



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 105994

(13) U

(51) МПК

H02P 5/74 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 10484**

(22) Дата подання заявки: **27.10.2015**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **11.04.2016**

(46) Публікація відомостей **11.04.2016, Бюл.№ 7**
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Коцур Михайло Ігорович (UA),
Андрієнко Петро Дмитрович (UA),
Кулагін Дмитро Олександрович (UA),
Коцур Ігор Михайлович (UA),
Андрієнко Данил Сергійович (UA),
Андрієнко Андрій Андрійович (UA)**

(73) Власник(и):

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063
(UA)**

(74) Представник:

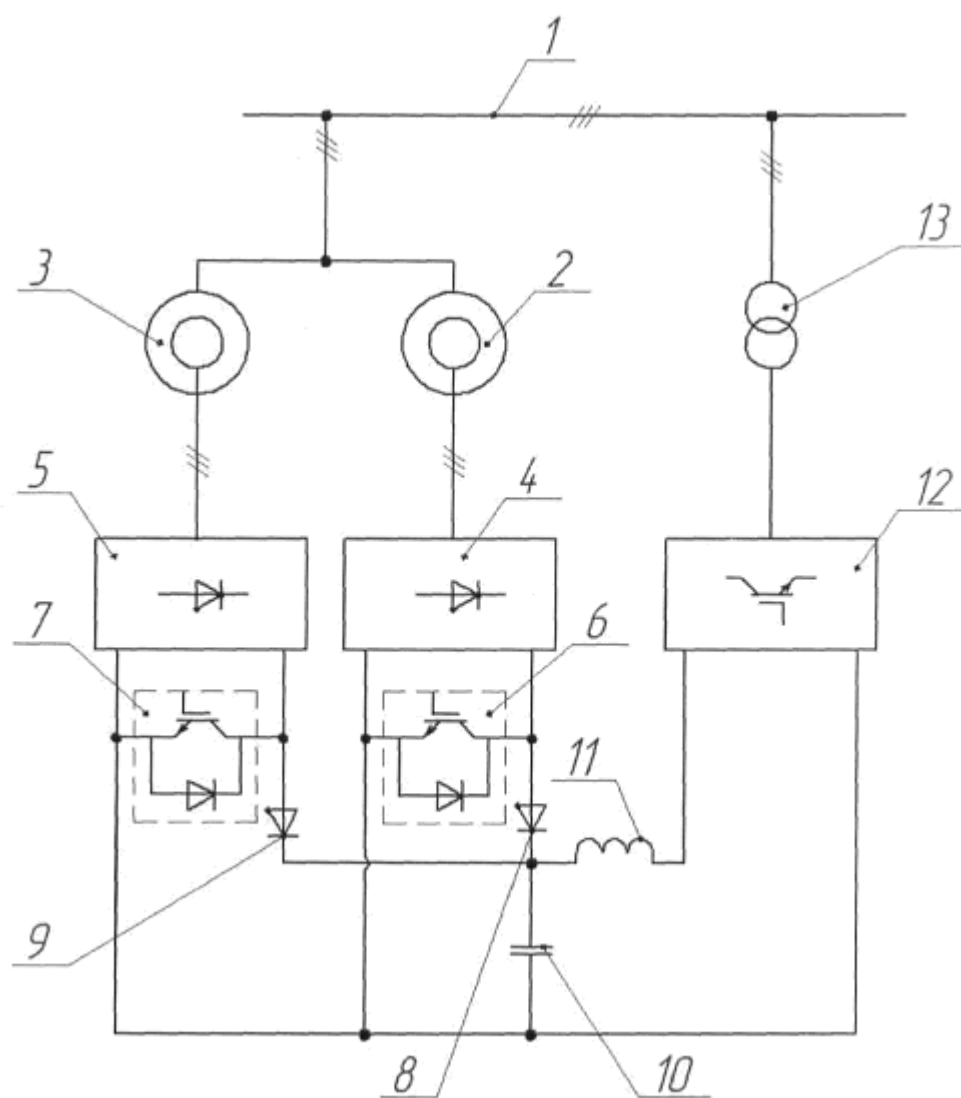
**Висоцька Наталя Іванівна, начальник
патентно-інформаційного відділу НДЧ
ЗНТУ**

**(54) ДВОДВИГУНОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВІД ІМПУЛЬСНОГО РЕГУЛЮВАННЯ УЗГОДЖЕНОГО
ОБЕРТАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ З ФАЗНИМИ РОТОРАМИ**

(57) Реферат:

Дводвигуновий електропривід імпульсного регулювання узгодженого обертання асинхронних двигунів з фазними роторами містить два некеровані мостові випрямлячі, до яких приєднані відповідно виводи обмоток роторів асинхронних двигунів. Виводи статорних обмоток асинхронних двигунів приєднано до мережі електропостачання. Анодні групи кожного з некерованих мостових випрямлячів відповідно приєднані до колекторного вводу окремих транзисторів, та містять по два діоди. Аноди кожного з яких відповідно приєднані до колекторного вводу окремих транзисторів. Катоди паралельно приєднані до позитивного виводу конденсатора та дроселю, до виводу якого приєднана колекторна група мостового інвертора. Катодні групи кожного випрямляча паралельно приєднані до емітерного виводу кожного з транзисторів та негативного виводу конденсатора та емітерної групи мостового інвертора, до виводу якого приєднана вторинна обмотка погоджувального трансформатора, первинна обмотка якого приєднана до мережі електропостачання.

UA 105994 U



Корисна модель належить до галузі електротехніки та стосується дводвигунового електропривода змінного струму узгодженого обертання асинхронних двигунів (АД) з фазним ротором, переважно для вентиляторних та насосних установок, а також для кранових механізмів переміщення.

5 Широке впровадження напівпровідникових елементів призвело до появи нових різновидів імпульсних та каскадних пристроїв узгодженого регулювання швидкості АД з фазними роторами.

Відомий пристрій для багатодвигунних електроприводів, який заснований на тому, що обмотки статорів асинхронних двигунів під'єднано до мережі, виводи обмоток роторів під'єднані відповідно до некерованих напівпровідникових мостових випрямлячів, навантажених на 10 загальний пускорегулюючий резистор [1]. Така схема забезпечує узгоджену роботу приводних електродвигунів, сприяє зменшенню неузгодженості швидкостей роторів двигунів і в кілька разів зменшує динамічні навантаження. Цей електропривод відрізняється простотою технічного рішення, реалізованого на основі сучасної напівпровідникової техніки, і може бути легко 15 застосований як для нових кранових механізмів, вентиляторних та насосних приводів так і для тих, які знаходяться в експлуатації. У схемі використаний принцип взаємного регулювання, заснований на тому, що випрямлена напруга роторів асинхронних електродвигунів, а тому й їх частоти обертання, автоматично підтримуються рівними між собою. У зв'язку з цим частота обертання регулюється залежно від співвідношення навантажень, а не шляхом введення 20 додаткової електрорушійної сили в коло обмотки ротора, як це здійснюють у схемах асинхронного вентиляного каскада. Недоліком такого засобу є те, що енергія ковзання двигунів розсіюється в виді тепла на пускорегулюючому резисторі, а це робить такий засіб узгодження швидкостей роторів АД неенергоєфективним.

Відомий пристрій імпульсного керування в колі випрямленого струму ротора, який складається з приєднаних до мережі виводів статорної обмотки АД з фазним ротором [2]. Виводи обмотки ротора АД приєднано до некерованого випрямляча. Анод діода приєднано до колекторного входу транзистора та катодної групи некерованого мостового випрямляча. Катод 25 діода приєднано до позитивного виводу конденсатора та дроселя, до виходу якого приєднана анодна група мостового інвертора. Емітерний ввід транзистора приєднано: до негативного виводу конденсатора, до анодної групи некерованого мостового випрямляча та до катодної 30 групи мостового інвертора, виводи якого підключено до вторинної обмотки погоджувального трансформатора, первинна обмотка якого приєднана до мережі електропостачання. Енергія, яка накопичена в обмотках ротора, в момент розмикання транзистора накопичується на конденсаторі, а в момент замикавання транзистора скидається в мережу електропостачання завдяки інвертору відомої мережі. Таким чином, досягається технічний результат у рекуперації 35 енергії у мережу електропостачання при постійному малому куті інвертування, при цьому зменшується споживання реактивної потужності з мережі електропостачання. Недоліком цієї конструкції є те, що не уможливлюється робота цього перетворювача для узгодженого обертання роторів двох або більше АД.

Відомий асинхронний дводвигуновий електропривод [3], який містить два АД з фазними роторами, в коло роторів яких приєднані випрямлячі, анодні групи яких утворені з діодів, а катодні з тиристорів, з'єднаних між собою паралельно. Послідовно з ними з'єднані мостовий інвертор з постійною вихідною частотою, що живить мостовий випрямляч, та згладжуючий реактор. До виводу мостового інвертора приєднані обмотки статорів обох двигунів. Керуючі 45 електроди тиристорів мостових випрямлячів приєднані до обмоток роторів відповідних двигунів через дві групи діодів та резистор з регульованим опором. Недоліками такого електроприводу є обов'язкова рівність струмів статора і ротора, навіть у двигунів із значною нерівністю номінальних значень струму статора та ротора. Тому обмотки статора та ротора приєднані через вентиляльні перетворювачі послідовно з організацією загальної ланки постійного струму, в 50 результаті чого в системі знижується досяжний електромагнітний момент двигуна. В даному електроприводі швидкість двигунів регулюється за допомогою резистора зі змінним опором, за рахунок чого забезпечується невисока точність регулювання швидкості двигунів.

Відомий дводвигуновий електропривод [4], що прийнято за найближчий аналог, який містить два АД з фазними роторами, до обмоток роторів яких приєднані некеровані мостові випрямлячі, які з'єднані паралельно. Послідовно з ними з'єднаний автономний мостовий інвертор, що 55 живить мостовий випрямляч і згладжуючий реактор. До виводу мостового інвертора приєднані обмотки статорів обох двигунів. Вивід мостового випрямляча приєднано до пристрою регулювання вихідної напруги, виводу мостового інвертора, який приєднаний до пристрою регулювання вихідної частоти. Недоліками даного дводвигунового електроприводу є низький 60 пусковий момент АД, низький коефіцієнт потужності і підвищене споживання реактивної

потужності з мережі електропостачання регульованим мостовим випрямлячем, який також завантажує мережу вищими гармоніками струму.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки дводвигунового електропривода імпульсного регулювання узгодженого обертання фазних роторів АД з покращеними моментними характеристиками та показниками енергоефективності електроприводу, а саме підвищення коефіцієнта корисної дії, за рахунок рекуперації енергії ковзання двох АД до мережі електропостачання, та коефіцієнта потужності.

Поставлена задача вирішується тим, що, згідно з корисною моделлю, анодні групи кожних некерованих мостових випрямлячів відповідно приєднані до колекторного вводу окремих транзисторів, та містять по два діоди, аноди кожного з яких відповідно приєднані до колекторного вводу окремих транзисторів, а їх катоди паралельно приєднані до позитивного виводу конденсатора та дроселя, до виводу якого приєднана колекторна група мостового інвертора; катодні групи кожного випрямляча паралельно приєднані до емітерного вводу кожного з транзисторів та негативного виводу конденсатора та емітерної групи мостового інвертора, до виводу якого приєднана вторинна обмотка погоджувального трансформатора, первинна обмотка якого приєднана до мережі електропостачання.

Застосування двох окремих транзисторів дозволяє забезпечити синхронізацію швидкостей двох АД за рахунок обмеження випрямленого струму незалежно від першого чи другого некерованих мостових випрямлячів. Наявність одного конденсатора дозволяє виключити перенапругу на обмотках двох роторів АД та акумулювати енергію, яка накопичується в цих обмотках роторів АД в процесі комутації відповідних транзисторів. Завдяки наявності двох діодів виконується запобігання появи зворотного струму від конденсатора на відповідні транзистори. Дросель в колі випрямленого струму застосовується для згладжування струму рекуперації від конденсатора та струму від обох некерованих мостових випрямлячів. Інвертування енергії до мережі електропостачання забезпечується спільним мостовим інвертором з мінімальним кутом інвертування та погоджувальним трансформатором, який погоджує електрорушійну силу роторів з напругою мережі електропостачання.

Таким чином, нові ознаки, при взаємодії з відомими ознаками, забезпечують виявлення нових технічних властивостей шляхом конструкційних вдосконалень - розроблено дводвигуновий електропривід імпульсного регулювання узгодженого обертання АД з фазними роторами з покращеними моментними характеристиками та показниками енергоефективності електроприводу, а саме підвищеними коефіцієнтом корисної дії, за рахунок рекуперації енергії ковзання двох АД до мережі електропостачання, та коефіцієнтом потужності електроприводу. Це досягається за рахунок використання спільного мостового інвертора, який крім того може працювати компенсатором реактивної потужності на мережу електропостачання, як в статичному, так і в динамічному режимах роботи електроприводу.

Суть корисної моделі пояснюється на кресленні, де зображена електрична принципова схема дводвигунового електропривода імпульсного регулювання узгодженого обертання АД з фазними роторами.

Дводвигуновий електропривід імпульсного регулювання узгодженого обертання АД з фазними роторами складається з приєднаних до мережі електропостачання 1 виводів обмоток статора двох АД 2 та 3. Виводи обмоток роторів АД 2 та 3 приєднані відповідно до некерованих мостових випрямлячів 4 та 5. Катодна група некерованого мостового випрямляча 4 під'єднана до колекторного вводу транзистора 6 та анода діода 8. Катодна група некерованого мостового випрямляча 5 відповідно під'єднана до колекторного вводу транзистора 7 та анода діода 9. Анодні групи некерованих мостових випрямлячів 4 та 5 паралельно під'єднані до емітерного вводу транзисторів 6 та 7, негативного вводу конденсатора 10, та емітерної групи мостового інвертора 12. Катоди діодів 8 та 9, позитивний ввід конденсатора 10 через дросель 11 приєднано до колекторної групи мостового інвертора 12, вивідні фази якого через погоджувальний трансформатор 13 під'єднані до мережі електропостачання 1.

Дводвигуновий електропривід імпульсного регулювання узгодженого обертання АД з фазними роторами працює наступним чином.

На обмотки статорів АД 2 та 3, та на вторинну обмотку погоджувального трансформатора 13 подається напруга з мережі електропостачання 1. Керування двох АД в динамічному режимі роботи виконується таким чином. На транзистор 6 першого двигуна 2, який є ведучим, подається незалежний сигнал у вигляді прямокутних імпульсів з постійною частотою та змінним значенням щільності імпульсів. Швидкість зміни щільності імпульсів задає інтенсивність зміни швидкості електроприводу. На транзистор 7 другого двигуна 5, який є підпорядкованим, подається результуючий сигнал у вигляді прямокутних імпульсів також з постійною частотою та змінним значенням щільності імпульсів. Результуючий сигнал формується завдяки зворотного

зв'язку по швидкості ведучого 2 та підпорядкованого 3 двигунів, за рахунок чого виконується порівняння швидкостей двигунів. Коли швидкість ведучого двигуна 2 менше ніж підпорядкованого двигуна 3, транзистор 7 розмикається. Коли швидкість ведучого двигуна 2 більше ніж підпорядкованого двигуна 3, транзистор 7 замикається. В момент розмикання транзистора 6 чи 7, енергія, яка накопичена в обмотках ротора відповідного АД, через відповідний діод 8 або 9 накопичується на конденсаторі 10, а енергія ковзання ротора відповідного АД рекуперується через дросель 11, мостовий інвертор 12 та погоджувальний трансформатор 13 до мережі електропостачання 1. В момент замикавання транзистора 6 чи 7, енергія, яка накопичена на конденсаторі 10 через дросель 11, мостовий інвертор 12 та погоджувальний трансформатор 13 рекуперується в мережу електропостачання 1. У схемі діоди 8 та 9 запобігають появі струму в зворотному напрямку від конденсатора 10 відповідно до транзистора 6 або 7. Завдяки дроселю 11, який згладжує струм від конденсатора 10, та некерованих мостових випрямлячів 4 та 5, процес інвертування енергії триває незалежно від моментів часу замикання чи розмикання транзисторів 6 чи 7. Для забезпечення ефективної роботи мостового інвертора 12, на нього подаються командні сигнали у вигляді прямокутних імпульсів від пристрою системи імпульсно-фазового керування або широтно-імпульсного модулятора.

Таким чином, при застосуванні дводвигунового електропривода імпульсного регулювання узгодженого обертання АД з фазними роторами досягається: узгодженість швидкостей роторів двох АД; покращення моментних характеристик та показників енергоефективності електроприводу, а саме підвищення коефіцієнта корисної дії, за рахунок рекуперації енергії ковзання двох АД до мережі електропостачання, та коефіцієнта потужності електроприводу. Це досягається за рахунок використання спільного мостового інвертора, який крім того може працювати компенсатором реактивної потужності на мережу електропостачання, як в статичному, так і в динамічному режимах роботи електроприводу.

Джерела інформації:

1. Яуре А.Г. Построение асинхронных многодвигательных электроприводов механизмов передвижения кранов с электрической связью по цепи выпрямленного тока ротора [Текст] / А.Г. Яуре, Е.М. Певзнер, В.Н. Тищенко: научно-реферативный сборник "Электротехническая промышленность", Информагенство. 1981. - № 4(93). - С. 12-15.

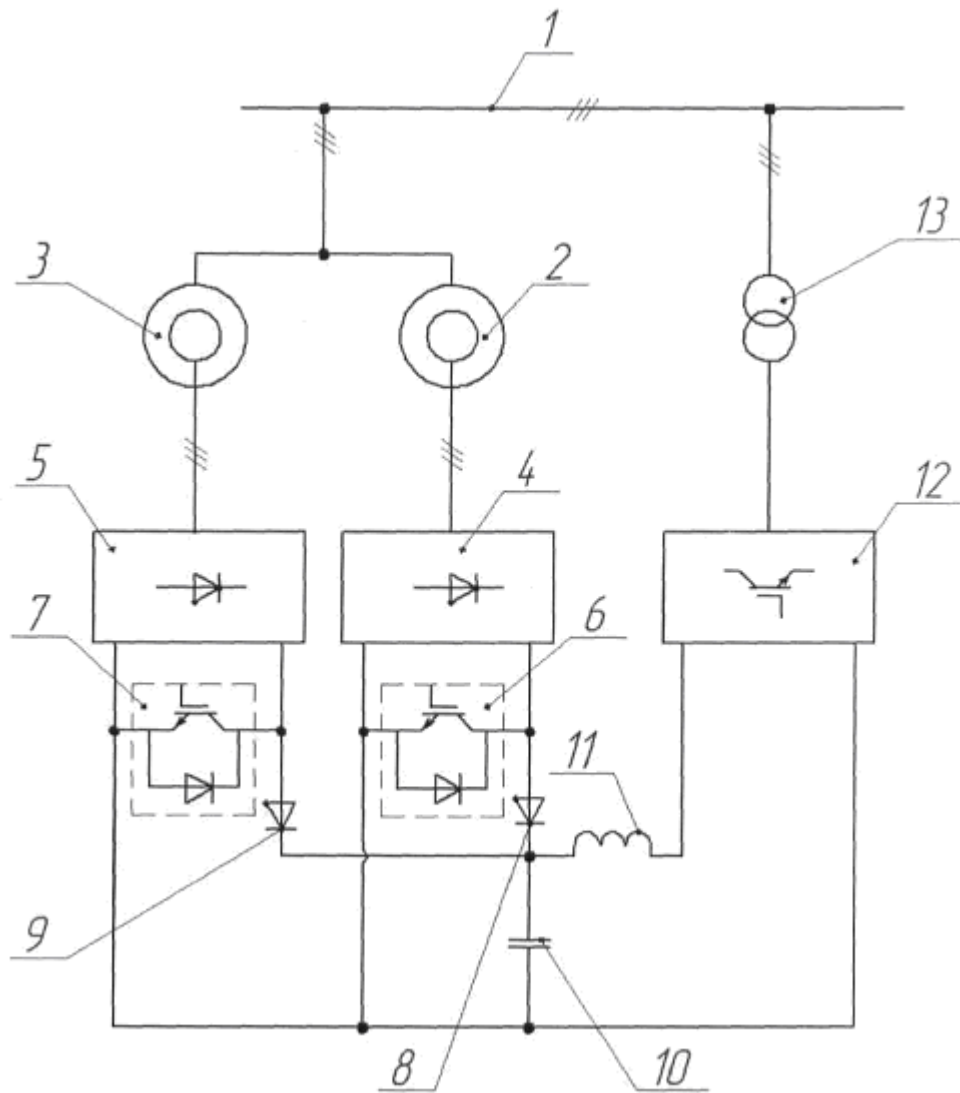
2. Пат. України 64126, МПК H02P 27/05(2006.01) Пристрій імпульсного керування процесами перетворення енергії в асинхронному двигуні з фазним ротором [Електронний ресурс] / П.Д. Андрієнко, М.І. Коцур, І.М. Коцур; заявл. 22.04.11; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20, 2011 р. - Режим доступу: [http:// www.uipv.org](http://www.uipv.org).

3. Пат. Росії № 2237345, МПК H02P 7/74 Двухдвигательный электропривод [Електронний ресурс] / А.Н. Мамаев, В.Н. Мещеряков, заявл. 10.06.2004; опубл. 27.09.2014, Бюл. № 27, 2004 р. - Режим доступу: <http://www.fips.ru/>.

4. Пат. Росії № 2160495, МПК H02P 7/74 Двухдвигательный электропривод. [Електронний ресурс] / В.Н. Мещеряков, В.В. Федоров, Д.С. Осипов. 14.07.1998; опубл. 10.12.2000, Бюл. № 34, 2000 р. Режим доступу: <http://www.fips.ru/>.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Двудвигуновий електропривід імпульсного регулювання узгодженого обертання асинхронних двигунів з фазними роторами, який містить два некеровані мостові випрямлячі, до яких приєднані відповідно виводи обмоток роторів асинхронних двигунів, при цьому виводи статорних обмоток асинхронних двигунів приєднано до мережі електропостачання, який **відрізняється** тим, що анодні групи некерованих мостових випрямлячів відповідно приєднані до колекторного вводу окремих транзисторів, та містять по два діоди, аноди кожного з яких відповідно приєднані до колекторного вводу окремих транзисторів, а їх катоди паралельно приєднані до позитивного виводу конденсатора та дроселя, до виводу якого приєднана колекторна група мостового інвертора; катодні групи кожного випрямляча паралельно приєднані до емітерного виводу кожного з транзисторів та негативного виводу конденсатора та емітерної групи мостового інвертора, до виводу якого приєднана вторинна обмотка погоджувального трансформатора, первинна обмотка якого приєднана до мережі електропостачання.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601