

УДК 629.113.004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТОПЛИВА И ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА В АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

USE OF BIOFUEL AND HYDROGEN FUEL IN ROAD TRANSPORT

Р. В. Колодницкая, канд. техн. наук, доц.,
А. П. Кравченко, д-р техн. наук, проф., **К. Н. Корникова**, асс.,
Государственный университет «Житомирская политехника»,
г. Житомир, Украина
R. Kolodnytska, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
A. Kravchenko, Doctor of Technical Sciences, Professor,
K. Kornikova, assistant,
State University "Zhytomyr Polytechnic", Zhytomyr, Ukraine

Выполнен анализ использования биотоплива и водородного топлива в автомобильном транспорте. Представлены результаты моделирования расхода топлива и ездового цикла автомобиля на топливных элементах.

The analysis of the use biofuels and hydrogen fuel in road transport was carried out. The results of modeling the fuel consumption and the driving cycle of the vehicle with the fuel cells are presented.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, биотопливо, топливный элемент, водород.

Key words: automotive transport, biofuels, fuel cell, hydrogen.

ВВЕДЕНИЕ

Использование биотоплива (БТ) и водорода на автомобильном транспорте продиктовано возможностью снижения вредного воздействия на окружающую среду уменьшением выбросов углекислого газа на планете. Биодизель является доминирующим видом биотоплива в Европе и Азиатско-Тихоокеанском регионе (на его долю приходилось 81 % и 74 % биотоплива соответственно в 2019 году), в то время как этанол является основным топливом в Северной Америке (86 %) и Южной Америке (74 %) от общего объема [1]. В таблице 1 показано производство БТ в 2019 г.

Таблица 1 – Производство БТ* в 2019 г. (Бритиш Петролиум)

| Страна | Германия | Франция | Нидерланды | Испания | Великобритания |
|---------|----------|---------|------------|---------|----------------|
| 2016 г | 60 | 49 | 29 | 22 | 10 |
| 2019 г. | 64 | 51 | 35 | 30 | 11 |

*Тысяча баррелей эквивалента нефти в день

Биодизельное топливо целесообразно использовать для городских автобусов, что снижает выбросы сажи. Для дальних поездок автобусов выгоднее использовать водород.

В Китае крупнейший в мире рынок автобусов на топливных элементах (АТЭ) с использованием водорода. В 2020 году в Китае продано около 3600 автобусов на топливных элементах. В Европе к концу 2020 года в эксплуатации использовалось 115 АТЭ, так же 350 автобусов запланированы на 2021 год. Национальная дорожная карта Кореи включает 2000 АТЭ к 2022 году и 40000 – к 2040 году, при этом производитель автомобилей Hyundai будет лидером. В автобусной промышленности Японии, как и в Корее, АТЭ доминирует одна компания: Toyota. Автомобили Toyota Sora (для АТЭ) работают на двух модулях топливных элементов Mirai мощностью 114 кВт, интегрированных с никель-металлогидридной батареей. К 2030 году ожидается, что на дорогах Японии появится 1200 АТЭ [1].

АВТОМОБИЛЬ НА ВОДОРОДЕ

Модель автомобиля на водородных топливных элементах была разработана в университете «Житомирская политехника» [2]. Автомобиль тестировался, используя программу ADVISOR. Структурная схема автомобиля показана на рисунке 1.

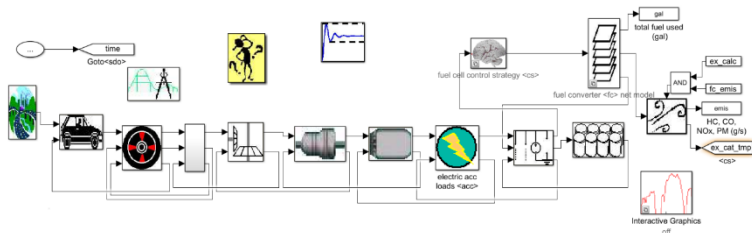


Рисунок 1 – Структурная схема автомобиля в ADVISOR

Для расчета энергоэффективности использования топливных элементов применялась методика [3]. В таблице 2 показана зависимость теплоты сгорания водорода от температуры.

Таблица 2 – Зависимость высшей (HHV), низшей (LHV) теплоты сгорания и энтальпии водорода [кДж / моль] от температуры (адаптировано из [3])

| t, °C | 0 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | 1000 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| LHV | 241.6 | 241.8 | 242.1 | 242.6 | 243.5 | 246.9 | 249.3 |
| HHV | 286.6 | 285.8 | 285.0 | 283.4 | 280.0 | 265.8 | 195.3 |
| Энтал. (g) | 229.7 | 228.6 | 227.5 | 225.2 | 220.4 | 210.3 | 177.5 |
| Энтал. (l) | 241.3 | 237.1 | 233.1 | 225.2 | 210.0 | 199.0 | 308.3 |

Около 60 % химической энергии топлива в транспортном средстве с водородным топливным элементом теряется на преобразование в электрическую энергию топливным элементом [4]. Результаты моделирования показывают возможность снижения расхода топлива. С помощью программы ADVISOR была рассчитана зависимость удельного расхода топлива от мощности батареи топливных элементов (рисунок 2). Диапазон от 10 до 40 кВт подходит для транспортного средства.

С помощью программы ADVISOR было протестировано семь циклов езды. Один ездовой цикл представлен на рисунке 3.

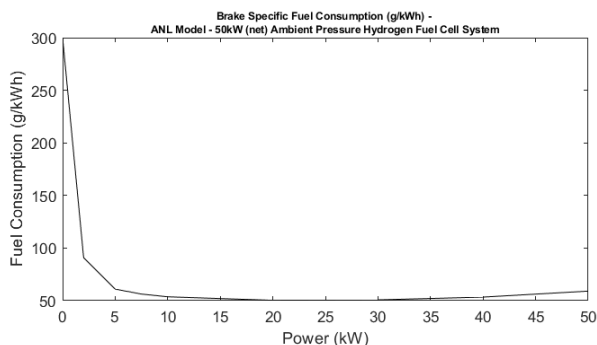


Рисунок 2 – Зависимость удельного расхода топлива, г/(кВт·час) от мощности

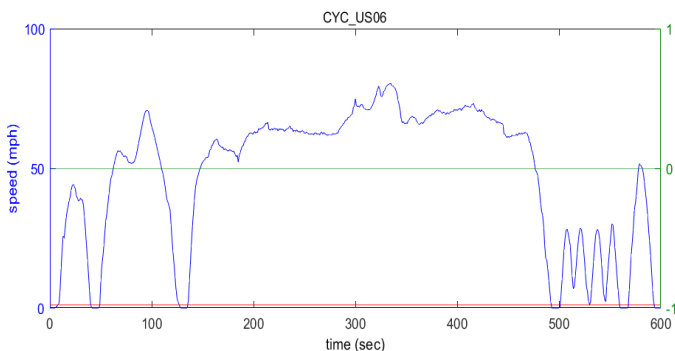


Рисунок 3 – График скорости для ездового цикла (CYC_US06) в зависимости от времени

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вследствии значительного снижения вредного воздействия на окружающую среду автомобили на водородных топливных элементах являются на сегодня наиболее перспективными на автомобильном транспорте.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Fuel Cell Industry Review – 2020. (www.FuelCellIndustryReview.com).
2. Kolodnytska R. Fuel cell vehicles in Ukrainian perspective / R. Kolodnytska, A. Kravchenko, A. Ilchenko, O. Vasylyev // International Conference on Sustainable Materials and Energy Technologies ICSMET 2019. 12–13 September 2019, Coventry UK, p. 30. (www.isest.org).
3. Kabza, A. Fuel Cell Formulary. 2016. (www.kabza.de).
4. Fletcher, T., Thring, R., 2016. Intional journal of hydrogen energy – 2016. № 41, pp. 21503–21515.

Представлено 20.05.2021