

УДК 629.113  
UDC 629.113

## ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ КОЛІСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ У ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ

*Гришук О.К.*, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна  
*Кравчук П.М.*, кандидат технічних наук, ДП "ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ", Київ, Україна  
*Оверченко Ю.М.*, ДП "ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ", Київ, Україна

### WITH REFERENCE TO THE REEQUIPMENT OF WHEELED VEHICLE INTO E-VEHICLE

*Gryshchuk O.K.*, Candidate of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine  
*Kravchuk P.M.*, Candidate of Science, SE «STATE ROAD TRANSPORT RESEARCH INSTITUTE», Kyiv, Ukraine  
*Overchenko Y.M.*, SE «STATE ROAD TRANSPORT RESEARCH INSTITUTE», Kyiv, Ukraine

## О ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕОБОРУДОВАНИЯ КОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ

*Гришук О.К.*, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина  
*Кравчук П.М.*, кандидат технических наук, ГП "ГОСАВТОТРАНСНИИПРОЭКТ", Киев, Украина  
*Оверченко Ю.М.*, ГП "ГОСАВТОТРАНСНИИПРОЭКТ", Киев, Украина

### **Постановка проблеми.**

На сьогоднішній день все гостріше постає питання використання електромобілів (ЕМ) в Україні. Провідні автовиробники вже випускають серійні ЕМ, але їх вартість для пересічного українського споживача є практично недосяжною.

Найголовнішим фактором, який робить ЕМ більш вигідним вже нині, є екологічна безпечність, що має місце завдяки практично відсутності шкідливих викидів до зовнішнього середовища у місцях використання [1, 2].

В країнах, які стимулюють напрямок розвитку ЕМ, ухвалюються державні загальнонаціональні програми з підтримки розвитку електротранспорту. Надаються пільги підприємствам з виробництва ЕМ і їх власникам. Власники ЕМ можуть бути як приватні особи, так і підприємства спеціалізованого призначення для окремих виробництв.

Як стати власником ЕМ колісного транспортного засобу (КТЗ) категорії  $M_1$  та  $N_1$  в Україні? Купувати у іноземного виробника за ціну, яка перевищує майже удвічі вартість такого ж автомобіля з бензиновим або дизельним двигуном? Чи можливо є інші варіанти, більш бюджетні та доступні?

Одним із таких варіантів, який практикується в Україні, є переобладнання КТЗ шляхом заміни бензинового або дизельного двигуна на електричний, який приводиться в дію від енергії, що запасена в акумуляторних батареях (АКБ).

**Метою** роботи є розгляд основних розповсюджених схем переобладнання КТЗ на ЕМ та вимоги, яких потрібно дотримуватись для безпечного використання та експлуатації даного КТЗ.

**Об'єктом** дослідження є КТЗ категорії  $M_1$ ,  $N_1$ , який переобладнаний у ЕМ.

### **Основна частина**

Для переобладнання звичайного КТЗ шляхом заміни штатного двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) на електричний двигун (ЕД) потрібно, визначитися з КТЗ, що переобладнується. Тобто, від технічних характеристик КТЗ залежить багато факторів, які можуть впливати на подальшу роботу та експлуатацію ЕМ.

Враховуючи такий важливий фактор, як шлях пробігу КТЗ, що залежить від збереженої в АКБ енергії та характеристик ЕД, що переобладнується, бажано використовувати КТЗ з невеликою споря-

дженою масою, тоді необхідна енергія, що витрачається для руху, буде значно меншою і відстань пробігу КТЗ буде більшою.

На сьогоднішній день, для переобладнання використовують КТЗ категорії М1, N1 з малим об'ємом двигуна та з невеликою спорядженою масою, наприклад, як ЗАЗ сімейства "Таврія" тощо. На цих КТЗ встановлюються ДВЗ з механічною коробкою переми передач (КПП).

Для КТЗ, який переобладнується, штатний ДВЗ та його системи: охолодження, подачі палива, випуску відпрацьованих газів демонтуються.

Для подальшого переобладнання КТЗ необхідно визначитись з ЕД та його потужністю.

Для ЕМ застосовуються декілька типів ЕД: асинхронні двигуни перемінного струму, синхронні двигуни перемінного струму, колекторні двигуни постійного струму та сучасні типи двигунів перемінного струму з вентильним керуванням та ін. [4, 5]

Розрізняють наступні сучасні види ЕД (рис. 1).

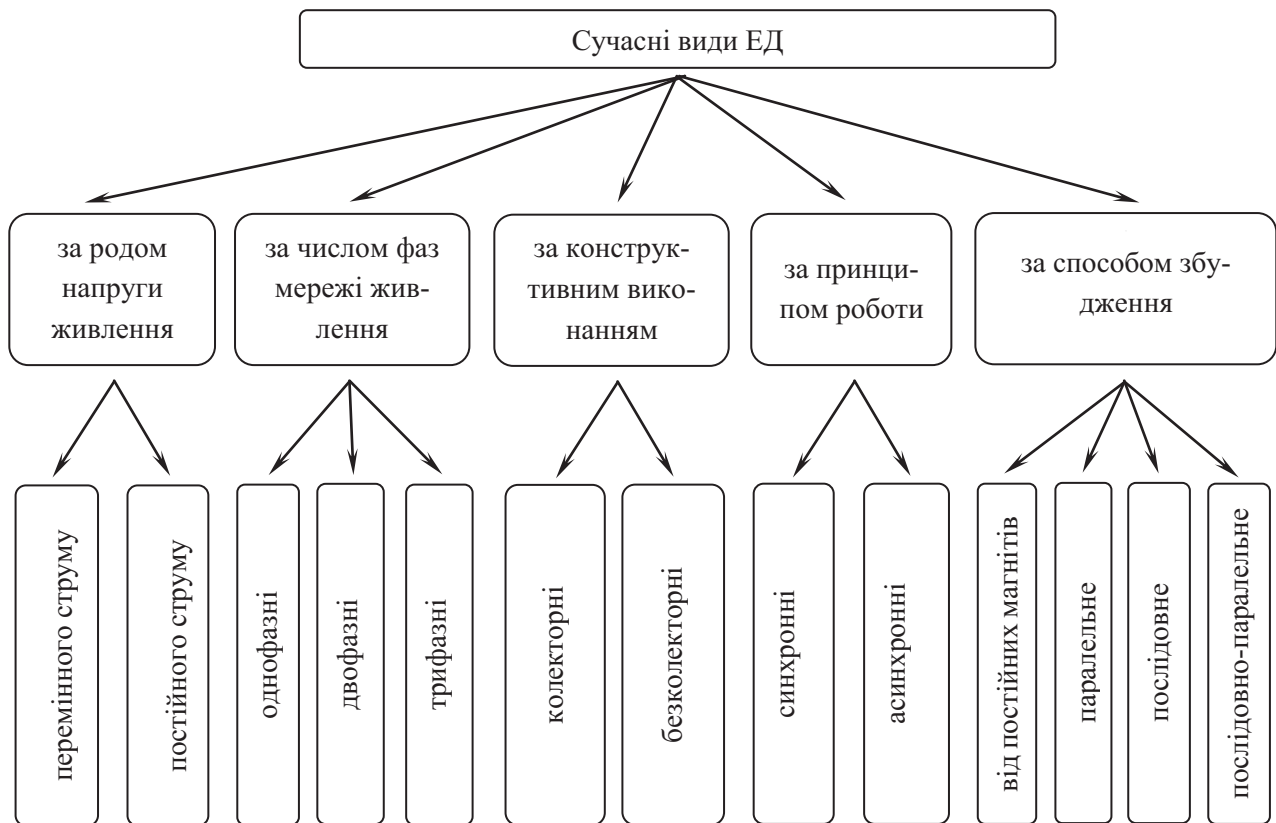


Рисунок 1 – Структурна схема електричних двигунів

Найбільше розповсюдження для ЕМ в Україні отримали двигуни постійного струму з послідовним збудженням, але також, застосовуються двигуни постійного струму з паралельним збудженням, які дозволяють реалізувати режим рекуперації енергії при гальмуванні, тобто повернення енергії гальмування у тягову батарею.

На сьогоднішній день розробляються ЕД з вентильним керуванням. Вони характеризуються потужним електронним пристроєм керування на основі мікропроцесорних систем. Перспективою використання ЕМ з таким ЕД є компактність та висока питома потужність на одиницю ваги, але їх застосування стримує велика вартість.

Також, при виборі ЕД, за характеристиками ваги, крутного моменту та частоти обертання валу потрібно намагатись не перевищити характеристик штатного ДВЗ, який застосовувався на КТЗ.

Для визначення потужності ЕД, що необхідна для руху КТЗ, існує залежність [3]:

$$N = g \cdot F_{mp} \cdot M_a \cdot V_{max} + C_x \cdot S \cdot V^2 + g \cdot m \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

де:  $g$  – прискорення сили тяжіння;

$F_{mp}$  – тертя кочення по асфальту;

$M_a$  – повна маса КТЗ;

$V_{max}$  – максимальна швидкість руху КТЗ;

$C_x$  – коефіцієнт аеродинамічного опору;

$S$  – лобова площа кузова;

$\alpha$  – кут поздовжнього нахилу площини дороги до горизонту.

Виходячи із рівняння (1), потужність двигуна, яка необхідна для руху КТЗ залежить від швидкості руху, вагових та габаритних характеристик КТЗ. Але при розрахунку також необхідно враховувати вихідний коефіцієнт корисної дії (ККД) вузлів ЕМ (двигун, редуктор головної передачі, контролер з втратами на проводах та контакторах тощо).

Для переобладнання КТЗ необхідно визначити місце розташування ЕД в трансмісії ЕМ. Для цього може бути розглянуто декілька варіантів, наприклад, ЕД підключається безпосередньо до ведучого колеса; ЕД підключається до осьового диференціалу ведучого моста; ЕД підключається до первинного валу КПП. [4]

Кожен із варіантів розташування ЕД в трансмісії ЕМ має свої недоліки та переваги.

Варіант, коли ЕД підключається до первинного валу КПП при переобладнанні КТЗ, використовується найчастіше.

Враховуючи зазначене, цей варіант розглянемо детальніше.

ЕД з'єднується через план-шайбу (перехідну плиту) зі штатною КПП КТЗ із збереженням орієнтації та співвісності валів. Використання КПП дає змогу ефективніше керувати автомобілем при різних режимах руху. Зчеплення можна і не застосовувати. Для керування роботою ЕД повинен бути встановлено відповідний регулятор напруги та командоконтролер керування регулятором (електронна педаль).

У підкапотному або(та) у багажному відсіках ЕМ необхідно обладнати місця для встановлення та закріплення тягових АКБ (блоків батарей). Означені відсіки повинні мати систему вентиляції для забезпечення відведення назовні газів (за наявності – в залежності від типу АКБ, що застосовуються), що можуть виділятися час заряджання АКБ.

Розмаїття та характеристики АКБ дають змогу власнику самому вирішувати, які саме використовувати АКБ (табл. 1), але необхідно пам'ятати, що від кількості застосованих АКБ будуть зростати і навантаження на осі ЕМ, а їх перевищувати не допустимо. Але також необхідно враховувати стійкість АКБ до перезаряджання та максимального розряду – від цих показників залежить їх термін використання [4].

Таблиця 1 - Найпоширеніші види джерел (характеристики АКБ)

Джерело струму	Енергетична потужність Вт·год/кг	Термін служби (циклів зарядки-розрядки)
Свинцево-кислотні акумулятори	30	300
Нікель-кадмієві акумулятори	40-60	1500
Нікель-металогідридні акумулятори	75	500
Іонно-літійові акумулятори	100	500
Полімерно-літійові акумулятори	175	150
Літій-фосфатні акумулятори	65	2000
Нікель-марганцеві акумулятори	60-120	500
Нікель-хлоридні акумулятори	85	Більше 1000
Суперконденсатори	10	Необмежено
Цинк-повітряні паливні батареї	220	Необмежено

Електромережа ЕД повинна бути захищена встановленням електромагнітного контактора, розрахованого на відповідну силу струму, який має запобігати несанкціонованому керуванню регулятором напруги.

ЕМ обов'язково повинен бути обладнаний контрольною системою (індикатором) появи електричного потенціалу на корпусі.

Датчики режимів роботи двигуна та тягових АКБ необхідно сумістити з показчиками на панелі приладів ЕМ.

Для поновлення енергії АКБ повинен застосовуватись зарядний пристрій, розрахований на відповідні до характеристик та сумарної кількості АКБ силу струму та напругу.

На сьогоднішній день в багатьох КТЗ, які переобладнуються в ЕМ, в гальмівній системі повинен бути застосований промислового виробництва вакуумний насос з електричним проводом, який розрахований на живлення від бортової електромережі КТЗ та за характеристиками й продуктивністю відповідає штатному вакуумному насосу автомобіля, що застосовувався виробником до переобладнання КТЗ. Принципова схема, схема з'єднань, а також складники гідравлічного приводу гальмівних механізмів (окрім вакуумного насоса) переобладнаного автомобіля повинні відповідати штатній (заводській) конструкції автомобіля до переобладнання і виконані двоконтурною системою згідно з Правилами ЕЭК ООН 13-10. [6]

Повна маса переобладнаного КТЗ на ЕМ, а також навантаження на осі при повній масі, не повинні перевищувати показників, зазначених заводом-виробником. Враховуючи цей фактор, гальмівна система ЕМ та рульове керування за конструкцією і характеристиками повинні залишатись без змін і відповідати вимогам виробника КТЗ.

**Висновки.** Розглянуто оптимальний варіант для мінімізації затрат на виготовлення ЕМ при переобладнанні КТЗ. Розглянуто типи та характеристики АКБ для ЕМ, які більш придатні для внутрішньо міського використання.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАННЯ

1. Щетина В.А., Морговский Ю.Я., Богомазов В.А. Электромобиль : Техника и экономика; Под общ. ред. Щетинина В.А. – Л.: Машиностроение, 1987. – 253 с.
2. Коваленко О.Л. Электронные системы автомобилей: учебное пособие / О.Л. Коваленко // Архангельск.: ИПЦ САФУ, 2013. – С. 80.
3. Ставров О.А. Перспективы создания эффективного электромобиля. - М.: Наука, 1984 – С. 87.
4. Соснин Д.А., Яковлев В.Ф. Новейшие автомобильные электронные системы. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005 – С. 240.
5. Лихачёв В.Л. Электродвигатели асинхронные М.: Солон –Р, 2002. – 180 с.
6. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей в отношении торможения: Правила ЕЭК ООН № 13-Н (с изменениями и дополнениями) . Издательства ООН, 1995.

#### REFERENCES

1. Shchetina V.A., Morgovskii I.U.I.A., Bogomazov V.A. E-vehicle: Technique and Economy. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1987. 253 p. (Rus)
2. Kovalenko O.L. Electronic systems of vehicles: a tutorial. Arkhangelsk, CPI NArFU, 2013. P. 80. (Rus)
3. Stavrov O.A. Prospects for an efficient electric vehicle. Moscow, Science Publ., 1984. P. 87. (Rus)
4. Sosnin D.A., Iakovlev V.F. Latest automotive electronic systems. Moscow, Solon-Press Publ., 2005. P. 240. (Rus)
5. Likhachev V.L. Asynchronous electric motors. Moscow, Solon-P Publ., 2002. 180 p. (Rus)
6. Uniform provisions the official concerning the approval of passenger cars with regard to braking: Rules UNECE No.13-H (with changes and additions). UN Publ., 1995. (Rus)

#### РЕФЕРАТ

Гришук О.К. Щодо можливості переобладнання колісного транспортного засобу у електромобіль / О.К. Гришук, П.М. Кравчук, Ю.М. Оверченко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2017. – Вип. 1 (37).

У статті описано основні конструктивні схеми електромобілів для переобладнання та їх доцільність використання.

Об'єкт дослідження – є автомобіль категорії  $M_1$ , який переобладнаний у ЕМ.

Мета роботи – є розгляд основних розповсюджених схем переобладнання КТЗ на ЕМ.

На сьогоднішній день все гостріше постає питання використання електромобілів (ЕМ) в Україні. Провідні автовиробники вже випускають серійні ЕМ, але їх кошторис для пересічного українського споживача є практично недосяжною.

Тоді, виходячи із практики встановлення ЕД на автомобілі, який практикується в Україні, є переобладнання КТЗ, шляхом заміни бензинового або дизельного двигуна на електричний, який приводиться в дію від енергії, що запасена в акумуляторних батареях (АКБ).

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЕЛЕКТРИЧНИЙ ДВИГУН, ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ, ЕКОЛОГІЯ, ПЕРЕОБЛАДНАННЯ, СХЕМА ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ.

#### ABSTRACT

Gryschuk O.K., Kravchuk P.M., Overchenko Y.M. With reference to the reequipment of wheeled vehicle into e-vehicle. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2017. – Issue 1 (37).

The article is about main design charts of e-vehicle for the reequipment and their usage relevance.

Object of research is an automobile of category  $M_1$ , which was reequiped into e-vehicle.

Aim of article is viewing of main overspread charts of reequipment of wheeled vehicle into e-vehicle.

Nowadays there is a question about the usage of e-vehicle in Ukraine. Leading automobile manufacturers produce stock e-vehicles, but their estimate is reachless thing for common Ukrainian consumers.

As a result of setup of electric engine on automobile, which is used in Ukraine, is the reequipment of wheeled vehicle with the replacement petrol or diesel engine into electric which works because of accumulatory battery energy.

**KEYWORDS:** ELECTRIC ENGINE, E-VEHICLE, ECOLOGY, REEQUIPMENT, CHART OF E-VEHICLE.

#### РЕФЕРАТ

Гришук А.К. О возможности переоборудования колесного транспортного средства в электромобиль / А.К. Гришук, П.Н. Кравчук, Ю.Н. Оверченко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2017. – Вып. 1 (37).

В статье описаны основные конструктивные схемы электромобилей при переоборудования и их целесообразность использования.

Объект исследования – есть колесное транспортное средство категории  $M_1, N_1$  которые переоборудованные в электромобиль.

Цель работы – В статье рассмотрены основные распространенные схемы переоборудования автомобиля на электромобиль.

На сегодняшний день более остро стоит вопрос использования электромобилей в Украине. Ведущие автопроизводители уже выпускают серийные электромобили, но их стоимость для рядового украинского потребителя остается практически недостижимой.

Главным фактором, который делает электромобиль более выгодным уже сейчас, является экологическая безопасность и, практически, отсутствие вредных выбросов во внешнюю среду в местах использования.

Как стать владельцем переоборудованного колесного транспортного средства категории  $M_1, N_1$  в электромобиль в Украине? Покупать у иностранного производителя по цене, превышающей почти вдвое стоимость такого же автомобиля с бензиновым или дизельным двигателем? Возможно есть другие варианты, более бюджетные и доступные?

Одним из таких вариантов, который практикуется в Украине, является переоборудование автомобиля(ей) путем замены бензинового или дизельного двигателя на электрический, который приводится в действие от энергии, запасенная в акумуляторных батареях.



КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ, ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ, ЭКОЛОГИЯ, ПЕРЕОБОРУДЫВАНИЕ, СХЕМА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ.

**АВТОРИ:**

Гришук Олександр Казимирович, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, проректор з навчальної роботи, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, кім. 328.

Кравчук Павло Миколайович, ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ», науковий співробітник лабораторії випробувань та діагностики дорожніх транспортних засобів, e-mail: pkravchuk@insat.org.ua, тел. (044) 201-08-19, Україна, 03113, м. Київ, пр. Перемоги, 57, кім. 204.

Оверченко Юрій Миколайович, ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ», провідний інженер відділу конструкторський розробок та науково-технічних експертиз, e-mail: yoverchenko@insat.org.ua, тел. (044) 456-34-04, Україна, 03113, м. Київ, пр. Перемоги, 57, кім. 805.

**AUTHORS:**

Gryshchuk O.K., candidate of technical science, professor, National Transport University, prorektor of education work, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 326.

Kravchuk P.N., SE «STATE ROAD TRANSPORT RESEARCH INSTITUTE», candidate of science, research associate road vehicles test laboratory, e-mail: pkravchuk@insat.org.ua, tel. (044) 201-08-19, Ukraine, 03113, Kyiv, Pobedy av., 57, of. 204.

Overchenko Y.M., SE «STATE ROAD TRANSPORT RESEARCH INSTITUTE», lead engineer Vehicle Construction and Conversion Department, e-mail: yoverchenko@insat.org.ua, Ukraine, 03113, Kyiv, Pobedy av., 57, of. 805.

**АВТОРЫ:**

Гришук Александр Казимирович, кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, проректор по учебной работе, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, ком. 328.

Кравчук Павел Николаевич, ГП «ГОСАВТОТРАНСНИИПРОЭКТ», кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории испытаний и диагностики дорожных транспортных средств, email: pkravchuk@insat.org.ua, тел. (044) 201-08-19, Украина, 03113, г. Киев, пр. Победы, 57, ком. 204.

Оверченко Юрий Николаевич, ГП «ГОСАВТОТРАНСНИИПРОЭКТ», ведущий инженер отдела конструкторских разработок та научно-технических экспертиз, e-mail: yoverchenko@insat.org.ua, тел. (044) 456-34-04, Украина, 03113, г. Киев, пр. Победы, 57, ком. 805.

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, Україна

Рудзінський В.В. доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів і механіки технічних систем, Житомирський державний технологічний університет, Україна

**REVIEWERS:**

Sahno V. P., Doctor of technical Sciences, Professor, Head of Department cars, National Transport University, Ukraine

Rudzinsky V.V., Doctor of technical Sciences, Professor, Head of Department car mechanics and engineering systems, Zhytomyr State Technological University, Ukraine