11.Wanmin Li, Haitong Xu, Xiaobin Liu, Yan Wang, Youdi Zhu, Xiaojun Lin, Zhixin Wang, Yugong Zhang, Regenerative braking control strategy for pure electric vehicles based on fuzzy neural network, Ain Shams Engineering Journal, 2023, 102430, ISSN 2090-4479, https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102430.

12.Barroso, D., Emadi, A., and Bruck, L., "Driver-in-the-Loop Drivability and Energy Efficiency Analysis of Regenerative Braking Strategies for Electric Vehicles," SAE Technical Paper 2023-01-0480, 2023, https://doi.org/10.4271/2023-01-0480.

13.Kumar, G. S., Ashish, P. S., Sireesha, P., & Gayatri, P. Design and fabrication of regenerative braking system (RBS): a review.

14.Rafael Rivelino da Silva Bravo, Artur Tozzi de Cantuaria Gama, Amir Antonio Martins Oliveira, Victor Juliano De Negri, Component sizing and sensitivity analysis of design parameters of a hydraulic-pneumatic regenerative braking system for heavy duty vehicles, Energy, Volume 264, 2023, 126021, ISSN 0360-5442, https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126021.

15.Abhinav Saxena, Amit Kumar Dash, Rahul Virmani, Prashant, Nitya Srivastava & Prateeksha Ranjan (2023) Design of LQR-based FLC for the Optimal Regenerative Braking Controlling of Solar PV-based Electric Vehicle System, IETE Journal of Research, DOI: 10.1080/03772063.2023.2171916

16.A. Chowdhury, M. M. R. Fahim, A. K. M. M. H. Sajib, S. H. F. Bhuyan and M. A. Rahman, "Development of Hybrid Charging Controller for Electric Vehicle with Regenerative Braking System," 2023 IEEE 8th International Conference for Convergence in Technology (I2CT), Lonavla, India, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/I2CT57861.2023.10126210 .

17.Pusztai Z, Kőrös P, Szauter F, Friedler F. Implementation of Optimized Regenerative Braking in Energy Efficient Driving Strategies. Energies. 2023; 16(6):2682. https://doi.org/10.3390/en16062682

18.Jia, Q., & Tang, P. (2023, May). Simulation of Electric Vehicle Regenerative Braking Control Strategy Based on Brake Intention Recognition. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2492, No. 1, p. 012018). IOP Publishing.

19.Mohammadi M, Fajri P, Sabzehgar R, Harirchi F. Autonomous Electric Vehicle Route Optimization Considering Regenerative Braking Dynamic Low-Speed Boundary. Algorithms. 2023; 16(6):262. https://doi.org/10.3390/a16060262

Моргунов Олександр Сергійович, магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет morgunov859@gmail.com

АЛГОРИТМ КОНВЕРТАЦІЯ АВТОМОБІЛЯ MITSUBISHI ASX 2010 В ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ

Сучасний світ стикається з серією серйозних екологічних проблем, включаючи забруднення повітря та вичерпання природних ресурсів. Один із ключових кроків у вирішенні цих проблем - перехід до екологічно чистого транспорту [1]. Однією з перспективних альтернатив є переобладнання автомобілів із ДВЗ на електромобілі [2, 3]. Метою цієї роботи є дослідження

можливості такої переробки на прикладі Mitsubishi ASX 2010 року, зі збереженням технічних характеристик та можливістю використання для перевезення вантажів на короткі відстані в умовах бездоріжжя.

Переобладнання автомобіля на електромобіль – це серйозний технічний проект, який вимагає ретельного планування та вивчення всіх аспектів. Вибір відповідного електродвигуна та батареї, а також модифікація систем керування та охолодження – це лише кілька аспектів, які слід враховувати. Крім того, важливо пам’ятати про правові обмеження та стандарти, які можуть відрізнятися в різних регіонах.

Технічні характеристики автомобіля Mitsubishi ASX 2010 надані в табл. 1 [4].

Таблиця 1 – Технічні характеристики автомобіля Mitsubishi ASX 2010

Параметр	Характеристика / призначення
Мотор	
Модель двигуна	Mitsubishi 4A92
Тип двигуна	Бензиновий
Кількість циліндрів	4
Робочий об'єм	1,6 літра
Потужність двигуна	115-120 кінських сил (к.с.)
Система керування	
Трансмісія	Механічна коробка передач або автоматична коробка передач (CVT
Система впорскування палива	Система безпосереднього вприскування пального (GDI)
Система запуску	Індивідуальна система запуску, яка включає стартер і акумулятор
Система охолодження	
Система охолодження двигуна	Включає водяний насос, радіатор і термостат для регулювання температури двигуна
Вентилятор охолоджувача	Вентилятор використовується для регулювання температури в радіаторі та охолодження рідини охолодження
Електрична система	
Акумулятор	12-вольтовий акумулятор для живлення електричних систем, включаючи запуск і освітлення
Генератор	Генератор заряджає акумулятор і забезпечує живлення всіх електричних пристроїв в автомобілі

Для забезпечення задовільного рівня продуктивності, обирають електродвигун потужністю від 80 к.с. і вище. Це залежить від ваги автомобіля і вимог до швидкості та прискорення.

Об'єм батареї визначається на основі бажаного запасу ходу, маси автомобіля, умов експлуатації, наявності зарядної інфраструктури тощо [5].

План конвертації автомобіля Mitsubishi ASX 2010 в електромобіль включає наступні кроки.

Крок 1. Визначення мети та розрахунки.

1.1. Визначення мети. На цьому етапі важливо чітко визначити цілі та очікування щодо переобладнання автомобіля.

1.2. Розрахунок потужності електродвигуна, яка забезпечить необхідну робочу продуктивність для автомобіля. Це залежить від типу електродвигуна, ваги автомобіля і вимог щодо швидкості та прискорення.

1.3. Розрахунок об'єму батареї, який забезпечить необхідний автономний.

1.4. Врахування інших факторів. Наприклад, вага автомобіля, конструкція, розташування компонентів і вимоги до дизайну та безпеки.

Крок 2. Вибір та Закупівля Компонентів.

2.1. Вибір і придбання високоефективного електродвигуна.

2.2. Підбір і закупівля літій-іонної батареї та побудова батарейного блоку.

Крок 3. Встановлення електродвигуна та батареї.

3.1. Видалення існуючого бензинового двигуна та коробки передач.

3.2. Встановлення електродвигуна на місце існуючого двигуна внутрішнього згоряння, забезпечення правильної фіксації та з'єднання з трансмісією.

3.3. Розміщення батарейного блоку на автомобілі, забезпечення безпечного розташування та ізоляції від механічних пошкоджень.

Крок 4. Модифікація Системи Керування

4.1. Проведення модифікацій системи керування для сумісності з електродвигуном, включаючи заміну або перепрограмування важливих компонентів, таких як ЕБУ та датчики.

4.2. Інтеграція системи регенеративного гальмування для оптимізації відновлення енергії при гальмуванні.

Крок 5. Підготовка Системи Охолодження.

5.1. Модифікація системи охолодження для електродвигуна та батареї, забезпечення оптимальної температури роботи.

5.2. Встановлення системи охолодження для батареї, яка включає радіатор та вентилятор для керування температурою батарейного блоку.

Крок 6. Електричні підключення та інтеграція.

6.1. Проведення електричних підключень між електродвигуном, батареєю та модифікованою системою керування, забезпечення правильної ізоляції та захисту від короткого замикання.

6.2. Перепрограмування системи керування для оптимального управління електродвигуном та моніторингу рівня заряду батареї.

Крок 7. Тестування та настройка.

7.1. Проведення тестування автомобіля для перевірки роботи електродвигуна, батареї та системи керування.

7.2. Коригування налаштувань для оптимальної продуктивності та ефективності електромобіля.

Крок 8. Структурні модифікації.

8.1. Проведення необхідних структурних модифікацій автомобіля для забезпечення належної вагової рівноваги та безпеки підтримки батарей та інших компонентів.

Крок 9. Зарядна інфраструктура.

9.1. Розгляд можливостей встановлення зарядної інфраструктури в домівці або на робочому місці для зручного заряджання електромобіля.

Крок 10. Правові та реєстраційні аспекти.

10.1. Дотримання правових вимог та реєстрація переобладнаного електромобіля відповідно до законодавства [6-8].

Висновки

Можливість переробки автомобілів із ДВЗ на електромобілі дозволяє значно зменшити викиди CO_2 та інших шкідливих речовин, сприяючи поліпшенню навколишнього середовища та зменшенню витрат на пальне. В роботі проведено дослідження можливості конвертації автомобіля Mitsubishi ASX 2010 в електромобіль, представлено відповідний план.

Література

1. Levine, J. (2019). Electric Vehicle Integration into Modern Power Networks. Springer.
2. Gao, X., & Hua, J. (2020). Energy management strategy of electric vehicle: A review. IEEE Access, 8, 21675-21690.
3. Miller, C., & Madi, H. (2020). Review of electric vehicle charger infrastructure: An overview of EV charging technology. IEEE Access, 8, 140486-140500.
4. Nijman, C., & Brown, J. S. (2018). Transitioning to electric vehicles in the USA: Insights from household vehicle ownership data. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 59, 346-358.
5. Farias, T. L., & Mansano, R. D. (2021). Electric vehicle battery life cycle assessment: A review. Journal of Cleaner Production, 276, 124080.
6. Hübner, J., & Koziel, S. (2019). Electric vehicle in urban area—environmental analysis. In Energies (Vol. 12, No. 10, p. 1887). MDPI.
7. Pisu, P., & Rizzoni, G. (2011). A technical and economic analysis of plug-in hybrid electric vehicle impact on commercial delivery vehicle fleet operations. In 2011 American Control Conference (ACC) (pp. 4286-4293). IEEE.
8. United Nations. (2015). The Paris Agreement. Retrieved from https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement.

Нечаус Андрій Олександрович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, nechaus@ukr.net, 067-777-0224

Рикун Володимир Георгійович, к.т.н., доцент, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Інститут цивільної авіації, rykun.vova1961@gmail.com, 050-3010197

Васильєв Владислав Юрійович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, vladislav899900@gmail.com, 093-905-9882

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОБРОБКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Сучасні автомобільні діагностичні комплекси на підставі аналізу роботи