



Европейская экономическая комиссия**Комитет по внутреннему транспорту****Рабочая группа по тенденциям и экономике
транспорта****Тридцать шестая сессия**

Женева, 4–6 сентября 2023 года

Пункт 8 а) предварительной повестки дня

**Обзор и мониторинг возникающих проблем
и целей устойчивого развития:****Транспортные тенденции и вызовы в секторах
автомобильного, железнодорожного
и внутреннего водного транспорта****Общие тенденции и изменения, связанные
с электромобилями и зарядной инфраструктурой
для них: анализ вариантов повышения устойчивости
топливных систем в транспортном секторе****Записка секретариата****I. Введение**

1. В соответствии с просьбой Рабочей группы, изложенной на ее предыдущей сессии, о подготовке публикации «Тенденции и экономика транспорта в 2022–2023 годах», посвященной общим тенденциям и изменениям, связанным с электромобилями и инфраструктурой для их зарядки, секретариат и внешний консультант подготовили проект этой публикации, который содержится в документах ECE/TRANS/2023/4, ECE/TRANS/2023/5, ECE/TRANS/WP.5/2023/6, ECE/TRANS/WP.5/2023/7 и ECE/TRANS/WP.5/2023/8 и будет представлен для получения соответствующих замечаний.
2. В настоящем документе содержится обзор вариантов обеспечения устойчивости топливных систем в секторах автомобильного, железнодорожного, внутреннего водного и морского транспорта.
3. Делегатам WP.5 предлагается представить замечания и предложения по усовершенствованию текста, а также выступить с сообщениями по тематическим исследованиям и примерам оптимальной практики для отражения этой информации в окончательном варианте публикации.



II. Устойчивые виды транспорта: варианты и выбор

4. В предыдущих главах электромобильность характеризуется как перспективная альтернатива традиционным транспортным системам, работающим на ископаемом топливе. В этой связи в настоящей главе представлен обзор развития электромобильности в контексте различных видов транспорта, с тем чтобы продемонстрировать достигнутый прогресс и указать проблемы, возникшие в процессе перехода. В настоящей главе также приводится анализ электрификации как частных, так и коммерческих транспортных средств с учетом достижений в области автомобильного, железнодорожного, водного и воздушного транспорта. Кроме того, в ней проводится сопоставление аккумуляторных электромобилей (АЭМ) с электромобилями (ЭМ) других типов и транспортными средствами, работающими на других альтернативных видах топлива.

A. Автомобильный транспорт

5. С учетом увеличения числа АЭМ и подзаряжаемых гибридных электромобилей (ПГЭМ) можно считать, что процесс электрификации автомобильного транспорта осуществляется нарастающими темпами. Этому способствуют такие разнообразные факторы, как выпуск различных моделей ЭМ изготовителями, развертывание общественной зарядной инфраструктуры сетевыми операторами, а также государственная поддержка в виде финансирования демонстрационных мероприятий и пилотных проектов, создание нормативно-правовой базы и стимулирование распространения ЭМ. Кроме того, тенденция к электрификации автомобильного транспорта не ограничивается исключительно легковыми автомобилями. Примечательно, что она затронула также развозные фургоны, легкие грузовые автомобили, автобусы и двухколесные транспортные средства, причем в настоящее время разрабатываются прототипы более крупных электрифицированных грузовиков. Технологические требования к ЭМ существенно различаются в зависимости от вида транспорта. Важнейшими факторами для их развития, которые необходимо учитывать, являются аккумуляторные батареи большой емкости и мощности, эффективные решения в плане зарядки, удобные для пользователя технологии и приемлемые процедуры закупок.

6. В таблице 1 представлены обзор различных типов автотранспортных средств, а также соответствующие термины и определения, которые будут упоминаться в настоящем исследовании. Используемый в таблице термин «полная масса транспортного средства» (ПМТС) соответствует согласованным международным определениям МЭА. Термин «транспортные средства большой грузоподъемности» относится к средне- и большегрузным грузовикам. Для каждого типа грузового транспортного средства приводится ряд потенциальных вариантов использования. Вместе с тем важно отметить, что эти варианты использования не являются жесткими и могут изменяться в зависимости от различных факторов.

Таблица 1

Определения и основные характеристики типов электрических дорожных транспортных средств

<i>Категория транспортного средства</i>	<i>Основные характеристики</i>
Пассажирские автомобили	
Частные пассажирские автомобили	<ul style="list-style-type: none"> • в основном заряжаются дома, при необходимости используется быстрая зарядка • важнейший фактор — это положительный пользовательский опыт
Коммерческие пассажирские автомобили	<ul style="list-style-type: none"> • обычно заряжаются дома и на рабочем месте, быстрая зарядка

Категория транспортного средства	Основные характеристики
Пассажирские автомобили для совместного использования	<ul style="list-style-type: none"> • входят в состав автопарков крупных организаций и государственных учреждений (оптовые закупки) • один из важных факторов — это совокупная стоимость владения • зачастую входят в состав автопарков крупных организаций и государственных учреждений (оптовые закупки) • варианты использования: перевозка сотрудников, коммерческие услуги по обеспечению совместной мобильности, такси, сервис заказа поездки через приложение, «мобильность как услуга» (MaaS)
Пассажирские транспортные средства большой грузоподъемности (Общественные) автобусы	<ul style="list-style-type: none"> • заряжаются, как правило, в автобусном парке и при благоприятной возможности • обслуживают постоянные маршруты • часто закупаются государственными органами или транспортными агентствами
Грузовые транспортные средства малой грузоподъемности	
Легкие коммерческие транспортные средства	<ul style="list-style-type: none"> • ПМТС < 3,5 тонн • варианты использования: доставка грузов по концепции последней мили, доставка грузов по городу, доставка небольших посылок • маршруты обычно предсказуемы • зарядка зачастую производится на территории компании
Транспортные средства большой грузоподъемности	
Среднегрузный грузовик (СГГ)	<ul style="list-style-type: none"> • ПМТС 3,5–15 тонн • варианты использования: доставка грузов по концепции последней мили, доставка грузов по городу, распределение товаров по региону, коммунальные услуги, доставка охлажденных грузов, сбор отходов, строительство • обычно требует крупной аккумуляторной батареи большой емкости и зарядки постоянным током
Большегрузный грузовик (БГГ)	<ul style="list-style-type: none"> • ПМТС > 15 тонн • варианты использования: грузовые перевозки на дальние расстояния, строительство крупных сооружений, специализированный транспорт (например, крупногабаритная техника)
Легкие транспортные средства	
Маломощный мотоцикл	<ul style="list-style-type: none"> • максимальная скорость 45 км/ч • варианты использования: услуги по обеспечению совместной мобильности в городской зоне • зарядка обычно производится дома и/или смена аккумуляторной батареи

<i>Категория транспортного средства</i>	<i>Основные характеристики</i>
Трехколесные транспортные средства	<ul style="list-style-type: none"> • зарядка обычно производится дома и/или смена аккумуляторной батареи • варианты использования: услуги по обеспечению совместной мобильности в городской зоне или доставка грузов в сельской местности
Электровелосипед	<ul style="list-style-type: none"> • варианты использования: использование в частном порядке и услуги по обеспечению совместного использования • заряжаются, как правило, дома (в случае использования в частном порядке) или на территории оператора (в контексте обеспечения совместного использования)

В. Пассажирские автомобильные перевозки

7. В отличие от Африки и Азии, в Европе электроскутеры предназначены в основном для оказания услуг по обеспечению совместной мобильности. Этот вид транспорта зачастую используется для коротких поездок в черте города. По этой причине крайне важны быстрые и эффективные технологии смены аккумуляторных батарей, которые позволяют обеспечивать непрерывную работу парка транспортных средств без простоев для целей зарядки. В течение последних лет приобретает популярность также использование пассажирских электромобилей в рамках каршеринга. Общедоступные электромобили в рамках каршеринга обладают многочисленными преимуществами, особенно для жителей городов, которые могут пользоваться ими без финансовых затрат, связанных с владением частным транспортным средством, и без необходимости платить за топливо. Во многих городах для автомобилей совместного пользования выделяются приоритетные парковочные места, и, кроме того, в качестве парковочных мест для них могут служить пункты зарядки, что еще больше повышает их доступность. В настоящее время многие крупные организации и правительственные органы расширяют собственный парк электромобилей, предназначенных для использования их сотрудниками. Для коммерческих целей такого характера одним из важных факторов служит совокупная стоимость владения (ССВ).

8. Что касается частных пассажирских автомобилей, то первостепенное значение имеет опыт клиента, который в значительной степени обусловлен наличием возможностей для домашней зарядки транспортного средства в ночное или в нерабочее время. В большинстве стран парки коммерческих пассажирских автомобилей становятся удобной отправной точкой для электрификации, поскольку высокая закупочная стоимость уравновешивается низкой потребностью в техническом обслуживании и меньшей долей списаний, что позволяет стремительно обеспечить привлекательную ССВ. Кроме того, технологии должны способствовать бесперебойному взаимодействию транспортных средств с зарядной станцией, обеспечивая удобный для пользователя процесс.

9. Общественные автобусы в качестве другого ключевого сегмента перевозок зачастую эксплуатируются на фиксированных маршрутах, что гарантирует их предсказуемость с точки зрения зарядной инфраструктуры. В силу широкого распространения этих транспортных средств они также играют важную роль в стимулировании общественного восприятия технологий ЭМ. В процессе их закупок обычно участвуют государственные и муниципальные органы, что позволяет обеспечить его транспарентность и соблюдение жестких правил.

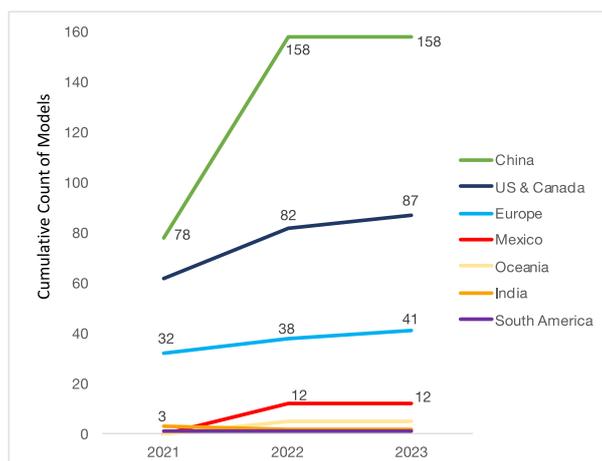
С. Грузовые автомобильные перевозки

10. В отличие от пассажирских автомобилей грузовые транспортные средства могут характеризоваться собственными потребностями и особенностями. Эти транспортные средства, как и общественные автобусы, перемещаются в основном по установленным маршрутам. Следовательно, с учетом присущих им особенностей требуются особые подходы к закупкам и параметры инфраструктуры. Первостепенное внимание при приобретении грузовых транспортных средств необходимо уделять аспектам долговечности и надежности. Эти соображения сопряжены с частотой использования таких транспортных средств и важностью выполняемых ими задач. Что касается инфраструктуры, то пункты зарядки устанавливаются в основном на территории транспортных компаний для обеспечения беспрепятственного доступа к зарядным устройствам. Это позволяет продлить срок службы транспортного средства и повысить предсказуемость энергопотребления.

11. В случае средне- и большегрузных грузовиков (СГГ и БГГ) с повышенным расходом энергии необходимы аккумуляторные батареи большой емкости. По этой причине конструкция таких грузовых автомобилей предусматривает зарядку постоянным током. Преимуществом такого режима является быстрота зарядки, имеющая первостепенное значение в секторе логистики, для которого крайне важно сократить время простоя. На данный момент темпы внедрения электрогрузовиков являются самыми низкими в рамках всех сегментов автомобильного транспорта, хотя недавно в этом отношении и было зафиксировано некое ускорение. Данное обстоятельство может быть связано с несколькими факторами, в частности с более высокими первоначальными расходами на электрогрузовики, ограниченным выбором аккумуляторных технологий, способных удовлетворять потребности этих транспортных средств, и отсутствием надежной зарядной инфраструктуры. Тем не менее ожидается, что в ближайшие годы технологии и инфраструктура будут постепенно развиваться, что приведет к повышению темпов распространения электрогрузовиков. Кроме того, в последнее время на рынке наблюдается более ошутимое присутствие моделей электрогрузовиков (рис. I).

Рис. I

Доступные модели средне- и большегрузных электрогрузовиков, работающих на аккумуляторных батареях и топливных элементах



Источник: ZETI Data Explorer¹. Дата обращения: 5 июня 2023 года.

D. Железнодорожный транспорт

12. Железнодорожный транспорт является наиболее энергоэффективным из всех видов наземного транспорта. Кроме того, в настоящее время это единственный вид

¹ <https://globaldrivetozero.org/tools/zeti-data-explorer/>.

транспорта, располагающий проработанной и легкодоступной технологией, которую можно широко использовать в транспортных средствах с нулевым уровнем выбросов (МТФ, 2021а). Электрификация железных дорог позволяет устранить все прямые («от цистерны к колесу») выбросы CO₂ и других загрязняющих веществ, генерируемых железнодорожными составами. На долю дизельного топлива, которое обычно используется в качестве альтернативного источника энергии для поездов, приходится выбросы в объеме от 6 до 30 г CO₂ на пассажиро-километр (эти значения могут существенно различаться в зависимости от КПД силовой установки локомотива и коэффициента загрузки) (МТФ, 2021b).

13. Несмотря на самую высокую (по сравнению со всеми континентами) концентрацию электрифицированных участков путей, около 45 % всех железнодорожных путей в Европейском союзе остаются неэлектрифицированными². Электрификация железнодорожной инфраструктуры требует значительных инвестиций, направляемых, в том числе, на прокладку новых железнодорожных линий или добавление инфраструктуры к существующим линиям для обеспечения бесперебойного электроснабжения поездов. Затраты на электрификацию составляют от 0,5 до 2 млн евро на километр (МТФ, 2021b). Соответственно, они могут быть экономически обоснованы только в странах с высокой интенсивностью движения, в которых значительные затраты на развитие инфраструктуры могут компенсироваться низкими эксплуатационными расходами.

14. Дополнительными решениями в контексте неэлектрифицированных участков железных дорог служат аккумуляторные и водородные технологии. Технология аккумуляторных электропоездов приемлема для коротких расстояний, между тем как водородные составы пригодны для эксплуатации на отрезках протяженностью более 100 километров, где отсутствуют воздушные контактные сети³.

Е. Водный транспорт

15. Темпы внедрения электрических силовых установок растут как в секторе морского транспорта, так и в секторе внутреннего водного транспорта (ВВТ). Полностью интегрированные системы электрических силовых установок все активнее распространяются на суда различных типов, включая пассажирские суда, танкеры СПГ, челночные танкеры, круизные суда, паромы и морские вспомогательные суда⁴. Эти обстоятельства способствуют достижению значительного прогресса в развитии технологии производства аккумуляторов.

16. Решающую роль в обеспечении энергией гибридных и полностью электрических судов играют ионно-литиевые аккумуляторы. Так, для обслуживания коротких паромных маршрутов протяженностью до 50 км постепенно вводятся в эксплуатацию полностью электрические суда, работающие от аккумуляторных батарей. Вместе с тем при продолжительных рейсах возникают проблемы, связанные с ограниченной емкостью аккумуляторов и ограниченными возможностями хранения энергии. Для решения этих проблем предусмотрена перспектива использования водородных топливных элементов в качестве источника энергии.

17. В части инфраструктуры поощряется внедрение береговых энергосистем. Порты и терминалы внутренних водных путей инвестируют в инфраструктуру берегового электроснабжения, позволяющую кораблям и судам подключаться к электросети во время стоянки. Это избавляет суда от необходимости запускать двигатели во время стоянки в порту, что приводит к снижению объема выбросов и шумового загрязнения. Кроме того, благодаря береговому электроснабжению суда могут получать электроэнергию из возобновляемых источников, что способствует поддержанию чистоты и тишины в портах и терминалах. Суда с аккумуляторными

² www.railtech.com/rolling-stock/2023/05/04/will-battery-or-hydrogen-trains-be-the-future-the-vision-of-siemens-mobility/.

³ www.railtech.com/rolling-stock/2023/05/04/will-battery-or-hydrogen-trains-be-the-future-the-vision-of-siemens-mobility/.

⁴ <https://trimis.ec.europa.eu/roadmaps/transport-electrification-elt>.

батареями могут пользоваться этими объектами для целей зарядки. С 2025 года в основных портах Европейского союза будет обязательной установка береговых электростанций. Подключение берегового электропитания наиболее актуально для судов, передвигающихся по фиксированным маршрутам с привязкой к портам, например паромов и линейных судов (МТФ, 2021с).

Ф. Морской транспорт

18. Переход к электромобильности на морском транспорте осуществляется относительно медленными темпами по причине неподготовленности рынка. Вместе с тем стимулом для внедрения электрических и аккумуляторных технологий в секторе морского судоходства становятся достижения автотранспортного сектора. Известные компании, в частности «Maersk», «Siemens» и «ABB», активно участвуют в разработке и испытаниях электрических силовых установок и аккумуляторных технологий хранения энергии для различных типов судов, включая паромы, буксиры и буровые суда⁵.

19. Хотя в данный момент в секторе морского транспорта преобладают ДВС, набирает обороты и деятельность по развитию электрических и аккумуляторных технологий. Первоначальными объектами электрификации являются суда с низким КПД, перемещающиеся на малые расстояния, в частности паромы, на которых емкости аккумуляторных батарей может быть достаточно для обеспечения энергоснабжения по всему маршруту. При этом остаются нерешенными некоторые проблемы, связанные, в частности, с потенциалом подзарядки для дальних рейсов. Тем не менее в качестве одного из возможных решений представители данной отрасли активно изучают вопрос о сочетании аккумуляторных батарей и топливных элементов.

Г. Внутренний водный транспорт

20. Внутренний водный транспорт (ВВТ) обладает явными конкурентными преимуществами по сравнению с другими видами внутреннего транспорта. В числе этих преимуществ — возможность перевозки значительных объемов грузов на дальние расстояния, безопасность, энергоэффективность, экономическая эффективность, низкий уровень выбросов и отсутствие заторов. Несмотря на эти преимущества, объем выбросов CO₂ в секторе ВВТ уже давно растет, в основном из-за расширения флота ВВТ и менее активного внедрения экологически чистых видов топлива. На данный момент срок эксплуатации многочисленных судов, курсирующих по европейским водным путям, составляет не менее 44 лет, и они оснащены дизельными двигателями внутреннего сгорания, установленными еще их изготовителями (ЕЭК, 2020 год).

21. В знак признания этой проблемы в регионе ЕЭК было подготовлено несколько деклараций, включая:

- декларацию министров «Судоходство по внутренним водным путям во всемирном контексте», принятую на Международной конференции министров по внутреннему водному транспорту во Вроцлаве (Польша) 18 апреля 2018 года (ЕЭК, 2018 год), и Белую книгу по развитию, достижениям и будущему устойчивого внутреннего водного транспорта (ЕЭК, 2020 год); эти документы направлены на поощрение использования альтернативных видов топлива или электротяги для водного транспорта в городских условиях;
- мангеймскую декларацию «150 лет Мангеймскому акту — движущей силе динамичного судоходства по Рейну и другим водным путям», принятую 17 октября 2018 года и направленную на повышение экологической устойчивости внутреннего судоходства путем сокращения объема выбросов парниковых газов к 2035 году на 35 % по сравнению с уровнем 2015 года,

⁵ www.cleantech.com/shipping-pollution-and-technology-electrification-and-energy-storage-in-maritime-shipping/.

сокращения выбросов загрязняющих веществ к 2035 году не менее чем на 35 % по сравнению с уровнем 2015 года и полного устранения выбросов парниковых газов и других загрязняющих веществ к 2050 году⁶;

- план действий «НАЯДЫ III»⁷, ориентированный на перспективное развитие европейского ВВТ и направленный на перевод большей части грузовых перевозок на внутренние водные пути, переход к ВВТ с нулевым уровнем выбросов и стимулирование интеллектуального ВВТ⁸.

22. Хотя разработчики аккумуляторных технологий для электрических силовых установок и заявляют о потенциальном снижении объема выбросов CO₂экв, NO_x и твердых частиц на многообещающие 100 %, их уровень технологической готовности (УТГ) несколько ниже, чем у ДВС (таблица 2). С экологической точки зрения значительными преимуществами обладают гидроочищенное растительное масло (ГРМ) и сжиженный биометан (СБМ), разработка которых находится на более близком к завершению этапе.

Таблица 2

Сравнительная технологическая готовность энерготехнологий для ВВТ

Технологии, рассматриваемые на водных путях	Описание	УТГ (1–9)		Потенциал сокращения выбросов (в идеальной производственно-бытовой цепочке)		
		УТГ (1–9) к применению на судах	УТГ (1–9) к производству и поставкам топлива/энергоносителей	ПГ/CO ₂ экв	NO _x	Твердые частицы
ЦСКР 2 или ниже, дизель	Ископаемое дизельное топливо в двигателе внутреннего сгорания, соответствующем предельным значениям выбросов по ЦСКР 2, или в двигателе более старого образца.	9	9	0 %	0 %	0 %
ЦСКР 2 + ИКВ, дизель	Ископаемое дизельное топливо в двигателе внутреннего сгорания, соответствующем предельным значениям выбросов по ЦСКР 2 и оснащенном дополнительной системой избирательного каталитического восстановления.	9	9	0 %	82 %	54 %
Стадия V, дизель	Ископаемое дизельное топливо в двигателе внутреннего сгорания, соответствующем предельным значениям выбросов по нормам Европейского союза, этап V.	9	9	0 %	82 %	92 %

⁶ www.ccr-zkr.org/files/documents/dmannheim/Mannheimer_Erklaerung_en.pdf.

⁷ Сообщение Европейской комиссии, направленное Европейскому парламенту, Совету, Европейскому экономическому и социальному комитету и Комитету регионов.

⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0324>.

Технологии, рассматрива- емые на водных путях	Описание	УТГ (1–9)		Потенциал сокращения выбросов (в идеальной производственно-бытовой цепочке)		
		УТГ (1–9) к применению на судах	УТГ (1–9) к производству и поставкам топлива/ энергоносителей	ПГ/CO ₂ экв	NO _x	Твердые частицы
СПГ	Сжиженный природный газ в двигателе внутреннего сгорания, соответствующем предельным значениям выбросов по нормам Европейского союза, этап V. ГРМ в двигателе внутреннего сгорания, соответствующем предельным значениям выбросов по нормам Европейского союза, этап V.	9	9	10 %	81 %	97 %
Стадия V, ГРМ	ГРМ означает как непосредственно гидроочищенное растительное масло (без добавления ископаемого топлива), так и все появляющиеся сопоставимые виды биотоплива (включая электротопливо), а также синтетическое дизельное топливо, произведенное с использованием технологий улавливания CO ₂ и устойчивой электроэнергии.	9	9	100 %	82 %	92 %
СБМ	Сжиженный биометан (или био-СПГ) в двигателе внутреннего сгорания, соответствующем предельным значениям выбросов по нормам Европейского союза, этап V.	9	8	100 %	81 %	97 %
Аккумуляторные батареи	Электрические силовые установки на аккумуляторных батареях с фиксированными или сменными аккумуляторными системами.	8	7	100 %	100 %	100 %

Технологии, рассматриваемые на водных путях	Описание	УТГ (1–9)		Потенциал сокращения выбросов (в идеальной производственно-сбытовой цепочке)		
		УТГ (1–9) к применению на судах	УТГ (1–9) к производству и поставкам топлива/энергоносителей	ПГ/CO ₂ экв	NO _x	Твердые частицы
H ₂ , ТЭ	Водород, хранящийся в жидкой или газообразной форме и используемый в топливных элементах.	7	7	100 %	100 %	100 %
H ₂ , ДВС	Водород, хранящийся в жидкой или газообразной форме и используемый в двигателях внутреннего сгорания.	5	7	100 %	82 %	92 %
MeOH, ТЭ	Метанол, используемый в топливных элементах.	7	6	100 %	100 %	100 %
MeOH, ДВС	Метанол, используемый в двигателях внутреннего сгорания.	5	6	100 %	82 %	92 %

Источник: ЦКСР (2022 год).

23. Вместе с тем в области аккумуляторных технологий достигнут значительный прогресс. С 2017 года в портах Роттердама и Антверпена эксплуатируются суда с аккумуляторными электродвигателями (ЦКСР, 2020 год). На момент подготовки настоящего документа компания «Эмперимум»⁹, базирующаяся в Российской Федерации и изготавливающая инновационные электросуда, вводит в эксплуатацию электросуда для регулярных пассажирских перевозок и прогулочных рейсов в нескольких городах Российской Федерации¹⁰. Кроме того, с 2021 года на внутренних водных путях Нидерландов эксплуатируются электросуда, использующие энергоконтейнерные технологии (вставка 1).

Вставка 1

Первое электросудно внутреннего плавания в Нидерландах

Серьезным шагом на пути к устранению выбросов в секторе внутреннего судоходства стал спуск на воду в сентябре 2021 года первого нидерландского электросудна внутреннего плавания «Алфенаар». Судно, изготовленное роттердамской компанией «Zero Emission Services» (ZES), курсирует между городами Алфен-ан-де-Рейн и Мурдейк и обслуживает нидерландский пивоваренный концерн «Хейнекен», перевоза по этому маршруту сотни контейнеров с предназначенным для экспорта пивом. На судне «Алфенаар» используется технология ZESpack, т. е. стандартные 20-футовые контейнеры с аккумуляторами, заряженными от экологичных источников энергии. Эти энергоконтейнеры оснащены системами безопасности и связи и состоят из 45 аккумуляторных модулей общей емкостью в 2 МВт·ч, что эквивалентно емкости примерно 36 электромобилей.

С установленным энергоконтейнером ZESpack емкостью в 2000 кВт·ч баржа может эксплуатироваться от 2 до 4 часов. С двумя контейнерами ZESpack на борту она может преодолевать расстояние от 60 до 120 км. Первоначально, когда на маршруте была установлена только одна зарядная станция, для выполнения рейса по маршруту Алфен-ан-де-Рейн — Мурдейк требовалось два контейнера ZESpack: один для

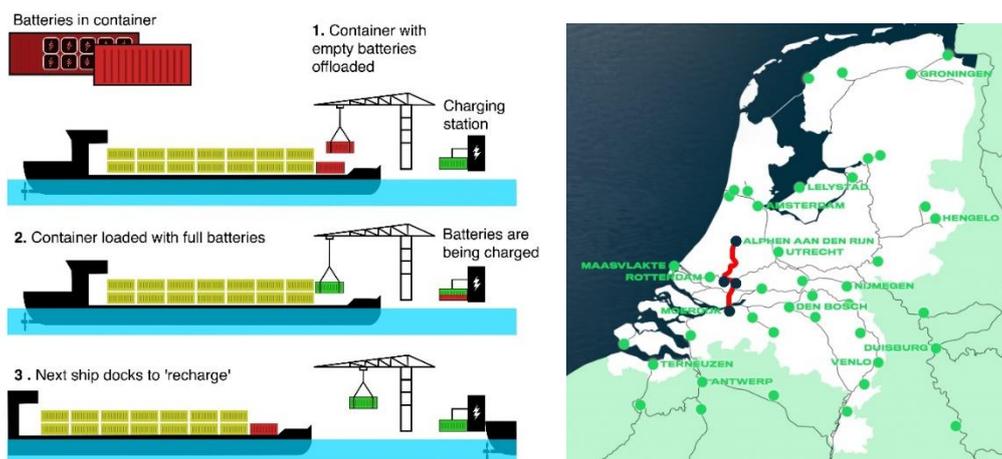
⁹ <https://emperium.ru/en/>.

¹⁰ <https://en.portnews.ru/news/338161/>.

перехода туда, другой — обратно. Что касается масштабирования, то к 2030 году ZES планирует эксплуатировать суда с нулевым уровнем выбросов на 30 маршрутах.

Сменные аккумуляторы и зарядная инфраструктура

Судно отправляется в рейс с заряженными аккумуляторными контейнерами, а по прибытии на следующий терминал отработавшие контейнеры всего за 15 минут заменяются контейнерами с полностью заряженными аккумуляторами. Благодаря этой инновационной инициативе был установлен новый стандарт для технологии энергоконтейнеров. Станция быстрой зарядки емкостью 1 МВт·ч позволяет за 2,5 часа зарядить два контейнера ZESpack одновременно. Стоимость станции составляет около 1 млн евро, и она может также использоваться для стабилизации электросети или временного снабжения электроэнергией какого-либо объекта. Для охвата голландской сети BBT потребуется 20 зарядных станций¹¹.



Источник: de Volkskrant (2021 год).

Ключевые факторы успеха

- совместимость аккумуляторных батарей как с новыми, так и с уже существующими судами; для их использования судно необходимо оснастить электрической силовой установкой. Само судно «Алфенаар» было дооборудовано стандартным разъемом для установки контейнеров ZESpack;
- взаимозаменяемость: функция, которая ранее была ограничена лишь стационарными установками. Энергоконтейнеры можно без труда заменять на аналогичные, а конструкция стандартных разъемов предусматривает возможную адаптацию к изменениям в технологии хранения энергии, обеспечивая актуальность всей системы в перспективе;
- внедрение модели оплаты по факту использования, т. е. судовладельцы арендуют аккумуляторный контейнер и платят только за фактически потребленную энергию;
- открытый доступ к использованию контейнеров ZESpack и зарядных станций для многочисленных поставщиков и структур.

Важнейшую роль играет сотрудничество заинтересованных сторон. Компания ZES была основана компаниями «ENGIE», «ING» (отвечающей за финансирование и разработку модуля оплаты по факту использования), «Wärtsilä» (поставляющей исходные контейнеры ZESpack и отвечающей за сборку и испытание энергоконтейнеров) и портом Роттердама при поддержке Министерства инфраструктуры и водного хозяйства Нидерландов.

¹¹ www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/containers-vol-met-accu-s-vervangen-diesel-in-de-binnenvaart-hier-gebeurt-echt-iets-voor-milieu-en-klimaat-bf53e963/.

Источник: Порт Роттердама. URL: <https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/eerste-emissievrije-binnenvaartship-op-energiecontainers-in-de-vaart>. Дата обращения: 29 мая 2023 года.

Н. Воздушный транспорт

24. На долю авиации в настоящее время приходится около 2,5 % от общемирового объема выбросов CO₂¹². Согласно прогнозам Европейской комиссии, без принятия решительных мер по сокращению выбросов к середине XXI века спрос на авиаперевозки увеличится более чем на 300 % по сравнению с уровнем 2005 года, что приведет к значительному росту объема выбросов парниковых газов воздушным транспортом¹³. Вместе с тем в секторе воздушного транспорта активно изучаются инновационные подходы к внедрению технологий электромобильности. В настоящее время электромобильность в авиации охватывает в основном небольшие воздушные суда, которые могут работать на электроэнергии, однако общая грузоподъемность этих судов низка из-за значительной массы электрических систем и аккумуляторных батарей.

25. В сентябре 2020 года впервые в мире выполнило полет воздушное судно, работающее на водородных топливных элементах; речь идет о шестиместном пассажирском самолете стартапа «ZeroAvia». Дальность этого пробного полета была аналогичной километражу популярных маршрутов с высоким пассажиропотоком, например Лос-Анджелес — Сан-Франциско или Лондон — Эдинбург¹⁴.

26. В гражданской авиации разработка гибридных моделей на электротяге (особенно пассажирских самолетов с неизменяемой геометрией крыла) при использовании существующих технологий сопряжена со значительными трудностями. При переводе на электрические силовые установки тяжелых летательных аппаратов, в частности пассажирских авиалайнеров, возникают различные технические и эксплуатационные проблемы. Разработка эффективного гибридного или полностью электрического коммерческого воздушного судна, предназначенного для фактического использования, является сложной задачей из-за ограниченной энергоемкости существующих аккумуляторных батарей, необходимости полетов на дальние расстояния и высоких коэффициентов грузовой и пассажирской загрузки. Тем не менее, эти трудности можно преодолеть и многие эксперты авиационной отрасли признают потенциал разработки электрических и гибридных самолетов. Во всем мире ведутся исследования и разработки с целью реализации концепции гражданской авиации на основе электросамолетов.

27. Компания «Эйрбас» недавно представила три концептуальных проекта гражданских воздушных судов с нулевым уровнем выбросов, которые должны быть введены в эксплуатацию к 2035 году. Эти концептуальные проекты включают турбовинтовую модель на 100 пассажиров, турбореактивную модель на 120–200 пассажиров и модель со «смешанным крылом» на 200 пассажиров¹⁵. Одновременно с этим компания «Боинг» работает над сертификацией аккумуляторного электросамолета, за которую отвечает ее совместное предприятие «Уиск», а также планирует к 2030 году перевести 100 % своих воздушных судов на экологически чистое авиационное топливо (ЭАТ)¹⁶.

¹² <https://ourworldindata.org/co2-emissions-from-aviation#:~:text=Aviation%20accounts%20for%202.5%25%20of%20global%20CO2%20emissions&text=Most%20flights%20are%20powered%20by,to%20CO2%20when%20burned>.

¹³ www.weforum.org/agenda/2021/07/targeting-true-net-zero-aviation/.

¹⁴ www.zeroavia.com/press-release-25-09-2020.

¹⁵ www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2020-09-airbus-reveals-new-zero-emission-concept-aircraft.

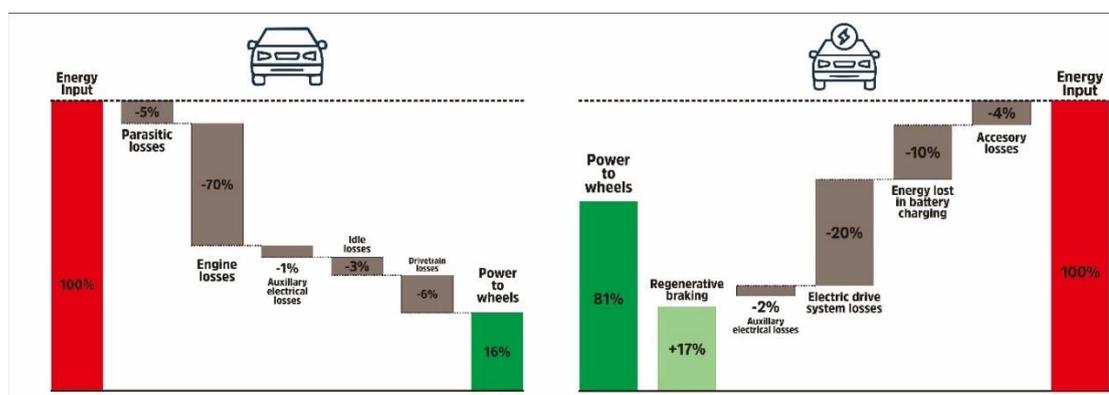
¹⁶ <https://investors.boeing.com/investors/news/press-release-details/2023/Boeing-Doubles-Sustainable-Aviation-Fuel-Purchase-for-Commercial-Operations-Buying-5.6-Million-Gallons-for-2023/default.aspx>.

III. Аккумуляторные электрические системы и альтернативные виды топлива

A. Аккумуляторные электрические системы

28. Аккумуляторные электрические силовые установки стали надежной и устойчивой альтернативой традиционным источникам топлива на всех видах внутреннего транспорта. Эта технология характеризуется значительными преимуществами по сравнению с альтернативными энергоносителями. Благодаря использованию аккумуляторных батарей обеспечивается 100 %-ное сокращение выбросов парниковых газов/CO₂экв и вредных загрязняющих веществ, что подтверждает важнейшую роль этих батарей в процессе смягчения последствий изменения климата. Кроме того, АЭМ обладают высоким показателем энергоэффективности: 80 % поступающей из сети электроэнергии доходит до колес. Резко контрастируют с ними транспортные средства с двигателем внутреннего сгорания (ДВС), которые в пять раз менее энергоэффективны из-за потерь энергии при изготовлении, транспортировке и преобразовании топлива (рис. II).

Рис. II
АЭМ в пять раз более энергоэффективны, чем ТСДВС



Источник: автор, на основе данных «Energi Media» (2021 год).

29. Хотя первоначальная стоимость АЭМ может превышать стоимость транспортных средств, работающих на топливе, связанные с ними эксплуатационные издержки, как правило, ниже. Это объясняется тем, что в расчете на километр пути электроэнергия дешевле ископаемого и водородного топлива, а это обуславливает снижение затрат на протяжении всего цикла эксплуатации. Вместе с тем для достижения целей устойчивого развития аккумуляторные батареи должны обладать сверхвысокими показателями эффективности, превосходящими их нынешние характеристики. Под этими показателями подразумеваются близкие к теоретическим пределы энергоэффективности и мощности, превосходные долговечность и надежность, а также повышенная безопасность и экологическая устойчивость. Кроме того, для содействия рентабельному массовому производству и достижения коммерческого успеха такие высокоэффективные аккумуляторные батареи должны быть масштабируемыми. Они относятся к числу исключительно важных технологических решений, позволяющих хранить энергию и допускающих множество вариантов использования, и их значимость отмечена также в программе «Европейского зеленого курса». Аккумуляторные технологии могут способствовать ускорению перехода к устойчивой и интеллектуальной мобильности, содействовать поставке чистых, доступных и безопасных энергоресурсов энергией, а также стимулировать переход промышленности на более экологичную экономику замкнутого цикла. (Battery 2030+, 2022)

В. Гибридные транспортные средства

30. Гибридные электромобили (ГЭМ) представляют собой сочетание ТСДВС и АЭМ. В некоторых ГЭМ бензин или дизельное топливо подается на генератор, от которого заряжается аккумулятор и/или питается электродвигатель, приводящий автомобиль в движение. В других ГЭМ ДВС используется для приведения автомобиля в движение, между тем как электродвигатель содействует разгону. ПГЭМ — это ГЭМ, аккумуляторы которых можно заряжать при подключении транспортного средства к источнику электропитания, а это означает, что ПГЭМ могут эксплуатироваться либо как АЭМ, либо как ГЭМ.

31. Гибридные транспортные средства знаменуют собой важный этап в переходе к технологии АЭМ. Гибридная технология получила широкое распространение благодаря многочисленным преимуществам, хотя она характеризуется и рядом недостатков, которые необходимо учитывать при ее сопоставлении с другими технологиями, в контексте которых используются альтернативные источники топлива (таблица 3).

Таблица 3

Преимущества и недостатки гибридной технологии

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
а) топливная эффективность выше, чем у обычных ТСДВС;	а) первоначальная стоимость выше, чем у обычных ТСДВС;
б) объем производимых выбросов меньше, чем у обычных ТСДВС, однако экологичность ниже, чем у АЭМ;	б) при длительных поездках гибридные транспортные средства зависят от ДВС, что сводит на нет некоторые экологические преимущества;
в) не зависят исключительно от зарядной инфраструктуры, в отличие от АЭМ;	в) двойная технология гибридных автомобилей создает больше сложностей, чем технологии традиционных ТСДВС или АЭМ, что может привести к повышенным расходам на техническое обслуживание;
г) могут преодолевать без дозаправки большие расстояния, чем АЭМ.	г) хотя гибридные транспортные средства и более экологичны, чем обычные ТСДВС, они не могут конкурировать с АЭМ или ЭМТЭ. В отличие от некоторых других транспортных средств, в них также не в полной мере используются преимущества возобновляемого биотоплива.

С. Водород

1. Водородные грузовики

32. Технология водородных топливных элементов стала одним из перспективных решений для грузоперевозок на дальние расстояния, сопряженных с рядом проблем, включая необходимость преодоления значительных расстояний, непредсказуемость маршрутов, строгие правила в отношении времени управления, жесткие требования по обеспечению безотказной работы и потребность в высокой грузоподъемности. В силу таких преимуществ, как высокая плотность энергии, сокращенное время заправки и большая дальность пробега, водородное топливо позволяет решать эти проблемы. В основе этой технологии лежит преобразование газообразного водорода в электроэнергию при помощи топливного элемента, от которого работает электродвигатель транспортного средства. В отличие от традиционного ископаемого топлива, единственным побочным продуктом водородных топливных элементов

является водяной пар, поэтому они представляют собой экологически чистую и устойчивую альтернативу для грузоперевозок на дальние расстояния.

33. По прогнозам компании «McKinsey», к 2035 году в Европе может эксплуатироваться до 850 тыс. средне- и большегрузных грузовиков (СГГ и БГГ), работающих на водородном топливе¹⁷. Компания также считает, что к 2030 году в Европе ССВ для БГГ, проезжающих 500 километров в день, составит 1,13 евро за километр в случае дизельных грузовиков, 1,03 евро в случае аккумуляторных грузовых электромобилей и 1,02 евро в случае грузовиков на топливных элементах.

34. Несмотря на столь очевидную динамику, для полной реализации потенциала технологии водородных топливных элементов в секторе большегрузного транспорта необходимо решить еще ряд проблем. Одна из наиболее актуальных задач — это создание надежной инфраструктуры для производства, хранения и распределения водородного топлива. Во многих регионах мира эта инфраструктура по-прежнему ограничена, что затрудняет расширение масштабов использования водорода на большегрузном транспорте. Необходимо разработать бизнес-модели, которые могли бы содействовать этому процессу. Еще одной серьезной проблемой является стоимость технологии водородных топливных элементов по сравнению с традиционными дизельными двигателями. Хотя ее стоимость в последние годы и снижается, в большинстве случаев она по-прежнему превышает стоимость технологии дизельных двигателей. Вместе с тем по мере дальнейшего совершенствования технологии и достижения экономии за счет эффекта масштаба ожидается сокращение указанной разницы в стоимости.

Вставка 2

Швейцария развивает парк водородных грузовых автомобилей

Введение в эксплуатацию грузовых электромобилей на топливных элементах позволило Швейцарии занять лидирующие позиции в области декарбонизации большегрузного транспорта. По состоянию на октябрь 2022 года в стране насчитывалось 20 компаний, эксплуатирующих хотя бы один водородный грузовой электромобиль, причем совокупный километраж их 47 грузовых автомобилей «Hyundai XCIENT» на топливных элементах составил более 5 млн км, их средний суточный пробег — более 10 тыс. км, а объем сокращения выбросов CO₂ — более 4 тыс. тонн¹⁸. К 2025 году планируется ввести в эксплуатацию 1600 грузовых автомобилей (МЭА, 2022а).

Успешную эксплуатацию грузовиков на топливных элементах в Швейцарии можно объяснить сочетанием нескольких факторов, включая благоприятную государственную политику, надлежащий уровень развития водородной инфраструктуры и твердую приверженность этому делу представителей отрасли. Заявленные страной целевые показатели объема продаж грузовых электромобилей средней и большой грузоподъемности — 8 % от совокупного объема продаж к 2025 году и 19 % к 2050 году¹⁹. Кроме того, в 2018 году в стране был введен сбор с тяжелого транспорта СТТ (зависящий от характеристик сбор за эксплуатацию большегрузных транспортных средств), который взимается с грузовых автомобилей массой более 3,5 тонн, но не распространяется на ТСНВ (МЭА, 2022а). Такая налоговая льгота, по оценкам, приведет к ежегодной экономии в размере около 60 тыс. швейцарских франков на каждый грузовой автомобиль²⁰.

¹⁷ www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/global-infrastructure-initiative/voices/unlocking-hydrogens-power-for-long-haul-freight-transport.

¹⁸ <https://hyundai-hm.com/en/2022/10/15/on-the-road-together-20-hydrogen-electric-trucks-drive-the-5-millionth-kilometer-together-2/>.

¹⁹ www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-policy-explorer.

²⁰ www.linkedin.com/pulse/switzerland-champion-hydrogen-roland-jansen/.

2. Водородные поезда

35. Применение водорода в сфере пассажирского железнодорожного транспорта получает все большее распространение, особенно в Европе. Водородные технологии позволяют обеспечить декарбонизацию железнодорожных линий, на которых эксплуатируются дизельные составы и электрификация которых затруднена, а протяженность слишком велика для использования аккумуляторных электропоездов (МЭА, 2022а). Благодаря тому, что все больше стран и регионов инвестируют в технологию водородных составов, предпринимаются усилия по ее усовершенствованию и развитию инфраструктуры. Внедрение водородных поездов в регионе ЕЭК обусловлено потребностью в устойчивых и экологически чистых видах транспорта, особенно на неэлектрифицированных железнодорожных линиях.

36. Некоторые страны, включая Австрию, Германию, Италию и Нидерланды, испытали водородные составы в рамках регулярного пассажирского сообщения. В Германии успешно эксплуатировались два водородных поезда, которые в течение более полутора лет (в период с 2018 по 2020 годы) выполняли регулярные пассажирские перевозки, преодолев свыше 180 тыс. км. По состоянию на 2022 год в Германии эксплуатируется уже 14 составов на водородном топливе, а всего с целью замены действующих дизельных поездов заказан 41 состав. Запас хода таких поездов составляет около тысячи км²¹.

Рис. III

Водородный поезд «Corodia iLint» компании «Alstom»



Источник: «Альстом»²².

D. Другие виды альтернативного топлива

37. Биотопливо, производимое из таких органических веществ, как растения или отходы животноводства, способно сыграть решающую роль в сокращении выбросов парниковых газов на транспорте, особенно в секторе грузовых перевозок, поскольку оно хорошо подходит для дальних рейсов. Биотопливо считается углеродно-нейтральным, т. к. объемы выбросов CO₂ при сжигании топлива компенсируются объемом CO₂, поглощаемым в процессе роста растений, из которых производится топливо. При использовании биодизеля B100 выбросы ПГ в течение срока эксплуатации снижаются более чем на 50 %, а при использовании B20 — не менее чем на 10 % (АООС, 2014 год). Для применения биотоплива в большинстве бензиновых и дизельных двигателей требуются лишь минимальные изменения конструкции. Кроме того, биотопливо обладает дополнительным преимуществом, стимулируя спрос на сельскохозяйственную продукцию. Вместе с тем крайне важно учитывать потенциальную конкуренцию с продовольственными культурами и принимать необходимые меры предосторожности во избежание любых негативных последствий.

²¹ <https://fuelcellsworld.com/news/friday-fallback-story-worlds-first-hydrogen-trains-enter-regular-passenger-service-july-26-2022/#:~:text=BREMER%20VORDE%2C%20Germany%20-%20The%20world%27s%20first,of%20the%20city%20of%20Hamburg.>

²² <https://www.alstom.com/press-releases-news/2021/6/corodia-ilint-alstom-presents-worlds-first-hydrogen-passenger-train.>

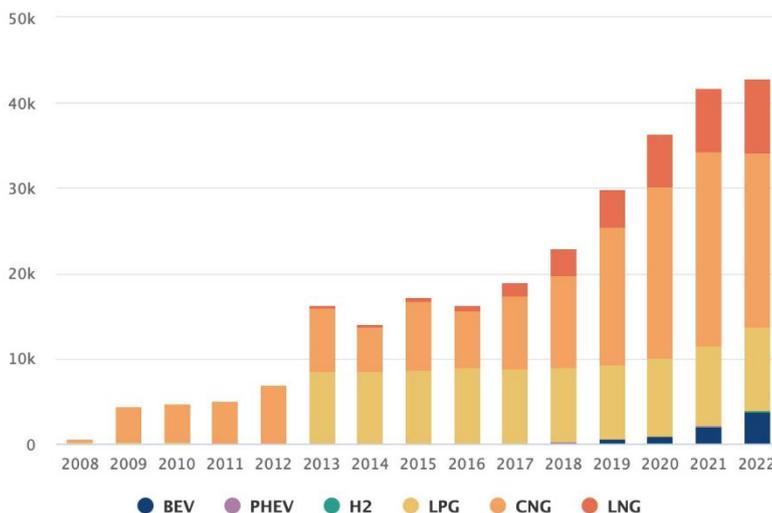
В заключение уместно отметить, что роль биотоплива в качестве дополнения к усилиям по обеспечению электромобильности при грузовых перевозках на большие расстояния необходимо укреплять.

38. В ДВС может также использоваться синтетическое топливо, получаемое из источника углерода в результате химического процесса. Такие виды топлива, как метанол или диметиловый эфир (ДМЭ), обычно оставляют более сильный углеродный след, чем биотопливо, по причине ископаемого происхождения источника углерода. Использование синтетических видов топлива может потребовать значительных изменений конструкции двигателя и заправочной инфраструктуры.

39. Благодаря технологическому прогрессу все более жизнеспособной альтернативой бензину и дизельному топливу становится природный газ. Он экономически эффективнее дизельного топлива, поскольку его стоимость на 30–40 % ниже²³. Это способствует его широкому применению в различных странах, причем наибольшее распространение получили компримированный природный газ (КПГ) и сжиженный природный газ (СПГ). Страны, обладающие значительными запасами природного газа, перешли на его использование в качестве источника топлива. КПГ предназначается в основном для коммерческих транспортных средств и транспортных средств малой и средней грузоподъемности, а СПГ позволяет наиболее эффективным образом заменять дизельное топливо для ТСБГ. Такое разделение обусловлено указанными Европейским союзом в 2014 году ориентировочными расстояниями между заправочными станциями, составляющими 150 км в случае КПГ и 400 км в случае СПГ. В Европейском союзе преобладающим видом топлива на рынке большегрузных грузовиков стал КПГ, за которым следует СПГ. За последнее десятилетие объемы использования обоих видов топлива значительно выросли (рис. IV).

Рис. IV

Рынок большегрузных грузовиков в Европейском союзе; распределение по видам топлива



Источник: Европейская обсерватория альтернативных видов топлива²⁴. Дата обращения: 5 июня 2023 года.

²³ www.iru.org/system/files/IRU%20Position%20-%20Accelerating%20the%20decarbonisation%20of%20road%20transport%20through%20the%20faster%20update%20of%20alternative%20fuels.pdf.

²⁴ <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/european-union-eu27>.

IV. Аккумуляторные электромобили как будущее устойчивого внутреннего транспорта

40. Будущее устойчивого и эффективного внутреннего транспорта связано преимущественно с АЭМ. Это объясняется главным образом тем обстоятельством, что при их эксплуатации значительно сокращается объем выбросов ПГ/CO₂экв и вредных загрязняющих веществ, а это крайне важно для борьбы с изменением климата. Благодаря высокому КПД, при котором около 80 % электроэнергии сети доходит до колес, по энергоэффективности АЭМ в пять раз превосходят ТСДВС и гибридные транспортные средства.

41. Несмотря на более высокие первоначальные расходы, АЭМ обычно характеризуются более низкими эксплуатационными издержками. В расчете на километр пробега электроэнергия дешевле ископаемого топлива и водорода, что в конечном итоге приводит к снижению затрат на протяжении срока эксплуатации. Кроме того, постоянно совершенствуются аккумуляторные технологии, способствуя повышению производительности, долговечности, безопасности и масштабируемости, являющихся жизненно важными факторами с точки зрения достижения рентабельного серийного производства и поддержки экологически более чистой экономики замкнутого цикла.

42. Гибридные транспортные средства, сочетающие характеристики ТСДВС и АЭМ, служат важнейшим промежуточным звеном в переходе к полностью электрическим транспортным средствам. Вместе с тем они характеризуются и рядом недостатков, включая более высокие первоначальные расходы, зависимость от ДВС при поездках на большие расстояния, потенциально более высокие расходы на техническое обслуживание с учетом сложной двойной системы и — что крайне важно — выбросы, хотя и в меньшем по сравнению с традиционными ТСДВС объеме.

43. Водородные топливные элементы — это перспективная технология для грузоперевозок на дальние расстояния, характеризующаяся высокой плотностью энергии, сокращенным временем заправки и производством чистой энергии, что подтверждается ведущим примером Швейцарии. Вместе с тем для полной реализации их потенциала необходимо решить серьезные проблемы, связанные с инфраструктурой, распределением и стоимостью.

44. Дополнительными перспективными альтернативными видами топлива служат биотопливо, синтетическое топливо и природный газ, имеющие собственные преимущества и недостатки. Однако эти преимущества несравнимы с тем масштабным положительным воздействием на окружающую среду и той экономической эффективностью, которыми характеризуются АЭМ. Таким образом, АЭМ, в основе разработки которых лежит непрерывно совершенствующаяся аккумуляторная технология, сохраняют лидирующие позиции в деле обеспечения устойчивого будущего для внутреннего транспорта. В этой связи промышленности, правительствам и общественности крайне важно приложить усилия для ускоренного развития и внедрения технологий АЭМ.

45. По итогам анализа, проведенного в настоящей главе, можно сделать вывод о том, что наиболее зрелым и перспективным решением в краткосрочной перспективе представляется электрификация сектора автомобильного транспорта. С учетом преимуществ аккумуляторной технологии, по сравнению с другими технологиями, в последующих главах публикации (воспроизведенных в документах ECE/TRANS/WP.5/2023/6, ECE/TRANS/WP.5/2023/7 и ECE/TRANS/WP.5/2023/8) будет сосредоточено внимание на различных сегментах аккумуляторного дорожного электротранспорта.