

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 504.064.4:629.331

Я. О. Белецкий, А. И. Сердюк, д-р хим. наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Донбасская национальная академия строительства
и архитектуры», г. Макеевка

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СОВРЕМЕННЫМ ЧИСТЫМ АВТОТРАНСПОРТОМ

Проведен анализ негативного воздействия современного экологически чистого автотранспорта на окружающую среду. В статье рассматриваются: основные виды этого транспорта, их преимущества, недостатки и влияние на окружающую среду; скрытые экологические издержки, такие как углеродный след производства аккумуляторов, зависимость от источников электроэнергии, проблемы утилизации литий-ионных батарей, а также экологические аспекты производства и хранения водорода.

Ключевые слова: автотранспорт, электромобиль, водородный транспорт, экологические проблемы, утилизация литий-ионных батарей, возобновляемая энергетика

Введение

В последние десятилетия экологически чистый транспорт, включая электромобили и водородные автомобили, позиционируется как ключевое решение для снижения выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха. Однако их производство, эксплуатация и утилизация сопряжены с рядом экологических проблем.

Глобальное потепление и загрязнение атмосферы выбросами транспорта стимулируют переход на альтернативные виды топлива. Электромобили (Electric Vehicle, EV) и автомобили на водородных топливных элементах (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) рассматриваются как основные технологии декарбонизации транспорта. Однако их экологическая чистота часто переоценивается, поскольку значительные выбросы углекислого газа (CO_2) и другие экологические проблемы связаны не с эксплуатацией, а с производством и утилизацией их компонентов [1].

Стремление к снижению выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха стимулирует развитие различных видов экологически чистого транспорта. Помимо электромобилей и водородных автомобилей, существуют и другие виды транспорта, использующие альтернативные технологии, например, гибриды: транспорт на биотопливе, солнечных батареях и сжатом воздухе [2].

Анализ публикаций

Значительный вклад в рассмотрение экологических проблем современного городского автотранспорта внесли Т. М. Тизев, Г. Б. Рожко, К. А. Акулов, Е. С. Володин, А. А. Александрова, И. В. Колпаков, Е. М. Минаева, А. В. Симушкин и другие исследователи.

Все рассмотренные ранее проблемы касались только отдельных видов автотранспорта. Для анализа экологичности современного экологически чистого транспорта нужно рассматривать совокупность всех его видов и все возможное негативное воздействие на окружающую среду.

Цель работы – проанализировать негативное воздействие на окружающую среду экологически чистого автотранспорта.

Основная часть

В современном мире на дорогах общего пользования все чаще можно встретить экологически чистые автомобили. Экологически чистые автомобили – это транспортные средства, которые оказывают минимальное воздействие на окружающую среду по сравнению с традиционными автомобилями с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) [3–4]. Они делятся на несколько типов в зависимости от используемого источника энергии.

1. Электромобили (Battery Electric Vehicles, BEV) – привод: полностью электрический, работают от аккумулятора; топливо: электроэнергия (заряжаются от сети или зарядных станций); выбросы: нулевые на месте эксплуатации (зависит от источника электроэнергии); преимущества: нулевые выбросы в месте эксплуатации, высокий КПД (70–90 %); недостатки: зависимость от «чистоты» электроэнергии, проблемы с добычей лития и утилизацией батарей; примеры: Tesla Model 3, Nissan Leaf, BMW i4.

2. Гибридные автомобили (Hybrid Electric Vehicles, HEV) – привод: сочетание ДВС и электродвигателя, но без возможности зарядки от сети; топливо: бензин/дизель + рекуперативное торможение; преимущества: меньший расход топлива, чем у обычных авто, возможность работы в чисто электрическом режиме; недостатки: все еще зависят от ископаемого топлива, сложность и дороговизна обслуживания; выбросы: ниже, чем у обычных авто, но не нулевые; примеры: Toyota Prius, Honda Insight.

3. Подзаряжаемые гибриды (Plug-in Hybrid Electric Vehicles, PHEV) – привод: ДВС + электромотор с возможностью зарядки от сети; топливо: бензин/дизель + электроэнергия; выбросы: могут ездить на электротяге (30–80 км), затем переключаются на ДВС; примеры: Mitsubishi Outlander PHEV, Volvo XC60 Recharge.

4. Водородные автомобили (Fuel Cell Electric Vehicles, FCEV) – привод: электродвигатель, питаемый от водородного топливного элемента; топливо: водород (заправка за 3–5 минут); выбросы: только вода (H_2O); преимущества: быстрая заправка (3–5 минут), дальность пробега до 600 км; недостатки: низкая эффективность цепочки «производство – хранение – использование», доминирование серого водорода; примеры: Toyota Mirai, Hyundai Nexa.

5. Автомобили на биотопливе – привод: адаптированные ДВС, работающие на биотопливе; топливо: биоэтанол, биодизель (из растительных масел, водорослей и др.); выбросы: CO_2 нейтральные (растения поглощают CO_2 при росте); преимущества: снижение выбросов CO_2 (до 80 % по сравнению с бензином), совместимость с существующей инфраструктурой; недостатки: конкуренция с производством продуктов питания, выбросы оксидов азота (NO_x) при сжигании биодизеля; примеры: Ford Flex-Fuel (E85), некоторые модели Volvo и Saab.

6. Солнечные автомобили – привод: электрический + солнечные панели; топливо: солнечная энергия (пока малоэффективны для массового производства); преимущества: полная энергетическая автономия (в идеальных условиях); недостатки: низкая эффективность (КПД солнечных панелей ~20 %), ограниченная мощность и зависимость от погоды; примеры: Lightyear One (прототип), Sono Sion (с солнечными панелями на кузове) [5].

Рассмотрим экологические проблемы каждого вида чистых автомобилей при производстве и эксплуатации.

1. Экологические проблемы электромобилей:

– Производство аккумуляторов. Добыча лития, кобальта, никеля приводит к разрушению экосистем, загрязнению воды и почвы. Высокий углеродный след – производство батарей требует много энергии, часто получаемой из ископаемого топлива. Проблемы с утилизацией – переработка литий-ионных аккумуляторов пока недостаточно развита.

– Зависимость от «грязной» электроэнергии. Если электричество вырабатывается на угле или газе, то выбросы CO_2 электромобиля могут быть сопоставимы с двигателями внутреннего сгорания. В странах с низкой долей возобновляемых источников энергии (Китай,

Индия, Польша) экологичность электромобилей снижается.

– Износ шин и дорожного покрытия. Электромобили тяжелее обычных машин из-за батарей, что увеличивает выбросы микрочастиц от шин (до 20 % от общего загрязнения).

– Утилизация и переработка батарей. Срок службы аккумуляторной батареи – 8–15 лет, после чего требуется переработка. Пока только ~10 % литий-ионных аккумуляторов перерабатывается.

– Влияние на энергосети. Массовый переход на электромобили потребует увеличения генерации, что может усилить нагрузку на теплоэлектростанции.

В электромобилях используются электродвигатели, которые приводят колеса в движение за счет электроэнергии. Хотя сами электродвигатели не производят выбросов загрязняющих веществ, для зарядки их аккумуляторов требуется электроэнергия, которая часто вырабатывается путем сжигания каменного угля на теплоэлектростанциях.

При сжигании угля в атмосферу выбрасываются такие вещества, как диоксид серы, оксиды азота, оксиды углерода и углекислый газ. Таким образом, электромобили нельзя считать полностью экологически чистыми, поскольку их воздействие на окружающую среду не устраняется, а переносится на теплоэлектростанции. Для минимизации этого воздействия на теплоэлектростанциях необходимо устанавливать эффективные системы очистки отходящих газов.

Рассмотрим сколько необходимо электроэнергии для зарядки некоторых видов и марок электромобилей. Емкость батарей некоторых электромобилей представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Емкость аккумулятора электромобилей

Марка электромобиля	Емкость аккумулятора, кВт/ч
Mercedes-Benz EQS 450+	118
Lucid Air Grand Touring	112
BMW iX M60	105,2
Audi e-tron GT RS	97
Skoda Enyaq RS	77

Рассмотрим количество выделяемых загрязняющих веществ при получении 1 кВт энергии на теплоэлектростанции. Выбросы при получении 1 кВт энергии представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Удельный выброс загрязняющих веществ при выработке 1 кВт электроэнергии

Загрязняющие вещества	Количество, г/кВт·ч
CO (оксиды углерода)	0,8
NO _x (оксиды азота)	7,0
SO ₂ (диоксид серы)	6,1
Пыль (взвешенные вещества)	1,4

Сравнительный анализ полученных результатов показывает, что при зарядке аккумулятора электромобиля «Mercedes-Benz EQS 450+» на 100 % в атмосферу выделяется такой же объем загрязняющих веществ, как и при выработке 118 кВт электроэнергии на теплоэлектростанции. Объем загрязняющих веществ, выбрасываемых при зарядке до полного заряда аккумулятора электромобиля, приведен в таблице 3.

Результаты анализа демонстрируют, что электромобили не являются абсолютно экологически чистыми. На самом деле происходит перенос вредного воздействия от электро-транспорта за черту города на теплоэлектростанции, что не снижает общее загрязнение окружающей среды [6].

Таблица 3 – Количество загрязняющих веществ при зарядке до полного заряда аккумулятора

Загрязняющие вещества	Количество вещества, г
CO (оксид углерода)	94,4
NO _x (оксиды азота)	826
SO ₂ (диоксид серы)	719,8
Пыль (взвешенные вещества)	165,2

2. Экологические проблемы гибридных автомобилей:

– Проблемы, связанные с производством. Добыча сырья для аккумуляторов: лития, кобальта, никеля, редкоземельных металлов происходит открытым способом, что приводит к разрушению ландшафтов (литиевые карьеры в Южной Америке); загрязнению воды (химикаты при добыче кобальта в Конго); выбросам CO₂ при транспортировке.

– HEV используют никель-металлогидридные (Ni-MH) батареи, добыча никеля вредит экологии.

– PHEV используют литий-ионные (Li-ion) батареи. Здесь те же проблемы, что у электромобилей, но в меньших масштабах.

– Высокий углеродный след производства: из-за двух силовых установок (ДВС + электромотор) гибриды сложнее в производстве, чем обычные авто. Батареи (даже небольшие) требуют много энергии, если производящие их заводы работают на угле, то выбросы CO₂ растут.

– Проблемы в процессе эксплуатации. Зависимость от ископаемого топлива. HEV не заряжаются от розетки, они сжигают бензин, просто немного экономнее. PHEV могут ездить на электричестве, но если владелец не заряжает их, они работают как тяжелые бензиновые авто (КПД хуже, чем у обычных ДВС). Исследования (ICCT, 2020) показали, что реальные выбросы PHEV в 2–4 раза выше заявленных, так как многие водители редко их заряжают. Влияние типа электроэнергии (для PHEV): если гибриды заряжаются энергией, полученной на угольной электростанции, его косвенные выбросы CO₂ сравнимы с ДВС. В странах с чистой энергией (ГЭС, ветер, солнечная) PHEV экологичнее.

– Ускоренный износ шин и дорожного покрытия: гибриды тяжелее обычных авто из-за батарей, образуется больше микрочастиц от стирающихся шин. Тормозные колодки изнашиваются меньше (благодаря рекуперации), но это не компенсирует шинный износ.

– Шумовое загрязнение. На низких скоростях гибриды тише ДВС, но на трассе шум от покрышек и аэродинамики такой же.

– Проблемы с утилизацией и переработкой. Сложность переработки батарей. Ni-MH (HEV) перерабатываются проще, но никель и кадмий токсичны. Li-ion (PHEV) требуют сложных процессов, но их перерабатывают пока только на 5–15 %.

– Опасность неправильной утилизации. Токсичные вещества из батарей (литий, кобальт, электролит) могут попадать в почву и воду.

– Косвенные экологические проблемы. Продление эры нефти – гибриды не отказываются от ДВС, а значит, сохраняют спрос на нефть. Производители могут использовать гибриды как «зеленый» маркетинг, замедляя переход на полностью электрические авто.

3. Экологические аспекты использования водородного транспорта:

– Проблемы производства водорода. Зависимость от «грязного» водорода. В настоящее время ~95 % водорода производится из ископаемого топлива. Серый водород (из природного газа, метод парового риформинга) CO₂ – выбросы 10–12 кг на 1 кг H₂. Коричневый водород (из угля) – еще больше CO₂ и токсичных отходов. Зеленый водород (через электролиз на возобновляемых источниках энергии) составляет менее 5 % рынка из-за дороговизны.

– Высокое энергопотребление: электролиз воды требует в 2–3 раза больше энергии,

чем прямое использование электричества в электромобилях. Если энергия из угля/газа – углеродный след выше, чем у дизеля.

- Расход воды. Производство 1 кг водорода требует 9 литров чистой воды (проблема для засушливых регионов).

- Проблемы транспортировки и хранения. Потери при перевозке: водород – самый легкий газ, его сложно хранить, сжижение требует $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$, в результате 30 % энергии теряется. Перекачка по трубопроводам приводит к утечкам (до 20 %). Риски утечек: водород в 14 раз легче воздуха, легко воспламеняется (опасность взрывов). Утечки H_2 увеличивают парниковый эффект (косвенно влияет на озоновый слой).

- Проблемы с топливными элементами водородных автомобилей. Использование платины и редких металлов: катализаторы в топливных элементах содержат платину, добыча которой токсична и ведет к разрушению экосистем (шахты в ЮАР). Выбросы серы и тяжелых металлов.

- Низкий КПД: полный цикл ($\text{H}_2 \rightarrow \text{электричество} \rightarrow \text{колеса}$) 25–35 % КПД (у электромобилей – 70–90 %). Для одинакового пробега водородным автомобилям нужно в 3 раза больше энергии, чем электромобилям.

- Быстрая деградация. Топливные элементы теряют эффективность после 5–10 лет эксплуатации.

- Инфраструктурные и экономические проблемы: отсутствие заправок, в 2024 году в мире меньше 1 000 водородных заправок (против миллионов электростанций).

- Высокая стоимость владения: цена водорода: \$10–15 за кг (пробег ~100 км), что дороже бензина и электричества. Ремонт водородного транспорта сложен из-за высокого давления в системе (700 бар) и коррозии.

4. Проблемы при эксплуатации автомобилей которые работают на биотопливе:

- Проблемы, связанные с производством биотоплива. Вырубка лесов и изменение землепользования: прямая вырубка (например, под плантации пальмового масла в Индонезии) что приводит к уничтожению тропических лесов. Косвенные изменения (Indirect Land Use Change – ILUC) – фермеры вытесняются с земель, что ведет к расчистке новых территорий.

- Загрязнение воды и почвы. Удобрения и пестициды (для кукурузы, рапса, сахарного тростника) попадают в водоемы что приводит к эвтрофикации (цветению воды). Эрозия почвы из-за монокультурного земледелия.

- Высокий углеродный след производства. Тракторы, удобрения, переработка производят CO_2 – эти выбросы могут быть сопоставимы с использованием нефтяного топлива. Например, этанол из кукурузы (США) снижает выбросы всего на 20–30 % по сравнению с бензином.

- Проблемы в процессе эксплуатации. Выхлопы не нулевые. Биоэтанол (E85) снижает выбросы CO_2 на 50–70 %, но увеличивает выбросы альдегидов (канцерогенов). NO_x (оксиды азота) могут быть выше, чем у бензина. Biodiesel дает меньше сажи, но больше NO_x .

- Коррозия двигателей и инфраструктуры. Этанол агрессивен к резине и алюминию, требует модификаций двигателей внутреннего сгорания для увеличения срока эксплуатации. Хранение биодизеля приводит к росту бактерий, которые в свою очередь засоряют топливные фильтры, что приводит к неправильной работе агрегата.

5. Проблемы при использовании автотранспорта, который работает на водородном топливе:

- Производство солнечных панелей. Высокий углеродный след: производство фотоэлементов (особенно монокристаллических) требует больших энергозатрат. Кремниевые панели – выделяется CO_2 при плавке кварца (1 кВт·ч солнечной энергии = 40–100 г CO_2 на этапе производства).

– Загрязнение от химических процессов. Токсичные вещества: кадмий (в тонкопленочных панелях) опасен при утечках. Свинец (в припоях) загрязняет почву и воду. Гексафторид серы (SF_6) – мощный парниковый газ (используется при производстве).

– Добыча редких металлов: серебра, индия, теллура связана с разрушением ландшафтов и загрязнением воды тяжелыми металлами.

– Ограниченная эффективность транспорта, низкая плотность энергии. В идеальных условиях 1 м^2 солнечной панели дает 150–300 Вт. Для питания электромобиля нужно 5–10 м^2 панелей но даже этого хватит лишь на 15–30 км передвижения в день.

– Зависимость от погоды. В пасмурную погоду выработка падает на 50–80 %. Ночью и зимой солнечный транспорт бесполезен без аккумуляторов, так как количество вырабатываемой энергии от солнечных панелей очень маленькое.

– Проблемы с аккумуляторами. Солнечные транспортные средства (например, Lightyear One) все равно используют Li-ion батареи – такие же проблемы, что у электромобилей. Добыча лития, кобальта, никеля приводят к экологическому ущербу.

– Утилизация солнечных панелей. Проблемы переработки: современные панели содержат стекло, алюминий, пластик, токсичные элементы (кадмий, свинец). Только 10–20 % панелей перерабатывается (остальное отправляется на свалки).

– Опасность токсичных отходов: при разрушении панели выделяют кадмий и свинец, которые загрязняют почву и грунтовые воды [7–9].

Выводы

В данной работе рассмотрены все виды экологически чистых автомобилей, проведен анализ их негативного воздействия на окружающую среду. Сделан вывод, что ни один из видов экологически чистого транспорта не является идеальным – каждый имеет свои экологические издержки. Оптимальное решение улучшения экологических показателей зависит от региона, структуры энергетики и развития инфраструктуры. Для России перспективным направлением в уменьшении негативного воздействия от автотранспорта (автомобилей, которые сжигают топливо) является переход на электромобили. В долгосрочной перспективе комбинация электромобилей и водородных автомобилей от возобновляемых источников энергии может сократить число автотранспорта, работающего на двигателях внутреннего сгорания. Тем самым снизятся выбросы углекислого газа, оксидов азота, угарного газа, углеводородов, бенз(а)пирена, серы в черте города.

Список литературы

1. Экологические проблемы воздействия автомобильного транспорта на состояние окружающей среды / В. А. Зеликов, С. В. Писарева, И. В. Кузнецов [и др.]. – Текст : электронный // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России : сборник статей XX Международной научно-практической конференции, Пенза, 20–21 января 2022 г. / под редакцией В. А. Селезнева, И. А. Лушкина. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 57–61. – EDN UUMPHE. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=uumphe> (дата обращения: 23.06.2025).
2. Сердюк, А. И. Экология автомобильного транспорта / А. И. Сердюк, Т. С. Башева, Я. О. Белецкий. – Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры : ЭБС ACB, 2023. – 135 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/135140.html> (дата обращения: 23.06.2025). – Режим доступа : для авторизир. пользователей.
3. Ломтева, Р. В. Некоторые аспекты влияния выбросов в атмосферу от автотранспорта / Р. В. Ломтева, С. А. Белоусова, Ю. М. Жукова. – Текст : электронный // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2022) : материалы XVIII Международной научно-технической конференции : в 2 т., Уфа, 01–15 мая 2022 года. – Уфа : Уфимский государственный авиационный технический университет, 2022. – Т. 1. – С. 198–202. – EDN NTOFCQ. – URL: <https://elibrary.ru/ntofcq> (дата обращения: 23.06.2025).
4. Колпаков, И. В. Экологические проблемы автомобильного транспорта и пути решения / И. В. Колпаков, Е. М. Минаева, А. В. Симушкин. – Текст : электронный // Вестник науки. – 2024. – № 1(70). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-problemy-avtomobilnogo-transporta-i-puti-resheniya> (дата обращения: 21.06.2025).

5. Sotvoldiev, U. The problem of environmental protection and the harmful effects of motor transport on the environment / U. Sotvoldiev. – Текст : электронный // Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods. – 2024. – № 2(6). – P. 274–279. – URL: <https://westerneuropenstudies.com/index.php/1/article/view/1170> (дата обращения: 21.06.2025).
6. Белецкий, Я. О. Экологические аспекты получения электроэнергии для электромобилей / Я. О. Белецкий, А. И. Сердюк // Современное строительство и архитектура. Энергосберегающие технологии : Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции 28 ноября 2024 г. / ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко» ; Бендерский политехнический филиал. – Тирасполь : Изд-во Приднестр. ун-та ; Бендеры, 2025. – С. 16–18.
7. Shrey, V. Life cycle assessment of electric vehicles in comparison to combustion engine vehicles / V. Shrey, D. Gaurav, V. Puneet. – Текст : электронный // Materialstoday proceedings : Materials International Conference on Advancement in Materials, Manufacturing and Energy Engineering (ICAMME-2021) / edited by R. N. Kumar Nayak, G. Dwivedi, T. N. Verma. – 2022. – Vol. 49, pt. 2. – P. 217–222. – ISSN 2214-7853. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532100763X> (дата обращения: 20.06.2025).
8. Comi, A. Last-mile delivering: Analysis of environment-friendly transport / A. Comi, L. Savchenko. – Текст : электронный // Sustainable Cities and Society. – August 2021. – Vol. 74. – ISSN 2210-6707. – URL : https://www.researchgate.net/publication/353673911_Last-mile_delivering_Analysis_of_environment-friendly_transport (дата обращения: 21.06.2025).
9. Mariappa Babu, B. The Alternate Modes of Transportation in International Logistics / B. Mariappa Babu, P. S. Aithal. – Текст : электронный // Apex Journal of Business and Management. – 2023. – Vol. 01, iss. 01. – P. 121–134. – ISSN: 3021-9159. – URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4673820 (дата обращения: 23.06.2025).

Я. О. Белецкий, А. И. Сердюк

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка
Проблемы загрязнения окружающей среды современным чистым автотранспортом**

Рассматриваются вопросы экологичности чистого автотранспорта. Современный автотранспорт остается ключевым источником загрязнения окружающей среды, несмотря на внедрение экологических стандартов (Евро-6/7, EPA Tier 3). Однако существующие методы оценки его воздействия, особенно для альтернативных видов транспорта (электромобили, водородные автомобили), часто не учитывают полный жизненный цикл и косвенные экологические риски.

К экологически чистым автомобилям относят транспорт, который использует для своей работы такие источники энергии, как электроэнергия, водородное топливо и биогаз. Эти виды транспорта считаются безопасными по всему миру. Но существует ряд экологических проблем при их эксплуатации, например, электромобили и частичные гибриды, которые используют аккумуляторы, переносят свои выбросы не в город, а на теплостанции, которые для получения электроэнергии сжигают топливо (уголь/газ). При сжигании угля в атмосферу выбрасываются такие вещества, как диоксид серы, оксиды азота, оксиды углерода и углекислый газ. Таким образом, электромобили и частичные гибриды нельзя считать полностью экологически чистыми, поскольку их воздействие на окружающую среду не устраняется, а переносится на теплостанции.

При использовании водородных автомобилей существуют проблемы его производства и хранения, так как водород взрывоопасен, к тому же не во всех мегаполисах есть водородные заправки, из-за чего данные автомобили неудобны для ежедневного использования. Авто на биотопливе уменьшают выбросы CO₂, но в это же время повышают выбросы альдегидов, которые опасны для организма человека. Солнечные автомобили на практике нерентабельны в странах континентального климата. В дождливые, пасмурные дни и холодное время года имеют очень маленькое КПД.

Учитывая все сказанное, необходимо разрабатывать новые способы перемещения по дорогам, или улучшать экологичность существующих видов «чистого» транспорта.

АВТОТРАНСПОРТ, ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ, ВОДОРОДНЫЙ ТРАНСПОРТ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, УТИЛИЗАЦИЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ БАТАРЕЙ, ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Ia. O. Beletskii, A. I. Serdiuk
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeevka
Problems of Environmental Pollution by Modern Clean Motor Transport

The issues of the environmental friendliness of «clean» motor transport are considered. Modern motor transport remains a key source of environmental pollution, despite the introduction of environmental standards (Euro 6/7, EPA Tier 3). However, existing methods for assessing its impact, especially for alternative modes of transport (electric vehicles, hydrogen cars), often do not take into account the full life cycle and indirect environmental risks.

Environmentally friendly vehicles include vehicles that use other energy sources for their operation, such as electricity, hydrogen fuel and biogas. These types of transport are considered safe all over the world. But there are a number of environmental problems in their operation, for example, electric vehicles and partial hybrids that use batteries transfer their emissions not to the city, but to the thermal power plants that burn coal / gas fuel to generate electricity. When coal is burned, substances such as sulfur dioxide, nitrogen oxides, carbon oxides and carbon dioxide are emitted into the atmosphere. Thus, electric cars and partial hybrids cannot be considered completely environmentally friendly, since their impact on the environment is not eliminated, but transferred to the thermal power plants.

When using hydrogen cars, there are problems with its production and storage, since hydrogen is explosive, and not all megacities have hydrogen filling stations, which makes these cars inconvenient for daily use. Biofuel cars reduce CO₂ emissions, but at the same time increase aldehyde emissions that are dangerous for the human body. Solar cars only sound beautiful, but in practice they are not cost-effective in countries with a moderate climate. On rainy, cloudy days and in the cold season, they have a very small efficiency.

Taking into account all of the above, it is necessary to develop new ways of moving on roads, or improve the environmental friendliness of existing types of clean transport.

AUTOMOBILE TRANSPORT, ELECTRIC VEHICLE, HYDROGEN TRANSPORT, ENVIRONMENTAL PROBLEMS, LITHIUM-ION BATTERIES DISPOSAL, RENEWABLE ENERGY

Сведения об авторах:

Я. О. Белецкий

Телефон: +7 949 388-75-27

Эл. почта: ya.o.beletskiy@donnasa.ru

А. И. Сердюк

Телефон: +7 949 313-02-73

Эл. почта: a.i.serdyuk@donnasa.ru

Статья поступила 25.06.2025

© Я. О. Белецкий, А. И. Сердюк 2025

*Рецензент: М. В. Коновальчик, канд. техн. наук,
Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*