

УДК 629.341

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЕЛЕКТРОЦИКЛА НА БАЗІ МОТОЦИКЛА AJS REGAL-RAPTOR EOS 350

А.В. Шеремет, викладач,

Автотранспортний коледж ДВНЗ «Криворізький національний університет»

***Анотація.** В роботі розроблений один з варіантів вирішення проблеми підвищення економічності і екологічної безпеки шляхом переобладнання базового мотоцикла з ДВЗ в електроцикл. Проведені дослідження тягово-швидкісних характеристик конверсійного електроцикла, проведений аналіз та обґрунтований вибір елементів системи тягового електроприводу, розроблений варіант схеми розміщення її основних елементів.*

***Ключові слова:** електроцикл, електропривод, інвертор, тяговий акумулятор, електродвигун, мотор-колесо.*

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОЦИКЛА НА БАЗЕ МОТОЦИКЛА AJS REGAL-RAPTOR EOS 350

А.В. Шеремет, преподаватель,

Автотранспортный колледж ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

***Аннотация.** В работе разработан один из вариантов решения проблемы повышения экономичности и экологической безопасности путем переоборудования базового мотоцикла с ДВС в электроцикл. Проведены исследования тягово-скоростных характеристик конверсионного электроцикла, проведен анализ и обоснован выбор элементов системы тягового электропривода, разработан вариант схемы размещения ее основных элементов.*

***Ключевые слова:** электроцикл, электропривод, инвертор, тяговый аккумулятор, электродвигатель, мотор-колесо.*

THE DESIGN OF THE POWER PLANT ELECTRIC MOTORCYCLE ON THE BASIS OF MOTORCYCLE AJS REGAL-RAPTOR EOS 350

A. Sheremet, lecturer

Autotransport College GHEI “Kryvyi Rih national University”

***Annotation.** In this paper we developed one of the solutions to the problem of increasing the efficiency and environmental safety by means of setting the base of a motorcycle with the engine in electrocycle. Conducted research of traction-speed characteristics conversion electrocycle, analysis and justification of the choice of system elements of electric traction drive, a variant of the layout of its basic elements.*

***Key words:** electrocycle, electric, inverter, traction battery, electric motor, motor wheel.*

Вступ

Останнім часом однією з вимог при експлуатації транспорту є зниження витрат і зменшення шкідливих викидів у навколишнє середовище, тому електротранспорт стає все

популярніше. На сьогодні темпи зростання ринку електромобілів становить понад 70%. Разом з явною екологічною безпекою таких видів транспорту на перший план вийшла їх економічність.

На відміну від електромобілів мотоцикли з електроприводом тільки починають з'являтися на ринку. На теперішній час американські виробники є безальтернативними лідерами та пропонують електроцикли, які можуть скласти конкуренцію кращим бензиновим зразкам. Але вартість серійних електроциклів на теперішній час є досить значною. Тому, як альтернатива, пропонується конверсія мотоцикла в електроцикл. Такий шлях модернізації при порівняно невисоких витратах дозволяє значно зменшити підсумкову вартість.

Аналіз публікацій

Можна розділити весь існуючий електромобільний транспорт на два основних види: електроскутери та електромотоцикли.

Електроскутери займають проміжне місце в лінійці легкого електротранспорту, між електровелосипедом та електромотоциклом. На цих апаратах використовуються електродвигуни від 600 Вт до 2 кВт. Максимальна швидкість досягає 80 км/год. Зазвичай електроскутер має двоколісну конструкцію, але зустрічаються моделі і триколісні. Запас ходу варіюється від моделі до моделі і зазвичай становить 50...80 км. Важать електричні скутери від 50 кг і вище залежно від типу і ємності акумуляторних батарей, а також конструкції апарату.

Електромотоцикл – це найшвидший представник двоколісного електротранспорту. В електромотоциклах використовуються двигуни потужністю до 60 кВт, що дозволяють розвивати швидкість до 200 км/год. Робоча напруга електродвигунів мотоциклів набагато вище, ніж у електроскутерів. Зазвичай це 96 В і більше, а в деяких моделях може перевищувати 200 В.

Вага електричних мотоциклів варіюється від 100 до 300 кг. Це, як і більша потужність двигуна, негативно позначається на відстані, яку апарат може подолати на одній зарядці.

Здебільшого на електромотоциклах використовується ланцюговий та ремінний привід, але останнім часом виробники мотор-коліс вивели на ринок двигуни потужністю до 10 кВт, що відкриває нові можливості для створення електробайків.

Мета та постановка задачі

Метою роботи є розробка конструкції силової установки при конверсії мотоцикла в електроцикл.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- обґрунтувати доцільність розробки електромотоцикла;
- визначити основні параметри елементів системи тягового електроприводу;
- розрахувати основні характеристики електромотоцикла;
- розробити схему компоновки та розміщення основних елементів системи тягового приводу електромотоцикла.

Розрахунок параметрів конверсійного мотоцикла

Для моделювання тягово-швидкісних характеристик був обраний мотоцикл AJS Regal-Raptor Eos 350.

За результатами розрахунків був побудований графік динамічної характеристики мотоцикла (рис. 1).

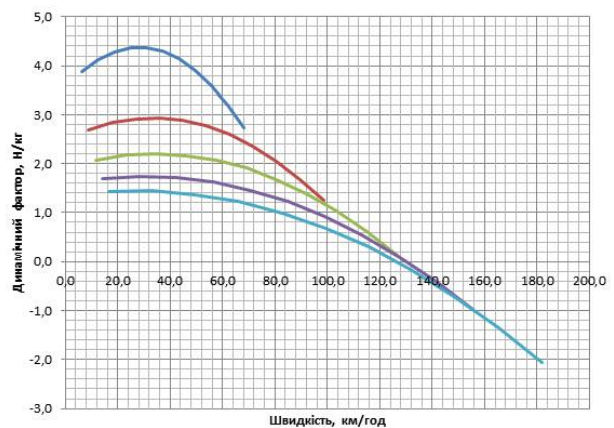


Рис. 1 – Динамічна характеристика мотоцикла AJS Regal-Raptor Eos 350

В результаті визначення мінімально необхідної потужності для руху із заданою швидкістю по горизонтальній поверхні (рис.2), встановлено, що для руху зі швидкістю 100 км/год мінімально необхідна потужність двигуна становить 8,2 кВт.

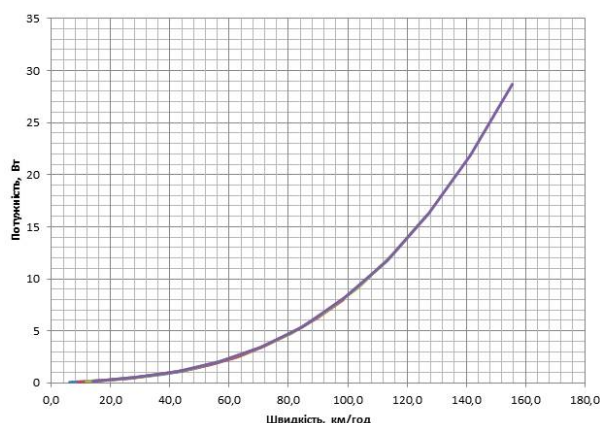


Рис. 2 – Мінімумально необхідна потужність для руху мотоцикла із заданою швидкістю

Вибір елементів електропривода

При конверсії мотоцикла в електромотоцикл виникає необхідність встановити легкий, компактний і досить потужний тяговий електродвигун. Найменші габарити і найбільший ККД при заданій потужності мають сучасні вентильні електродвигуни (ВЕД), які застосовують у більшості сучасних електромотоциклів.

Технічні характеристики двигуна QS 273, який пропонується для конверсії, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики ВЕД

Номинальна потужність, кВт	14
Пікова потужність, кВт	34
Напруга, В	120
Номинальна сила струму, А	130
Пікова сила струму, А	320
Номинальний крутний момент, Нм	151
Максимальний крутний момент, Нм	300
Максимальний ККД, %	87,6
Вага, кг	43

Застосування в конструкції електромотоцикла двигуна QS 273, який виконаний як мотор-колесо, дасть можливість спростити конструкцію за рахунок відсутності трансмісії, зникне потреба в періодичному обслуговуванні, підвищиться надійність. Крім того, розташування електродвигуна в колесі збільшить простір всередині рами мотоцикла, що дасть можливість розмістити більшу кількість акумуляторів.

Однак при такій компоновці існує суттєвий недолік – велика невіднесена маса колеса, що значно погіршує плавність ходу мотоцикла.

Вибір акумуляторів здійснювався за сукупністю параметрів і співвідношенню ціна-якість.

У якості тягової була обрана літій-іонна акумуляторна батарея (LiMn_2O_4), яка застосовується на електромобілі Nissan Leaf. Такий вибір обумовлений високою питомою ємністю, можливістю 80 % розряду великими струмами та достатньо прийнятною ціною. Також акумулятори даного типу мають дуже добру струмовіддачу.

Основним недоліком акумуляторів даного типу є обмежена працездатність в холодну пору року. Але враховуючи те, що експлуатація мотоцикла при низьких температурах є досить проблематичною, даним недоліком можна знехтувати.

Основні характеристики обраного акумулятора наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристика акумулятора

Тип	NMC (LiMn_2O_4 з LiNiO_2 катод, графітовий анод)
Вага, кг	3,8
Напруга, В	7,6
Ємність, А·год	66,2

Для забезпечення напруги батареї близько 120 В використовується 16 елементів, з'єднаних послідовно, а для забезпечення необхідної сили струму з'єднується паралельно дві такі батареї.

Враховуючи складність самостійного виготовлення і налаштування інвертора та контролера, досить високу вартість їх компонентів, був вибраний блок управління вентильним електродвигуном КНВ1240, коротка технічна характеристика якого наведена в таблиці 3. В даному блоці управління функції контролера та інвертора об'єднані. Управління режимами роботи електродвигуна виконується за допомогою широтно-імпульсної модуляції.

Таблиця 3 – Характеристика блока управління

Частота роботи, кГц	16,6
Споживання струму в режимі очікування, А	< 0,5
Напруга живлення контролера, В	10...30
Напруга ТАБ, В	18...136
Максимальний струм навантаження, А	400
Вага, кг	4,25

Блок управління обладнаний захистом від перевантаження. Граничні значення струму і напруги електродвигуна та акумуляторної батареї можуть змінюватись.

Даний блок управління підтримує режим рекуперативного гальмування. Також існує можливість перепрограмування алгоритмів роботи блоку.

Розрахунок основних характеристик електроцикла

Вибір елементів тягового електропривода дає можливість уточнити та скоректувати експлуатаційні характеристики конверсійного мотоцикла.

Для визначення розрахункової максимальної швидкості електромотоцикла було суміщено графіки необхідної потужності, та потужності електродвигуна (рис.3).

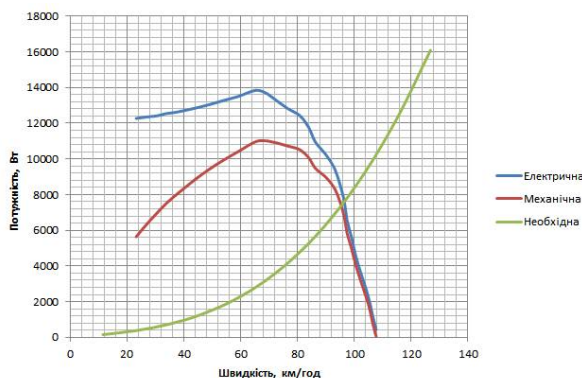


Рис. 3 – Суміщений графік потужностей

Проаналізувавши даний графік, можна зробити висновок, що максимальна швидкість електромотоцикла становить 96 км/год. Слід зазначити, що дані характеристики представлені для номінальної потужності двигуна, яка становить 14 кВт. Враховуючи те, що пікова потужність тягового електродвигуна може досягати 34 кВт, електромотоцикл здатний короточасно розвивати значно більшу шви-

дкість (більше 140 км/год).

Враховуючи зміну ККД електродвигуна на різних режимах було побудовано графік залежності запасу ходу від швидкості руху мотоцикла (рис. 4).

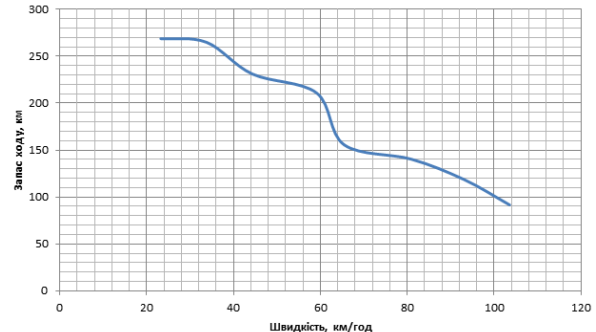


Рис. 4 – Залежність запасу ходу від швидкості руху мотоцикла

Запас ходу реального електроцикла буде дещо менший у зв'язку з тим, що дані розрахунки виконувались для сталого режиму руху мотоцикла і не враховують витрати енергії на розгін. Крім того, для врахування падіння напруги ТАБ, для розрахунків приймалось значення 73 В. Тим не менш, даний графік дає можливість зробити висновок, що запас ходу на швидкості 80 км/год (максимальна дозволена ПДР швидкість для мотоциклів) становить близько 140 км, а на швидкості 60 км/год – близько 200 км, що є цілком на рівні серійних моделей електроциклів.

Розміщення основних вузлів та агрегатів

При розташуванні елементів системи тягового електроприводу виникають досить суперечливі вимоги. З одного боку, елементи потрібно розташовувати як можна щільніше, тому що основна проблема при компоновці мотоцикла – це брак вільного місця. З іншого боку, більшість з елементів системи нагрівається в процесі своєї роботи і дуже щільне розташування ускладнює їх охолодження, що може призвести до перегріву елемента та виходу його з ладу. Застосування рідинної системи охолодження елементів системи тягового електроприводу призведе до підвищення ваги мотоцикла і досить значного ускладнення конструкції, що в свою чергу знизить надійність системи в цілому. Крім того, реалізація рідинної системи охолодження тягової акумуляторної батареї є досить складною задачею.

Також при розташуванні елементів системи

необхідно враховувати їх досить суттєву масу. При неправильному розташуванні елементів може значно зміститись центр маси, що ускладнить або зробить зовсім неможливим керування мотоциклом. І навпаки – низький центр маси може значно покращити зручність керування мотоциклом, особливо на невеликій швидкості.

Враховуючи вищезазначені вимоги, елементи системи тягового електроприводу пропонується розмістити наступним чином:

- тяговий електродвигун рідинного охолодження являє собою мотор-колесо і встановлюється замість стандартного заднього колеса з мінімальними переробками. Живлення і патрубки системи охолодження прокладаються вздовж заднього маятника з лівої сторони. Для забезпечення циркуляції охолоджувальної рідини застосовується водяний насос з електроприводом, який встановлюється під сидінням водія. Для охолодження рідини застосовується стандартний радіатор;
- тягова акумуляторна батарея складається з 32 елементів і має вагу 121,6 кг без урахування кріплень і перемичок, тому її необхідно встановити як можна нижче для зниження загального центру тяжіння мотоцикла. Між елементами батареї забезпечується зазор близько 5 мм для запобігання їх перегріву при роботі;
- блок управління електродвигуном встановлюється над тяговою акумуляторною батареєю. Це спрощує доступ до нього при налаштуванні системи та забезпечує достатнє охолодження при його роботі;
- зарядний пристрій, додаткова акумуляторна батарея і перетворювач напруги встановлюються над тяговою акумуляторною батареєю в передній частині рами мотоцикла;
- блок реле і запобіжників разом з розеткою для зарядки тягової акумуляторної батареї розміщується над верхньою трубою рами мотоцикла і закривається герметичною кришкою.

Стандартні світлотехнічні прилади замінюються на нові, з використанням світлодіодів. Це зменшить енергоспоживання і дасть можливість використовувати в якості додаткової акумуляторну батарею меншої ємності і ваги.

Схема розміщення елементів системи тягового приводу електромотоцикла представлена на рисунку 5.

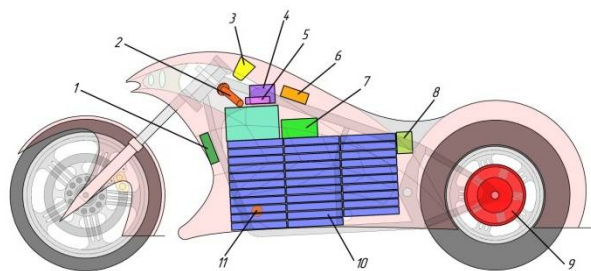


Рис. 5 – Схема розміщення елементів системи тягового приводу електромотоцикла: 1 – радіатор охолодження ВЕД; 2 – рукоятка акселератора; 3 – інформаційна панель; 4 – додаткова акумуляторна батарея; 5 – перетворювач напруги; 6 – блок реле і запобіжників; 7 – блок управління електродвигуном; 8 – електричний водяний насос; 9 – тяговий електродвигун; 10 – тягова акумуляторна батарея; 11 – датчик гальмівної педалі.

Обтічник та крила мотоцикла виготовляються зі склопластику. Це дасть змогу скоректувати форми обтічника в залежності від уподобань власника мотоцикла. Для забезпечення повітряного охолодження елементів в передній частині обтічника передбачені повітрозабірники, а на бокових поверхнях – дефлектори для відводу гарячого повітря.

Таким чином при даному розміщенні елементів системи тягового електроприводу забезпечується:

- достатньо швидкий доступ до елементів системи при їх налаштуванні та обслуговуванні;
- достатнє охолодження елементів системи;
- низьке положення центру тяжіння, що сприяє покращенню керованості мотоцикла, особливо на невеликій швидкості;
- можливість подальшої модернізації та зміни комплектації електромотоцикла в залежності від умов експлуатації та вимог, які пред'являються до нього власником.

Висновки

В роботі розроблений один з варіантів вирішення проблеми підвищення економічності і екологічної безпеки. Рішення базується на переобладнанні базового мотоцикла з ДВЗ в електроцикл.

Проведені дослідження тягово-швидкісних характеристик конверсійного електроцикла показали, що мотоцикл з електричною сило-

вою установкою має достатньо високі динамічні та експлуатаційні характеристики у порівнянні з аналогами.

Розроблений варіант схеми компоновки та розміщення основних елементів системи тягового електроприводу, що забезпечує достатньо швидкий доступ до елементів системи при їх налаштуванні та обслуговуванні і можливість подальшої модернізації та зміни комплектації електромотоцикла в залежності від умов експлуатації та вимог, які пред'являються до нього.

Таким чином переобладнання базового мотоцикла дозволяє отримати електроцикл з характеристиками на рівні серійних моделей, при значно нижчій вартості. При цьому, у порівнянні з базовою моделлю, електроцикл екологічно безпечний, його експлуатація значно простіше і дешевше.

Література

1. Іваницький С.Ю. Мотоцикл. Конструкція, теорія, розрахунок. / С.Ю. Іваницький, Б.С. Карманов, В.В. Рогожин, А.Т. Волков – М.: Машиностроение, 1971. – 408 с.
2. Ефремов І.С. Теорія і розрахунок тягового привода електромобілей. / І.С. Ефремов, А.П. Пролыгин, Ю.М. Андреев, А.Б. Миндлин // уч. посібник для вищих навчальних закладів. – М.: Вишья школа, 1984. – 383 с.
3. Бажинов О.В. Конверсія легкового автомобіля в гібридний. / О.В. Бажинов, В.Я. Двандненко, М. Хакім – Х.: ХНАДУ, 2014. – 160 с.
4. Бажинов О.В. Автомобільні гібридні силові установки. / О.В. Бажинов, В.Я. Двандненко, – Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. – 186 с.
5. Волков А.Т. Проектирование мотоцикла / А.Т. Волков. – М.: Машиностроение, 1978. – 159 с.
6. Електромотоцикли // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://hybmotors.ru/category/electric-moto/>
7. Електромотоцикли и електроскутеры Skaut // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://electromoto.net/>
8. ЕЛЕКТРОВЕЛОСИПЕД, МОТОРКОЛЕСО – где купить? // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.electra.com.ua/>
9. Електроцикли / БайкПост // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bikepost.ru/blog/electric/>
10. Taizhou QS Motor Co., Ltd.(official) – магазин на AliExpress // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.aliexpress.com/store/1389549?spm=2114.12010608.0.0.ytku6Z>
11. Мотоцикл AJS Regal Raptor Eos 350 2014 // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.motomem.ru/ajs_regal_raptor_eos_350_2014
12. Степанов І.С. Основи ергономіки і дизайну автомобілей і тракторів: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / І.С.Степанов, А.Н.Евграфов, А.Л.Карунин и др.; Под общ. ред. В.М.Шарипова. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 250 с.

Рецензент: О.П. Смирнов, професор, д.т.н., ХНАДУ

Стаття надійшла до редакції 20 жовтня 2017 р.