

Бегерський Д.Б., доцент кафедри автомобілів  
і транспортних технологій, к.т.н., доцент  
Вітюк І.В., асистент кафедри  
автомобілів і транспортних технологій  
Церпицький А.В., здобувач групи ААГ-21м  
Державний університет «Житомирська політехніка»

## ПРОБЛЕМАТИКА ПІДБОРУ ВАРІАНТІВ РОЗМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ 18650 В БАТАРЕЙНИХ МОДУЛЯХ ЕЛЕКТРОАВТОМОБІЛІВ

Підбір правильної конфігурації розміщення елементів 18650 в батарейному модулі електроавтомобілів є важливим і складним завданням через кілька аспектів, пов'язаних з ефективністю, безпекою та оптимізацією простору. Елементи 18650, широко використовуються в електромобілях завдяки високій щільності енергії та стабільності, але вони потребують ретельного планування конфігурації для досягнення максимальної ефективності. Це питання має велике значення через різноманітні технічні виклики.

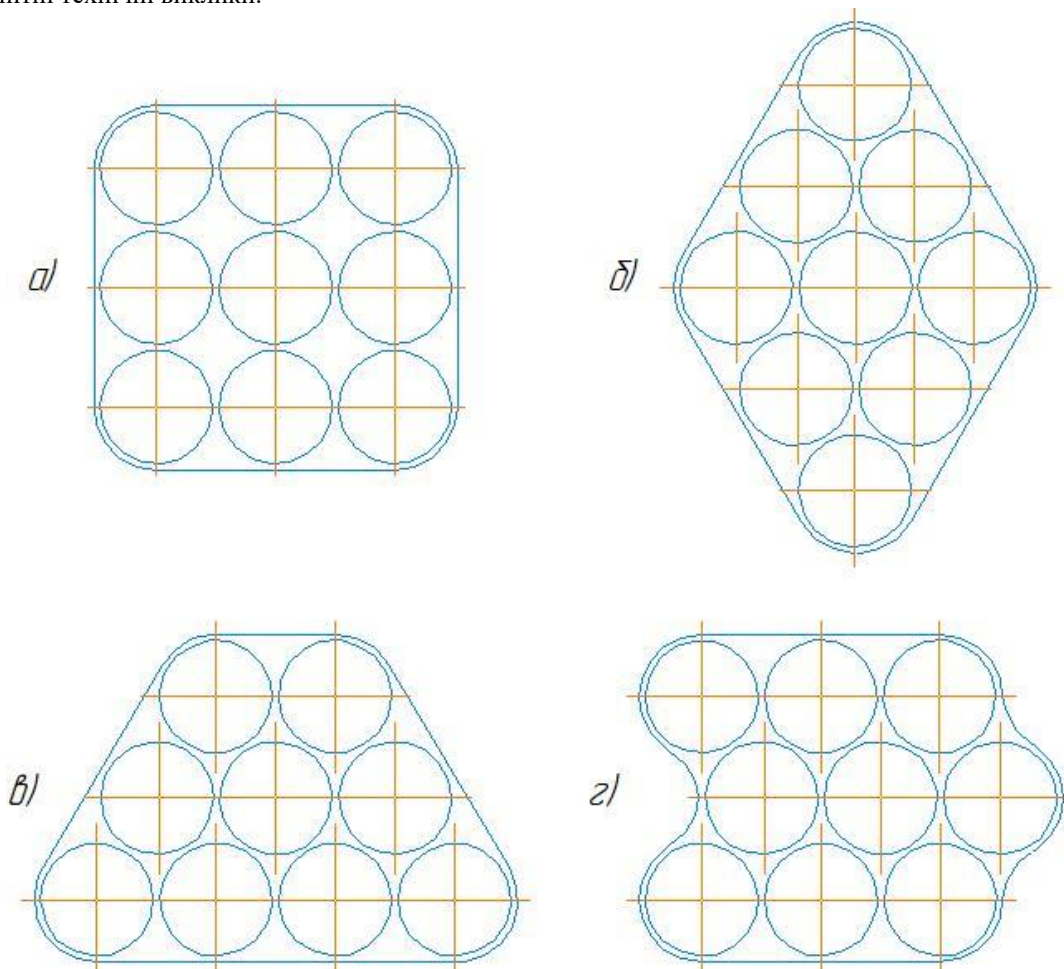


Рисунок 1. Варіанти розміщення елементів 18650:  
а) квадратне; б) ромбом; в) трикутне; г) квадратне зі зміщенням ряду

Одним з перших викликів є вибір між послідовним і паралельним з'єднанням. У послідовному з'єднанні збільшується напруга системи, що дозволяє акумулятору досягати вищої потужності. Однак при паралельному з'єднанні збільшується ємність, що впливає на тривалість роботи. В залежності від вимог автомобіля до енергії, необхідно знайти оптимальний баланс між напругою та ємністю.

Іншим важливим аспектом є питання просторового розміщення елементів 18650 у батарейному модулі. Ефективне використання простору є ключовим, оскільки це впливає на загальний розмір акумулятора та його вагу. Різні геометричні конфігурації - такі як лінійне, трикутне чи кругове

розміщення - дозволяють по-різному оптимізувати батареї, залежно від форми корпусу та розміру транспортного засобу.

Третій фактор - це питання охолодження батарей. Літій-іонні елементи, зокрема 18650, виділяють значну кількість тепла під час роботи. Погана терморегуляція може призвести до перегріву, що знижує продуктивність батарей та скорочує їх термін служби. Тому конструкція модулів має передбачати ефективну систему охолодження, яка також залежить від конфігурації елементів у модулі.

Безпека є ще однією критичною проблемою під час проектування конфігурації батарей. Якщо елементи батареї з'єднані або розміщені неналежним чином, це може призвести до короткого замикання, що підвищує ризик загоряння. Крім того, нерівномірне навантаження на окремі елементи може спричинити їх передчасний вихід з ладу.

Важливою складовою є також економічна ефективність. Оптимізація конфігурації батарей не тільки підвищує продуктивність, але й дозволяє зменшити вартість виробництва та обслуговування. Неправильний підбір конфігурації може вимагати більших витрат на охолодження або частішу заміну елементів, що підвищує загальні витрати на експлуатацію автомобіля.

У питаннях конфігурації батарей також варто враховувати вагові обмеження. Легкі й компактні модулі дозволяють знизити загальну масу автомобіля, що безпосередньо впливає на його енергоефективність та запас ходу. Тому підбір оптимальної форми розміщення елементів є вирішальним у процесі розробки.

Інтеграція системи керування батареями (BMS) є ще одним аспектом, який впливає на конфігурацію. Система BMS відповідає за контроль за зарядом і розрядом акумулятора, підтримання оптимальних температур і запобігання перенапрузі. У різних конфігураціях елементів 18650 може знадобитися різне розташування сенсорів і провідників.

Враховуюче все вище наведене, проаналізуємо варіанти розміщення дев'яти елементів 18650 в батарейному модулі за просторовим розміщенням рис. 1. Пропонується чотири варіанти розміщення: квадратне(рис. 1а), ромбом(рис. 1б), трикутне(рис. 1в) та квадратне зі зміщенням ряду(рис. 1г).

Головним критерієм, за яким будемо аналізувати варіанти розміщення елементів є площа, яку буде займати батарейний модуль. Розрахувавши площу, отримаємо наступні значення, які розставимо у порядку зростанням: квадратне – 988 мм<sup>2</sup>, трикутне – 765 мм<sup>2</sup>, ромбом – 750 мм<sup>2</sup>, квадратне зі зміщенням ряду – 675 мм<sup>2</sup>.

За щільністю розміщення елементів у модулі, а також зручністю об'єднання декількох модулів у велику батарею, серед проаналізованих варіантів, безумовно кращий це квадратне зі зміщенням ряду.

Обраний варіант розміщення дозволить максимально ефективно використовувати простір, що особливо важливо для електромобілів, де обмежений об'єм відведений для батарейного модуля. Оптимальне розміщення елементів сприяє поліпшенню контролю теплового режиму, що забезпечує стабільну роботу акумулятора та знижує ризики перегріву. І врешті-решт правильне розміщення елементів забезпечує рівномірний розподіл навантаження під час зарядки та розрядки. Це дозволяє акумулятору працювати більш збалансовано, продовжуючи його термін служби та збільшуючи кількість циклів до деградації.