

Дорфман Илья Семенович, студент Института транспортной техники и систем управления ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Морозов Владислав Олегович, аспирант кафедры «Электропоезда и локомотивы» ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Силюта Анатолий Геннадьевич, к.т.н., доцент кафедры «Электропоезда и локомотивы» ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ НА ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Аннотация: В настоящее время все большую актуальность получают вопросы, связанные с улучшением экологической ситуации, в том числе и на наземном рельсовом транспорте. Предложены значительное количество технических решений, позволяющих отказаться от использования двигателей внутреннего сгорания и тем самым перейти на аккумуляторную тягу со значительно меньшими выбросами во внешнюю среду. В настоящей статье проведен критический обзор и краткий экскурс в историю создания подвижного состава на топливных элементах, являющихся в настоящее время по своим технико-экономическим и потребительским качествам одной из реальных альтернатив двигателям.

Ключевые слова: подвижной состав, топливные элементы, альтернативная энергетика, гибридный локомотив, автономная тяга.

Abstract: Currently, issues related to improving the environmental situation, including on land rail transport, are becoming increasingly relevant. A significant number of technical solutions have been proposed that make it possible to abandon the use of internal combustion engines and thereby switch to battery traction with significantly lower emissions into the external environment. This article provides a

critical review and a brief digression into the history of the creation of rolling stock on fuel cells, which are currently one of the real alternatives to engines in terms of their technical, economic and consumer qualities.

Keywords: rolling stock, fuel cells, alternative energy, hybrid locomotive, autonomous traction.

Введение

Железнодорожная техника на топливных элементах особенно широкое распространение получила на маломощных направлениях с малой протяженностью маршрута. В основном это трамваи и пригородное сообщение.

Значительное значение также имеет возможности взаимной интеграции между городскими агломерациями и создания единой системы пассажирского сообщения в пределах одного субъекта. Ярким примером создания такой системы является система пригородного пассажирского сообщения города Токио и развивающаяся сеть пригородного сообщения города Москвы (Московские центральные диаметры и Московское центральное кольцо).

Ретроспектива создания и особенности конструкции современного подвижного состава на топливных элементах

В 2015 году планировалась поставка в Китай прототипа промышленного локомотива мощностью 200 кВт и способного проработать 20 тыс. моточасов. [1].

В 2019 году в Китай было поставлено 768 трамваев на ТЭ вместимостью по 285 пассажиров и развивающих скорость до 70 км/ч. Для их обслуживания и заправки создана сеть из 18 заправочных станций [2].

В Южной Корее компания Hyundai Motor представила прототип трамвая на ТЭ. Он может проехать 200 км и максимальная скорость составляет 70 км/ч [3].

С 2019 года проходят испытания прототипа RTRI в Японии. Этот электроподвижной состав состоит из двух вагонов – моторного и прицепного. Данный поезд может работать от пантографа и сети 1,5 кВ постоянного тока, от

аккумуляторных батарей и от ТЭ. На поезде установлено два электрохимических генератора на ТЭ мощностью по 90 кВт. Рабочее напряжение, выдаваемое ТЭ составляет от 200 до 350 В, которое преобразуется в 700 В для питания аккумуляторных батарей [4].

В Японии проектируются поезд на ТЭ. Восточно-японская железная дорога инвестировала 4 млн евро в разработку двухвагонного поезда. Поезд серии FV-E991 будет сформирован из одного моторного вагона и одного прицепного. Два ТЭ мощностью 180 кВт способны работать при температуре -10 °С. Первый запуск планируется на 2021 год [5].

С ноября 2019 года в г. Санкт-Петербург в опытную эксплуатацию введен трамвай на ТЭ оборудованный электро-химическим генератором на топливных элементах изготовленных ЦНИИ СЭТ [6], приведенного на рисунках 1 и 2. На текущий момент параметры его исполнения и работы не удовлетворяют требования перевозки пассажиров, однако, данный проект позволяет для выявить особенности эксплуатации и обозначения ключевых параметров для инфраструктуры, размещаемой в городе.



Рисунок 1– Фотография опытного трамвая на топливных элементах



Рисунок 2– Оборудование внутри трамвая

Из проектов применения ТЭ для питания магистральных пассажирских поездов особенно отличаются Coradia iLint, HydroFlex и проект поезда Briz

Coradia iLint – первый в мире магистральный поезд (электроподвижной состав) в качестве сливовой установки использующий ТЭ. Тяговые электродвигатели питаются от блока Li-ion батарей, которые заряжаются от ТЭ. Водород для работы ТЭ храниться на крыше поезда. Конструкционная скорость составляет 140 км/ч, а запас хода – от 600 до 800 км [7].

В 2018 году было получено разрешение на эксплуатацию в пассажирском движении по железным дорогам в Германии [8]

В мае 2020 года получены успешные результаты эксплуатации двух электропоездов Coradia iLint. Суммарно они проехали более 180 тысяч километров в течении 530 дней [9; 10].

С 2019 года планируется расширение географии использования этого поезда, согласно информации полученной от пресс-службы компании Alstom:

«Новые поезда на топливных элементах заменят существующие поезда с дизельным двигателем на следующих линиях: RB11 (Франкфурт-Хёхст - Бад-Зоден), RB12

(Франкфурт-на-Кенигштайне), RB15 (Франкфурт-Бад-Хомбург - Брандобендорф) и RB16 (Фридрихсдорф - Фридберг). Общая стоимость заказа составляет около 500 миллионов евро» [11].

Так же известно про эксплуатацию двух опытных поездов на ТЭ, согласно статьи пресс-службы компании Alstom:

«Первые в мире два водородных поезда уже регулярно курсируют в сети Эльба-Везер в Нижней Саксонии с сентября 2018 года. Местное транспортное управление Нижней Саксонии (Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen, LNVG) будет эксплуатировать 14 поездов Coradia iLint на этой линии с 2021 года. Таким образом, RMV является вторым оператором, внедрившим экологически чистую водородную технологию без выхлопных газов, используя вагоны, предоставленные Fahma.

Все 27 новых поездов на топливных элементах будут оснащены комплексными информационными системами для пассажиров, такими как мониторы с информацией в режиме реального времени. Кроме того, им будет предоставлено место для велосипедов, инвалидных колясок и детских колясок, а также будет предоставлен бесплатный WiFi-доступ пассажирам во время их поездки. Новые поезда обеспечат 160 мест, так что пропускная способность линий в подсети Таунус будет увеличена до 40 процентов, особенно для пригородных поездов в часы пик» [12].

С июля 2019 года в Англии эксплуатируется HydroFlex – первый поезд, на базе 319 серии, на ТЭ с протонообменной мембраной. Мощность генераторов составляет 100 кВт [13].

Этот поезд также может питаться от третьего рельса с напряжением 750 В постоянного тока, либо от пантографа с напряжением сети 25 кВ переменного тока, а также от аккумуляторных батарей [14].

Alstom и британская компания по эксплуатации подвижного состава Eversholt Rail Group представили проект нового поезда на ТЭ для британского рынка. Новый подвижной состав будет создан на основе поезда 321 класса, поезда на ТЭ получили новое название «Бриз». Их опытная эксплуатация ожидается к 2022 году [15]. Расчётный запас хода будет составлять не менее 1000 км [16].

Польский оператор грузовых перевозок PKP Cargo и польская угольная компания JSW договорились о сотрудничестве в исследованиях и разработке новых типов грузовых вагонов и локомотивов на водородных топливных элементах. Компании подписали соглашение, предусматривающее совместное участие в инвестиционных проектах, касающихся коммерческого использования водородного топлива [17].

В США к 2024 году планируется ввести в эксплуатацию Stadler Flirt H2 на ТЭ. Предварительно данный поезд будет эксплуатироваться на биотопливных дизельных двигателях (биотопливо и дизельное топливо), позволяющих подготовить инфраструктуру для перевода поезда на водород. Намеченный регион использования – штат Калифорния [18].

В Лос-Анжелесе в порту с 2012 года работал локомотив с модулем ТЭ мощностью 250 кВт. Его эксплуатация подтвердила жизнеспособность проекта маневрового локомотива на ТЭ. Модуль ТЭ для данного локомотива предоставила компания Ballard [19].

С 2018 года ведутся работы по созданию маневрового локомотива на ТЭ для поставки в Латвию [20]. Latvijas Dzelzceļš Ritosa Sastava Serviss заключило соглашение с Ballard по модернизации существующего подвижного состава. Это уже третий проект после модернизации ЧМЭЗМ и 2М62УМ [21].

Проектный маневровый локомотив на ТЭ будет идентичен по мощности дизельному варианту. Одинаковыми в расчетах приняты и время работы, и вес поездов, а также продолжительность между экипировками и обслуживанием локомотива.

Библиографический список:

1. Ballard Signs \$3M Contract for Development of Fuel Cell Module to Power Trams in China: [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.ballard.com/about-ballard/newsroom/news-releases/2015/11/01/ballard-signs-\\$3m-contract-for-development-of-fuel-cell-module-to-power-trams-in-china](https://www.ballard.com/about-ballard/newsroom/news-releases/2015/11/01/ballard-signs-$3m-contract-for-development-of-fuel-cell-module-to-power-trams-in-china) (дата обращения 25.07.2022).

2. Foshan welcomes hydrogen fuel cell tram: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.railwaygazette.com/modes/foshan-welcomes-hydrogen-fuel-cell-tram/55268.article> (дата обращения 25.07.2022).
3. Hyundai Rotem to develop hydrogen fuel cell tram: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.railwaygazette.com/technology-data-and-business/hyundai-rotem-to-develop-hydrogen-fuel-cell-tram/48706.article> (дата обращения 25.07.2022).
4. RTRI tests fuel cell multiple unit: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.railwaygazette.com/traction-and-rolling-stock/rtri-tests-fuel-cell-multiple-unit/54518.article> (дата обращения 25.07.2022).
5. JR East to trial fuel cell multiple-unit: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.railwaygazette.com/asia/jr-east-to-trial-fuel-cell-multiple-unit/48671.article> (дата обращения 25.07.2022).
6. Михаил Грачев «Фонтанка.ру». «Если что, взрыв все равно уйдет вверх». В Петербурге показали трамвай на водороде: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.fontanka.ru/2019/11/01/075/> (дата обращения 25.07.2022).
7. В Берлине показали пассажирский поезд на водородном топливе: [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fhightech.fm%2F2016%2F09%2F22%2Fcoradia_ilint (дата обращения 25.07.2022).
8. Германия одобрила использование поездов на водородных топливных элементах: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/417353/> (дата обращения 25.07.2022).
9. World's first two hydrogen trains successfully complete trial passenger service: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.globalrailwayreview.com/news/100802/hydrogen-trains-alstom-complete-trial-passenger-service/> (дата обращения 25.07.2022).
10. Hydrogen fuel cell train trials completed: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.railwaygazette.com/TRACTION-AND-ROLLING->

STOCK/HYDROGEN-FUEL-CELL-TRAIN-TRIALS-

COMPLETED/56545.ARTICLE?ADREDIR=1 (дата обращения 25.07.2022).

11. RMV's subsidiary fahma orders the world's largest fleet of fuel cell trains from Alstom: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.alstom.com/press-releases-news/2019/5/rmvs-subsi-dary-fahma-orders-worlds-largest-fleet-fuel-cell-trains> (дата обращения 25.07.2022).

12. RMV's subsidiary fahma orders the world's largest fleet of fuel cell trains from Alstom: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.alstom.com/press-releases-news/2019/5/rmvs-subsi-dary-fahma-orders-worlds-largest-fleet-fuel-cell-trains> (дата обращения 25.07.2022).

13. All Aboard the U.K.'s First Hydrogen Train: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://spectrum.ieee.org/energywise/transportation/alternative-transportation/all-aboard-uk-first-hydrogen-train> (дата обращения 25.07.2022).

14. HydroFLEX Hydrogen Train: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.railway-technology.com/projects/hydroflex-hydrogen-train/> (дата обращения 25.07.2022).

15. Hydrogen fuel cell trains to run on British railways from 2022: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.telegraph.co.uk/cars/news/hydrogen-fuel-cell-trains-run-british-railways-2022/> (дата обращения 25.07.2022).

16. Breeze hydrogen multiple-unit order expected soon: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.railwaygazette.com/uk/breeze-hydrogen-multiple-unit-order-expected-soon/48523.article> (дата обращения 25.07.2022).

17. В Польше грузовые поезда планируют перевести на водородное топливо: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://gisprofi.com/gd/documents/v-polshe-gruzovye-poezda-planiruyut-perevesti-na-vodorodnoe-toplivo.html> (дата обращения 25.07.2022).

18. Understanding fuel cell applications: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.railwaygazette.com/research-training-and-skills/understanding-fuel-cell-applications/55350.article> (дата обращения 25.07.2022).

19. Hydrogen Powered Trains: The Next Generation of Shunters?: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://blog.ballard.com/hydrogen-powered-trains> (дата обращения 25.07.2022).

20. Nicolas Pocard. Hydrogen Powered Trains: The Next Generation of Shunters? : [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://blog.ballard.com/hydrogen-powered-trains> (дата обращения 25.07.2022).

21. Railcolor Headquarters. [LV] Latvian railways want to build an hydrogen powered shunting locomotive: [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://railcolornews.com/2016/08/21/latvian-railways-want-hydrogen-powered-shunting-locomotive/> (дата обращения 25.07.2022).