

УДК 656.13:504.06

Степанов Захар Николаевич
Аспирант Санкт-Петербургский государственный архитектурно-
строительный университет, Россия, Санкт-Петербург,
25004282@edu.spbgasu.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ ЭЛЕКТРОБУСОВ В ТРАНСПОРТНУЮ СИСТЕМУ СОВРЕМЕННОГО МЕГАПОЛИСА

Аннотация. В статье рассматривается влияние замены дизельного общественного транспорта на электробусы в условиях крупных городских агломераций. Проведен анализ экологической эффективности электробусов по сравнению с автобусами, оснащенными двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Особое внимание уделено вопросам снижения локальной эмиссии вредных веществ, уменьшения уровня акустического загрязнения, а также опыту эксплуатации электробусов в климатических условиях Российской Федерации (на примере г. Москвы). Выявлены ключевые проблемы и перспективы развития экологически чистого транспорта.

Ключевые слова: электробус, городской пассажирский транспорт, экологическая безопасность, выбросы загрязняющих веществ, акустическое загрязнение, устойчивое развитие, общественный транспорт.

Введение. В последние десятилетия проблема загрязнения окружающей среды в крупных городах приобрела критический характер. Урбанизация, рост плотности населения и автомобилизация привели к значительному ухудшению качества атмосферного воздуха. Согласно данным государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», доля автотранспорта в суммарном объеме выбросов загрязняющих веществ в крупных

промышленных центрах и мегаполисах составляет от 60% до 80%, а в отдельных районах достигает 90% [1].

Традиционный общественный транспорт, базирующийся на дизельных силовых установках, является одним из значимых источников эмиссии оксидов азота, оксида углерода, углеводородов и твердых микрочастиц. Учитывая циклический режим движения маршрутного транспорта, двигатели внутреннего сгорания работают в переходных режимах, характеризующихся повышенным расходом топлива и пиковыми выбросами токсичных компонентов.

В связи с этим, переход на использование электрической тяги в системе общественного транспорта рассматривается как путь к улучшению экологической обстановки в городе. Целью данной работы является анализ влияния внедрения электробусов на экологию городской среды, а также оценка практического эффекта от данной меры.

Электробус как альтернатива ДВС: фактор локальной эмиссии. Принципиальным отличием электробуса от традиционного автобуса является отсутствие прямой эмиссии отработавших газов в процессе эксплуатации. С экологической точки зрения, замена автобуса экологического класса Евро-5 (или ниже) на электробус позволяет исключить выброс непосредственно в городской черте оксида азота, твердых частиц и летучих органических соединений.

Особенную актуальность этот фактор приобретает в условиях плотной городской застройки, где рассеивание выхлопных газов затруднено. Перенос источника загрязнения из центра города за пределы жилой зоны позволяет снизить концентрацию вредных веществ в зоне наиболее высокой плотности людей.

Согласно расчетам экспертов, один электробус, заменяющий дизельный аналог на маршруте, сокращает выбросы углекислого газа (CO₂) в среднем на 60 тонн в год [2]. Даже с учетом того, что

электроэнергия для зарядки может вырабатываться на ТЭС, общий КПД цепи «электростанция – сеть – электродвигатель» выше, чем КПД дизельного двигателя в городском цикле, что снижает общий углеродный след.

Снижение акустического загрязнения. Шумовое (акустическое) загрязнение — критически важный фактор городской экологии. Постоянный шумовой фон свыше 55–60 дБ приводит к повышению уровня стресса, сердечно-сосудистым заболеваниям и расстройствам сна у населения.

Дизельные автобусы, особенно при старте с остановок, генерируют высокий уровень шума, вызванный работой ДВС и вибрациями. Электробус лишен этих недостатков благодаря конструктивным особенностям:

- отсутствие процессов взрывного сгорания топлива;
- меньшее количество движущихся частей в трансмиссии;
- плавность хода и отсутствие вибраций на холостом ходу.

Исследования показывают, что уровень шума внутри салона электробуса и снаружи при движении на скоростях до 50 км/ч (типичная городская скорость) на 10–15% ниже, чем у дизельных аналогов. В ночное время и в жилых кварталах снижение шума становится еще более заметным, что повышает качество жизни населения [3].

Практический опыт эксплуатации в России (на примере г. Москвы). Российская Федерация активно включилась в процесс электрификации общественного транспорта. Переход на электробусы позволил столице существенно модернизировать маршрутную сеть. По данным Департамента транспорта г. Москвы, замена дизельных автобусов на электрические на ряде маршрутов привела к снижению локальных выбросов загрязняющих веществ на сотни тонн ежегодно [4].

Однако отечественный опыт выявил и специфические особенности эксплуатации, влияющие на итоговую экологичность:

- **Климатический фактор:** В условиях низких температур емкость литий-ионных батарей снижается, а потребность в энергии для отопления салона резко возрастает.
- **Использование дизельных отопителей:** Для сохранения запаса хода многие модели российских электробусов оснащаются автономными дизельными отопителями (Webasto). Это означает, что в зимний период электробус не является транспортом с полностью «нулевым выхлопом». Тем не менее, расход дизельного топлива на отопление в разы меньше, чем расход топлива автобусом с ДВС для движения, поэтому общий экологический баланс остается положительным.

Проблемы жизненного цикла и перспективы. Для объективной оценки влияния на экологию необходимо рассматривать не только стадию эксплуатации, но и весь жизненный цикл электробуса. Основные экологические риски электробусов связаны с производством и утилизацией тяговых батарей.

Производство литий-ионных аккумуляторов является энергоемким процессом, сопряженным с добычей редкоземельных металлов (лития, кобальта, никеля). Однако, по мере развития технологий вторичной переработки и перехода на возобновляемые источники энергии при производстве, этот негативный фактор нивелируется. Отработанные на транспорте батареи могут повторно использоваться в качестве стационарных накопителей энергии, что продлевает их жизненный цикл и снижает удельную нагрузку на экологию.

Заключение. Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. Внедрение электробусов является эффективной мерой по снижению локального загрязнения воздуха в мегаполисах, позволяя исключить выбросы сажи, оксидов азота и канцерогенов.
2. Снижение уровня шума является важным сопутствующим экологическим эффектом, улучшающим условия городской среды.
3. Опыт Москвы подтверждает техническую возможность массовой эксплуатации электробусов, однако требует учета климатических особенностей при расчете итоговой экологической эффективности.

В долгосрочной перспективе, при условии развития технологий утилизации батарей, электробус станет ключевым элементом экологически безопасной транспортной системы.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году». — М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2023. — С. 45–50.
2. Интеграция электрического транспорта в городскую инфраструктуру: технические и экологические аспекты // Вестник МАДИ. — 2022. — № 2. — С. 15–22.
3. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р).
4. Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. Раздел «Московский транспорт» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mos.ru/dt/> (дата обращения: 20.05.2024).
5. Рагимов Э. А. Влияние электромобилей на экологию // International Journal of Advanced Studies. — 2020. — Т. 10, № 1. — С. 50–66.

6. Mahmoud M., et al. Review of Electric Bus Technologies and Their Environmental Impacts // *Energies*. — 2021. — Vol. 14(3). — P. 720.