

**Бегерський Д.Б., доцент кафедри автомобілів і  
транспортних технологій, к.т.н.  
Вітюк І.В., старший викладач кафедри автомобілів і  
транспортних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»**

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦЬЛЬНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ**

В даний час спостерігається стрімке збільшення кількості електромобілів. Це пов'язано з низкою проблем, насамперед екологічних, пов'язаних із використанням нафти, як сировини для палива двигунів внутрішнього згорання. Багато урядів, особливо країн Європи, накладають обмеження на використання певних видів палива або двигунів внутрішнього згорання загалом.

Велика оглядова стаття [1] містить дані про використання нафти в різних країнах. В ній вказано, що 49% світової нафти споживається в транспортному секторі. Проаналізовано показники забруднюючих викидів, а також процентний вміст їх складових частин. На прикладі США показано, що 68% усіх шкідливих викидів, пов'язаних з використанням нафти, 28% усіх шкідливих викидів, 34% викидів вуглекислого газу та 36-78% забруднення повітря в містах припадає на транспортний сектор. США та Китай демонструють часткові поточні обмеження на використання нафтового палива та обмеження на викиди шкідливих і забруднюючих речовин у транспортному секторі. Наведено приклади законодавчих актів, спрямованих на розвиток екологічно чистого транспорту та транспорту з використанням альтернативних джерел енергії.

На даний момент електромобілі та автомобілі на паливних елементах є єдиними «чистими» автомобілями, які не мають викидів вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин, пов'язаних з використанням двигунів внутрішнього згорання. Використання електромобілів замість автомобілів з двигунами внутрішнього згорання призведе до скорочення викидів вуглекислого газу на 20%, а при використанні відновлюваних джерел енергії – на 40%. Викиди, пов'язані з виробництвом електроенергії для електромобілів, становлять лише 2% для чадного газу, 76% для вуглекислого газу, 56% для оксидів азоту та 9% для викидів гідроксиду вуглецю порівняно з викидами від автомобілів з двигунами внутрішнього згорання.

Основним джерелом енергії для електромобілів є акумулятор. Основні проблеми, що обмежують роботу електромобілів, пов'язані саме з акумуляторами. І в першу чергу це проблеми безпеки акумулятора.

В цій самій статті [1] проведено короткий опис різних типів акумуляторів. Зроблено висновок, що основними показниками батарей повинні бути висока ємність, висока швидкість заряду і тривалий життєвий цикл. Остання вимога зумовлена високою вартістю акумуляторів, яка на даний момент є основною перешкодою для стрімкого зростання популярності електромобілів серед споживачів. Показано, що серед поточних типів акумуляторів, які можна використовувати на EV і HEV, найкраще відповідають вищезазначеним вимогам Li-ion акумулятори. Показано, що безпека акумуляторів є ключовим моментом для їх використання на електромобілях. Акцентується увага на тому, що внаслідок хімічних та електрохімічних реакцій, які відбуваються при зарядці/розрядці акумуляторів, виділяється значна кількість тепла, що може призвести до перегріву, пожежі, і навіть вибух акумуляторів. У зв'язку з цим зроблені висновки про необхідність високоефективних систем термоконтролю для таких батарей.

Представлені результати багатьох відомих досліджень, які показують, що температурний режим батареї істотно впливає на її експлуатаційні властивості, такі як ємність і час життєвого циклу. На підставі аналізу результатів досліджень зроблено висновок, що для забезпечення необхідного рівня безпеки батареї, забезпечення високої ємності та необхідної кількості робочих циклів робоча температура батареї повинна бути в діапазоні від 250С до 400С, а температурна різниця між окремими акумуляторними модулями не повинна перевищувати 5 градусів. Показано, що робоча температура батареї найбільше впливає на електрохімічну систему батареї.

У даній роботі сформульовано основні проблеми, пов'язані з температурним режимом батареї: 1) висока температура батареї під час її зарядки/розрядки призводить до зниження її продуктивності; 2) нерівномірний розподіл температури по поверхні батареї (елементів, між осередками всередині упаковки, між упаковками) призводить до можливості підвищення локальної температури батареї, що негативно впливає на час автономної роботи.

На основі цього сформульовано основні вимоги до систем теплового керування батареями. Такі системи повинні: 1) підтримувати оптимальну робочу температуру кожного елемента батареї і батареї в

цілому, відводячи надлишок тепла в теплом кліматі і нагріваючи батарею, якщо клімат холодний; 2) підтримувати однакову температуру на поверхні кожної батареї, так добре щоб забезпечувати мінімальну різницю температур між окремими осередками в кожному пакеті і між окремими пакетами в батареї; 3) такі системи мають бути компактними, легкими, надійними, недорогими та простими в обслуговуванні; 4) забезпечити вентиляцію батареї для видалення газів, що утворюються під час роботи батареї.

На підставі наведених матеріалів можна зробити висновки, щодо необхідності створення високоефективних систем терморегулювання акумуляторних батарей. Використання систем повітряного охолодження все ще залишається актуальним, незважаючи на нові та перспективні розробки. Багато наукових праць присвячені аналізу таких систем і питанням підвищення теплової ефективності батареї для електромобілів.

Використовуючи можливості програмного забезпечення ANSYS можна побудувати модель акумулятора. На основі розробленої моделі можливо дослідити вплив швидкості вхідного потоку охолоджуючого повітря на ефективність охолодження батареї та в подальшому дослідити вплив різних схем організації потоку охолоджуючого повітря на ефективність системи охолодження.

#### **Література.**

1. Rao, Z., Wang, S., 2011. A review of power battery thermal energy management. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 4554–4571. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.096>