, beisenbaev.m.b@mail.ru

THE DEVELOPMENT OF HYBRID PUBLIC TRANSPORT IS A WAY TO REDUCE CARBON POLLUTION OF THE CITY'S ATMOSPHERE

Annotation. The article considers the specifics of the operation of the hybrid bus of the proposed design. It is emphasized that the installation of air purifiers on hybrid buses due to their large number significantly reduces the dustiness of the city's atmosphere. A variant of buses with a variable capacity according to the transported passengers is proposed.

Keywords. Carbon dioxide, electrobus, hybrid, internal combustion engine, recuperator, mechanical energy, trolleybus.
