



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **154369** (13) **U**  
(51) МПК (2023.01)

**B60K 6/00**

**H02P 23/08** (2006.01)

**H02P 23/26** (2016.01)

**H02P 25/30** (2006.01)

**H02P 27/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2023 01849</b>	(72) Винахідник(и): <b>Дзюбенко Олександр Андрійович (UA), Двадненко Володимир Якович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>20.04.2023</b>	(73) Володілець (володільці): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>09.11.2023</b>	(74) Представник: <b>Азарова Алла Володимирівна</b>
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>08.11.2023, Бюл.№ 45</b>	

## (54) СПОСІБ КЕРУВАННЯ ІНВЕРТОРНИМ ТЯГОВИМ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ В М'ЯКОМУ ГІБРИДНОМУ АВТОМОБІЛІ

### (57) Реферат:

Спосіб керування інверторним тяговим електродвигуном в м'якому гібридному автомобілі, асинхронним або синхронним, в якому при рівномірному русі автомобіля на електроприводі зі швидкістю 30-60 км/год використовують канал управління частотою, за допомогою якого вибирають частоту, пропорційну швидкості автомобіля, а за допомогою каналу управління напругою фаз вибирають таку трифазну змінну напругу, при подачі якої на всі три фази на одній з них забезпечується заданий коефіцієнт потужності. При запуску з місця і низькій швидкості автомобіля обмотки електродвигуна переключають в режим зі збільшеним числом пар полюсів на статорі і на роторі, а при русі з високою швидкістю обмотки електродвигуна перемикають в режим зі зменшеним числом пар полюсів на статорі і на роторі.

UA 154369 U

UA 154369 U

Корисна модель належить до автомобільної техніки і може бути використана в м'яких гібридних автомобілях і в іншому тяговому електроприводі.

Відомий спосіб управління інверторним тяговим електродвигуном в м'якому гібридному автомобілі, в якому використовується інверторний електродвигун-генератор з фіксованим числом пар полюсів на статорі і на роторі, пов'язаний ремінною передачею з колінчатим валом двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) (<https://x-engineer.org/mild-hybrid-electric-vehicles-mhev-types/>). В даний час він досить широко розповсюджений в м'яких гібридних автомобілях (системах "старт-стоп"), оскільки дозволяє зменшити викиди CO<sub>2</sub> і знизити витрату вуглеводневого палива. Однак, такий електропривод не забезпечує високу ефективність ні в тяговому режимі, ні в режимі рекуперативного гальмування, тому що може працювати тільки спільно з ДВЗ.

Відомий тяговий електропривод м'якого гібридного автомобіля, що містить інверторний електродвигун-генератор з фіксованим числом пар полюсів на статорі і на роторі, який має жорсткий кінематичний зв'язок з ведучими колесами (головною передачею) автомобіля (<https://x-engineer.org/mild-hybrid-electric-vehicles-mhev-types/>). Такий автомобіль має не тільки більш ефективну рекуперацію, але і має можливість повільного переміщення тільки на електродвигуні з заглушеним ДВЗ (так званий "пластующий режим", наприклад в приміщеннях, у дворах, в заторах). Однак у міському режимі такий рух неприйнятний.

Відомий м'який гібридний автомобіль з алгоритмом вибору "рух тільки на ДВЗ - рух тільки на електродвигуні", що дозволяє рівномірно рухатися на електродвигуні із заглушеним ДВЗ в інтервалі швидкостей 40-60 км/год. (Двадненко В.Я., Пушкар О.Б. Улучшение экономических и экологических характеристик микрогибридного автомобиля / Автомобільний транспорт: зб.науч.тр. - 2019. - Вип. 45. - С. 12-22). Такий автомобіль має підвищену ефективність рекуперації та зручне використання режиму "розгін-накат", що знижує витрату вуглеводневого палива. Однак через оптимізацію передатного числа від електродвигуна до коліс, для такого інтервалу швидкості, рушання з місця і повільне переміщення потрібно робити на ДВЗ, оскільки, на електродвигуні істотно обмежений крутний момент на колесах, при цьому ускладнено рух навіть на незначний уклін, ускладнено рух по дорозі з нерівностями і т.п.

Найбільш близьким аналогом до заявленої корисної моделі є відомий скалярний спосіб частотного керування асинхронним тяговим електродвигуном у м'якому гібридному автомобілі, в якому при рівномірному русі автомобіля на електроприводі зі швидкістю 30-60 км/год. використовується канал керування частотою, який вибирає частоту пропорційну швидкості автомобіля, а канал управління напругою фази вибирає таку трифазну змінну напругу, при подачі якої на всі три фази, на одній з них забезпечується заданий коефіцієнт потужності (патент України на корисну модель № 151236 Спосіб частотного управління асинхронним тяговим двигуном, МПК В60К6/00). Недоліком цього способу є обмежений робочий інтервал швидкостей, що означає занадто низький крутний момент при рушанні з місця та повільному переміщенні.

Задачею корисної моделі є підвищення крутного моменту при рушанні з місця і повільному переміщенні на тяговому електроприводі м'якого гібридного автомобіля без зміни переданого числа від електродвигуна до коліс.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі керування інверторним тяговим електродвигуном в м'якому гібридному автомобілі, асинхронним або синхронним, в якому при рівномірному русі автомобіля на електроприводі зі швидкістю 30-60 км/год. використовують канал управління частотою, за допомогою якого вибирають частоту, пропорційну швидкості автомобіля, а за допомогою каналу управління напругою фаз вибирають таку трифазну змінну напругу, при подачі якої на всі три фази на одній з них забезпечується заданий коефіцієнт потужності, згідно з корисною моделлю, при запуску з місця і низькій швидкості автомобіля обмотки електродвигуна переключають в режим зі збільшеним числом пар полюсів на статорі і на роторі, а при русі з високою швидкістю обмотки електродвигуна перемикають в режим зі зменшеним числом пар полюсів на статорі і на роторі.

Технічним результатом корисної моделі, що досягається, та вказаними вище відмінними ознаками є розширення діапазону робочих обертів тягового електроприводу, а також можливість застосування в м'якому гібридному автомобілі відносно малопотужного асинхронного або синхронного двигуна, що знижує вартість м'якого гібридного автомобіля.

Для реалізації цього способу в м'якому гібридному автомобілі, який електричну енергію тягової акумуляторної батареї витрачає в основному тільки на рівномірний рух або рух з малими прискореннями зі швидкістю 30-60 км/год. (Двадненко В.Я., Пушкар О.Б. Улучшение экономических и экологических характеристик микрогибридного автомобиля / Автомобільний транспорт: зб.науч.тр. - 2019. - Вип. 45. - С. 12-22) застосовують асинхронний електродвигун з

короткозамкнутим ротором. В електродвигуні кожна фаза обмотки статора виконана з двох ізольованих половин, які комутуються, або на одну пару полюсів, або на дві пари полюсів зі збереженням постійної потужності (Токарев Б.Ф. Электрические машины. - М. Энергоатомиздат, 1990-624 с.).

5 На фіг. 1 показано з'єднання на двох парах полюсів (для низької швидкості), на фіг. 2 - на одну пару полюсів (для високої швидкості). Оскільки потужність зберігається приблизно однаковою, крутний момент при з'єднанні на низьку швидкість буде більше в стільки разів, в скільки при цьому більше число пар полюсів.

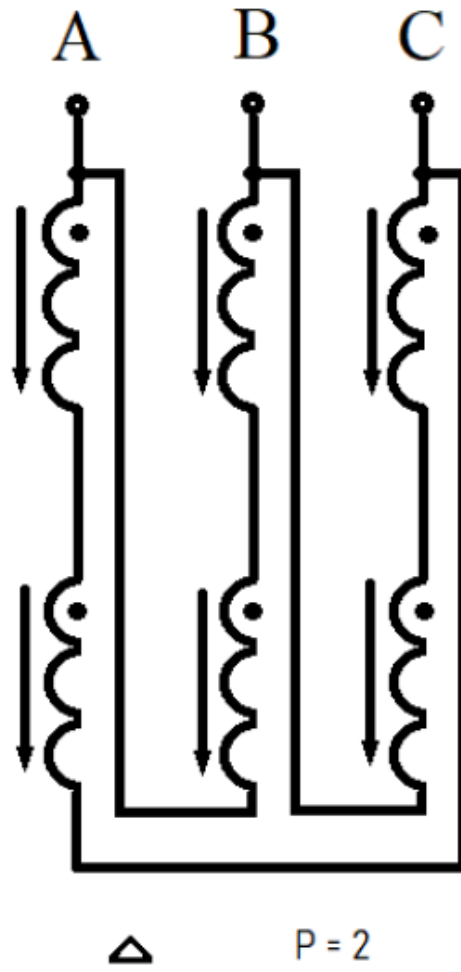
10 Оскільки в короткозамкнутому роторі асинхронного електродвигуна завжди утворюється стільки пар полюсів, скільки і на статорі, комутувати число пар полюсів потрібно тільки на статорі. У разі синхронного інверторного двигуна (вентильного двигуна з самосинхронізацією по сигналам датчика положення ротора) необхідно комутувати число пар полюсів і на статорі, і на роторі. Це можливо зробити тільки для двигуна з електромагнітним збудженням ротора і з роздільними обмотками для кожного полюса ротора.

15 Комутацію за допомогою контактів (реле) проводять на знеструмленому електродвигуні, відповідно електроерозійного зносу контактів реле не відбувається, і тому ресурс електродвигуна буде високим.

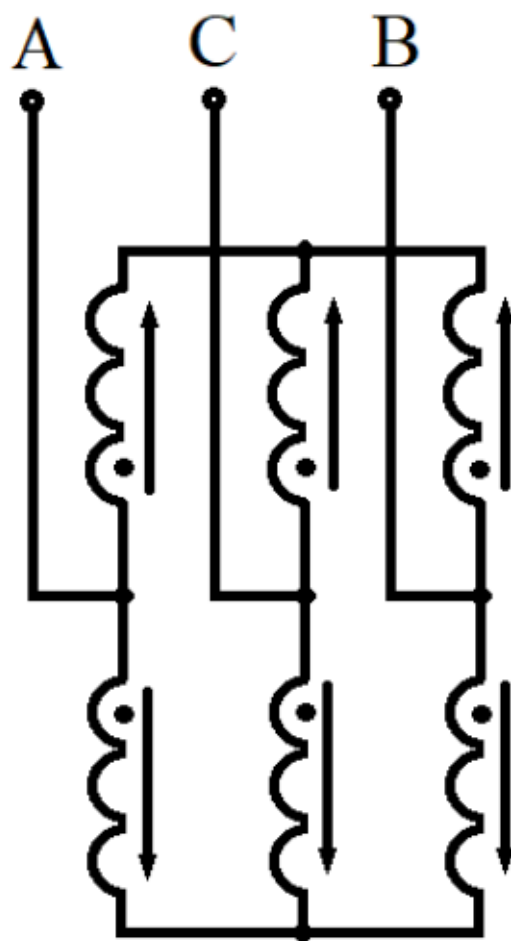
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

20

Спосіб керування інверторним тяговим електродвигуном в м'якому гібридному автомобілі, асинхронним або синхронним, в якому при рівномірному русі автомобіля на електроприводі зі швидкістю 30-60 км/год використовують канал управління частотою, за допомогою якого вибирають частоту, пропорційну швидкості автомобіля, а за допомогою каналу управління  
25 напругою фаз вибирають таку трифазну змінну напругу, при подачі якої на всі три фази на одній з них забезпечується заданий коефіцієнт потужності, який **відрізняється** тим, що при запуску з місця і низькій швидкості автомобіля обмотки електродвигуна переключають в режим зі збільшеним числом пар полюсів на статорі і на роторі, а при русі з високою швидкістю обмотки електродвигуна перемикають в режим зі зменшеним числом пар полюсів на статорі і на роторі.



Фиг. 1



YY P = 1

Фиг. 2