

НАПРЯМКИ СТВОРЕННЯ УНІФІКОВАНИХ КАБІН ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ

ТзОВ "Науково-технічний центр "Автополіпром"

Анотація

Запропоновані напрямки створення максимально уніфікованих кабін капотного та вагонного типів базових моделей та модифікацій шасі електромобілів малої вантажопідйомності різного функціонального призначення. Проаналізовані переваги і недоліки кабін обох типів, окреслені напрямки їх застосування для створення модельних рядів електромобілів малої вантажопідйомності відповідного призначення.

Ключові слова: електромобіль малої вантажопідйомності, уніфікація кабін, кабіна капотного типу, кабіна вагонного типу, базове електромобільне шасі.

Abstract

The directions of creation of the most unified cabins of hood and car types of basic models and modifications of the chassis of electric cars of small loading capacity of various functional purpose are offered. The advantages and disadvantages of cabins of both types are analyzed, the directions of their application for creation of model series of electric cars of small loading capacity of the corresponding purpose are outlined.

Keywords: low-capacity electric car, unification of cabins, hood-type cab, car-type cab, basic electric car chassis.

Вступ

Електромобілі малої вантажопідйомності (МВ), повна конструктивна маса яких не перевищує 3500 кг (вантажні автомобілі категорії N1) виготовляються багатьма підприємствами в різних країнах світу і широко застосовуються в різних сферах. Огляд їх конструкцій показує, що багатьма фірмами виготовляються і пропонуються на ринках різних країн електромобілі МВ, обладнані кабінами двох типів – капотного або вагонного. Зрозуміло, що застосування кабін обох типів пов'язане з перевагами того чи іншого типу. Тому, проектування нових перспективних моделей електромобілів може здійснюватися за одним з двох наступних напрямків:

- створення типорозмірного ряду базових шасі з електричним тяговим приводом (ЕТПр) з кабіною одного типу для застосування у відповідних сферах;
- створення двох модельних рядів максимально-уніфікованих базових шасі з ЕТПр з максимально-уніфікованими кабінами кожного типу з метою охоплення усіх можливих сфер їх застосування.

Отже, більш перспективним являється другий напрямок за умови проектування максимально-уніфікованих кабін електромобілі МВ.

Результати дослідження

Аналіз конструкцій електромобілі МВ показує, що вони обладнані кабінами двох основних типів – або капотними або вагонними. Застосування кабіни капотного типу забезпечує електромобілям МВ ряд основних експлуатаційних переваг, серед яких:

- суттєво вища пасивна безпечність роботи водія та службової особи за рахунок підкапотного простору;
- зручніші умови входу-виходу з кабіни, що особливо важливе для електромобілів, функціональні призначення яких вимагають частого виходу з кабіни.

Основні експлуатаційні переваги електромобілів з кабінами капотного типу полягають у:

- більшій довжині кузова будь-якого призначення за однакової габаритної довжини електромобілів з кабінами різних типів;
- кращій маневреності за рахунок меншої колісної бази та, відповідно, меншого радіусу повороту;

Проте, обидва типи кабін мають кілька своїх різновидів, класифікація яких запропонована у роботі [1]. Їх аналіз показує, що основна відмінність кабін полягає у двох складових частинах кабін:

- у відділенні водія, у якому власне розміщені робоче місце водія з необхідними органами керування та сидіння службової особи;
- у наявності або відсутності капоту, розміщеного перед відділенням водія;
- у розміщенні керованого або керовано-тягового моста, колеса якого можуть знаходитись поза відділенням водія або частково під відділенням водія.

Отже, кабіни електромобілів МВ складаються з двох модулів – модуля відділення водія та або модуля капотного відсіку або модуля технічного відсіку (рис. 1).

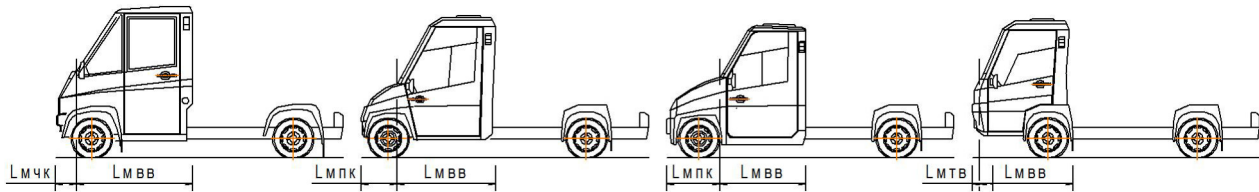


Рис. 1. Складові модулі кабін різних типів електромобілів малої вантажопідйомності:

Lmвв – модуль відділення водія; Lmчк, Lmпк, Lmтв – модуль, відповідно, чверть-, пів- та повно капотного відсіку;

Lmтв – модуль технічного відсіку

Концепція уніфікації кабін перспективних конкурентоспроможних МВ з метою застосування у будь-якій компоновальній схемі за взаємним розміщенням відносно передніх керованих або керовано-привідних мостів полягає у виконанні наступних вимог:

- кабіни електромобілів повинні складатися з кількох складових частин – модулів;
- кількість модулів повинна бути мінімально-можливою;
- модулі кабін за пропонованими трьома компоновальними схемами їх розміщення відносно передніх керованих або керовано-привідних мостів повинні бути максимально уніфікованими;
- кількість панелей зовнішнього облицювання уніфікованих кабін повинна бути мінімально можливою.

Основною складовою частиною модулів кабін проєктованих перспективних конкурентоспроможних електромобілів МВ являються максимально уніфіковані модулі відділення водія – Lmвв (рис. 2). До складу цих модулів входять робоче місце водія з органами керування, які приводяться в дію ногами і руками водія, сидіння водія та члена обслуговуючого персоналу, арматурний щиток зі щитком приладів тощо. Фактично, цей модуль являється внутрішньо відокремленим від інших складових модулів кабін електромобілів.

Найбільший вплив на ступінь уніфікації модулів відділення водія має розміщення арок коліс передніх керованих або керовано-тягових мостів.

Принцип уніфікації кабін проєктованих електромобілів МВ показаний на рис. 2.

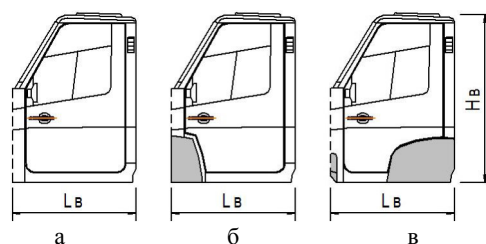


Рис. 2. Схема уніфікації модулів водія кабін електромобілів малої вантажопідйомності:

а – базовий модуль відділення водія кабіни капотного типу; б – уніфікований модуль відділення водія кабіни півкапотного типу; в – уніфікований модуль відділення водія кабіни вагонного типу

Оскільки найбільш трудомісткими на етапах проєктування та технологічної підготовки виробництва кабін електромобілів МВ являються панелі їх зовнішнього облицювання, оцінку ступені уніфікації кабін на етапі вибору можливих варіантів пропонується здійснювати на основі загальної кількості типорозмірів цих панелей. На нинішній час такі панелі виготовляються методами ручного або контактного формування, напилення або пресування з відповідних типів армуючих компонентів (склосітки, склополотна або склотканини) та поліефірної смоли і додаткових компонентів. У залежності від застосування того чи іншого технологічного процесу необхідні відповідне оснащення та обладнання. У дрібносерійному виробництві панелей зовнішнього облицювання кабін електромобілів МВ засто-

совуються, зазвичай, технологічний процес їх ручного формування. Цей процес потребує попереднього проектування та виготовлення формують матриць та/ або пуансонів на основі 3-D моделей панелей зовнішнього облицювання кабін, а тому являється доводі фінансово затратним. Окрім того, необхідне проектування та виготовлення відповідного стапельного оснащення (наприклад, стапельів основи kabіни, боковин, задньої частини, вітрового вікна, даху тощо) та стапеля для зварювання усіх складових частин каркасу kabіни.

Застосування принципів максимальної уніфікації для створення кабін різних типів при наявності у виробничій програмі електромобілів МВ різних модельних рядів за компоувальними схемами, забезпечує зменшення у кілька разів витрат часу та обсягів фіксування, необхідних на їх проектування та технологічну підготовку виробництва.

Перелік панелей зовнішнього облицювання модулів відділення водія кабін електромобілів МВ, відповідно рис. 2, наведений у табл. 1.

Таблиця 1 – Перелік панелей зовнішнього облицювання модулів відділення водія кабін електромобілів малої вантажопідйомності

Найменування формованих панелей	Характеристика уніфікації панелей зовнішнього облицювання та внутрішнього оздоблення модулів відділення водія кабін різних типів		
	капотного	півкапотного	вагонного
Панелі зовнішнього облицювання:			
- даху		+	+
- задньої частини		+	-
- нижньої частини боковин – лівої/ правої	базові	-/-	-/-
- стояків вітрового вікна – лівого/ правого		+ / +	+ / +
- дверей – лівих/ правих		- / -	- / -
Панелі внутрішнього оздоблення:			
- даху		+	+
- задньої частини		+	-
- стояків вітрового вікна – лівого/ правого	базові	+ / +	+ / +
- панелі приладів		+	+
- дверей – лівих/ правих		- / -	- / -

Умовні позначення: "+" – повна уніфікація; "-" – часткова уніфікація

Коефіцієнт уніфікації модулів відділення водія за формованими панелями зовнішнього облицювання та внутрішнього оздоблення кабін трьох типів електромобілів МВ – капотної (базової) та півкапотної і вагонної – з урахуванням величини степені уніфікації частково уніфікованих панелей пропонується визначати за виразом

$$k_{yn}^n = k_o (1 - k_o) \frac{\sum_{i=1}^{n_z} n_{z_i}^y + \sum_{j=1}^{n_g} n_{g_j}^y}{\sum_{i=1}^{n_z} n_{z_i} + \sum_{j=1}^{n_g} n_{g_j}}, \quad (1)$$

де k_o – коефіцієнт оціночний степені уніфікації частково уніфікованих формованих панелей;

$\sum_{i=1}^{n_z} n_{z_i}$ та $\sum_{j=1}^{n_g} n_{g_j}$ – загальна кількість типорозмірів формованих панелей модуля відділення водія kabіни

капотного типу, відповідно, зовнішнього облицювання та внутрішнього оздоблення, од.; $\sum_{i=1}^{n_z} n_{z_i}^y$ та

$\sum_{j=1}^{n_g} n_{g_j}^y$ – кількість повністю уніфікованих типорозмірів формованих панелей, відповідно, зовнішнього

облицювання та внутрішнього оздоблення модулів відділення водія кабін півкапотного та вагонного типів, од.

Оціночний коефіцієнт степені уніфікації частково уніфікованих формованих панелей модуля відділення водія пропонується визначати за виразом

$$k_o = \frac{S_i}{S_i^y}, \quad (2)$$

де S_i – площа найбільшої проекції формованої панелі, м²; S_i^y – площа найбільшої проекції частково уніфікованої формованої панелі, м².

Для попереднього вибору варіанту уніфікації формованих панелей за розрахунковим коефіцієнтом уніфікації формованих панелей оціночний коефіцієнт рекомендується приймати у межах $k_o = 0,5...<1,0$.

Розрахункові коефіцієнти модулів відділення водія за формованими панелями зовнішнього облицювання та внутрішнього оздоблення кабін різних типів по відношенню до базового модуля кабіни капотного типу при визначених величинах оціночного коефіцієнта $k_o = 0,87$ та $k_o = 0,67$ становлять для кабін півкапотного і вагонного типів, відповідно, 0,95 (95 %) та 0,82 (82 %).

Отже, якщо прийняти необхідний час і обсяги фінансування на проектування, технологічну підготовку виробництва та виготовлення цих панелей для кабіни капотного типу за Т/Ф, то для комплексу цих робіт на три різні кабіни необхідні обсяги становлять 3 Т/Ф, а на три уніфіковані кабіни лише 1,23...1,3 (Т/Ф). Тобто, економічний ефект від застосування концепції створення максимально-уніфікованих кабін трьох типів – капотної, чвертькапотної та вагонної сягатиме понад 230 %. А з урахуванням інших уніфікованих деталей та технологічного оснащення буде ще більшим, адже тільки з урахуванням повністю однакових типорозмірів скла вікон кабін усіх типів (табл. 2) коефіцієнти їх уніфікації становлять уже 0,96 (96 %) та 0,87 (87 %).

Таблиця 2 – Перелік скла вікон модулів відділення водія кабін електромобілів малої вантажопідйомності

Тип кабіни	Найменування скла вікон кабіни				
	вітрового вікна	дверей (верхнє і два нижніх – кватирка)			задньої стінки
чвертькапотна	+	+	+	+	+
півкапотна	+	+	+	+	+
вагонна	+	+	+	+	+

При проектуванні модулів відділення водія кабін різних типів визначальним являється модуль відділення водія кабіни півкапотного типу, власне, його висота, визначена компонуванням робочого місця водія. У свою чергу, робоче місце водія цього модуля визначається робочою позою водія та типорозміром коліс керованого або керовано-тягового моста, від яких залежать розміри арок коліс. При цьому, зі зменшенням відстані від стінки задньої частини кабіни до осі керованих коліс збільшується внутрішня висота модуля відділення водія через більш високу посадку водія. Хоча внутрішня висота відділення водія кабіни капотного типу може бути меншою, та економічна доцільність уніфікації цих модулів являється визначальною. Варіанти електромобілів МВ, обладнані кабінами з різними модулями відділення водія наведені на рис. 3.

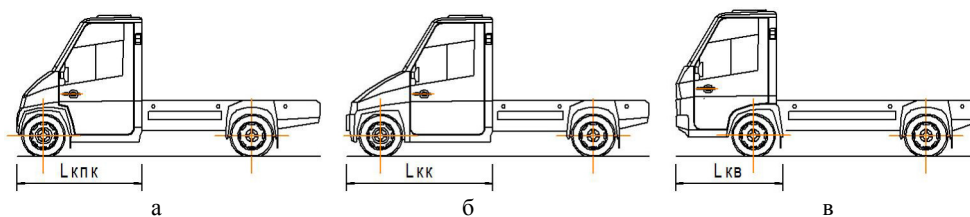


Рис. 3 Електромобілі малої вантажопідйомності:

а – з кабіною півкапотного типу; б – з кабіною капотного типу; в – з кабіною вагонного типу

Інший варіант уніфікації модулів відділення водія кабін вагонного типу, але з різним розміщенням переднього керованого або керовано-тягового моста – у передній або у задній частинах кабіни, наведений на рис. 4.

Розрахунковий коефіцієнт уніфікації модулів відділення водія кабін вагонного типу з переднім або заднім розміщенням керованого моста за формованими панелями зовнішнього облицювання та внутрішнього оздоблення кабін становить 0,87 (87 %). А з урахуванням повністю уніфікованого скла вікон кабін (3 од.) та не уніфікованого скла вітрового вікна – 0,93 (93 %).

Пропонована концепція максимальної уніфікації кабін електромобілів малої вантажопідйомності придатна для застосування і у випадку з однаковими модулями відділення водія, внутрішня висота яких визначена за модулем для капотної kabіни. Відмінність полягатиме лише у тому, що для кабін чвертькапотного та півкапотного типів під модулями необхідно передбачити зовнішні сходи.

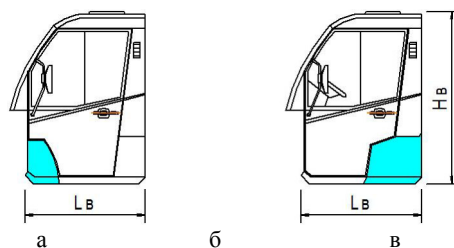


Рис. 5 Схема уніфікації модулів відділення водія кабін вагонного типу з розміщенням керованого моста: а – у передній частині kabіни; б – у задній частині kabіни

Варіанти електромобілів МВ, обладнані kabінами з різними модулями відділення водія (рис. 4) наведені на рис. 5.

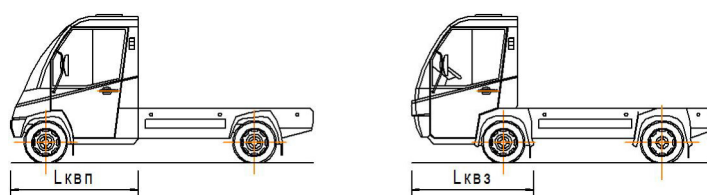


Рис. 5 Електромобілі малої вантажопідйомності з kabінами вагонного типу та розміщенням керованого моста: а – у передній частині kabіни; б – у задній частині kabіни

Звісно, варіанти уніфікації кабін електромобілів можуть й іншими, тобто, бути будь-якими, але за важливої умови – коефіцієнт уніфікації за формованими панелями повинен бути якомога більшим.

Висновки

Запропоновані напрямки проектування кабін різних типів базових шасі електромобілів МВ, призначених для різноманітного функціонального застосування, на основі відповідних визначальних вимог (наприклад, довжина кузова, мінімальний радіус розвороту тощо) забезпечують:

1. Високий рівень уніфікації модулів відділення водія кабін чвертькапотного, півкапотного, повнокапотного та вагонного типів, зокрема, з розміщенням керованого моста як у передній так і у задній частині kabіни.

2. Зменшення тривалості робіт та необхідних обсягів фінансування на проектування, виготовлення дослідних зразків та сертифікацію базових шасі електромобілів МВ за різними компоновальними схемами у 2-3 рази.

3. Зменшення тривалості робіт та необхідних обсягів фінансування на проектування та виготовлення необхідного технологічного оснащення у 1,5...2 рази у залежності від кількості типів кабін.

4. Формування модельних та типорозмірних рядів базових шасі, оптимізованих для створення електромобілів різного функціонального призначення для багатьох сфер використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Войтків С. В. Типи і класифікація кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 14-15 квітня 2020 року: зб. наук. праць. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 75-83.

Войтків Станіслав Володимирович – канд. техн. наук, Заслужений машинобудівник України, генеральний конструктор, ТЗОВ "Науково-технічний центр "Автополіпром", м. Львів, e-mail: voytkivsv@ukr.net.

Voytkiv Stanislav V. – Cand. Sc. (Eng), The deserved machine engineer of Ukraine, general designer "Scientific and technical center "Autopoliprom", e-mail: voytkivsv@ukr.net.