



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **16046** (13) **U**
(51) МПК (2006)
H02P 1/00
H02P 3/06
B60L 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ РЕГУЛЮВАННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

1

2

(21) u200601292

(22) 09.02.2006

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Кердівара Анатолій Дмитрович

(73) МАЛЕ ПІДПРИЄМСТВО "ОДЕСЕЛЕКТРОПА-
СТРАНС ЛТД"

(57) Пристрій регулювання тягового електропри-
воду постійного струму, що містить тяговий елект-
родвигун, якірна обмотка та обмотка збудження
якого підключені до контактної мережі за допомо-
гою фільтра та перетворювача напруги, що являє

собою електричний міст, утворений двома пара-
лельними ланцюгами, що складаються із транзис-
торів і діодів, гальмовий резистор, з'єднаний із
транзистором, шунтованим зворотним діодом,
який **відрізняється** тим, що у суміжні плечі елект-
ричного мосту послідовно включені додаткові тра-
нзистори, шунтовані зворотними діодами, якірна
обмотка включена між транзисторами в суміжні
плечі мосту, а обмотка збудження включена між
виводами вихідної діагоналі мосту, при цьому га-
льмовий резистор приєднаний до вхідних виводів
фільтра.

Корисна модель відноситься до галузі транс-
портного машинобудування і може бути викорис-
тано в тягових електроприводах транспортних за-
собів, наприклад, тролейбусів, трамваїв та
метрополітену.

Найбільш близьким по технічній суті і резуль-
тату, що досягається, є пристрій регулювання тя-
гового електроприводу постійного струму [патент
України №72122, МПК⁷ H02P1/00, H02P3/00,
B60L9/00 опубл.17.01.2005], що містить тяговий
електродвигун, якірна обмотка й обмотка збу-
дження якого підключені до контактної мережі за
допомогою елементів фільтра й елементів перет-
ворювача, що представляє собою електричний
міст, утворений двома паралельними ланцюгами,
що складаються із транзисторів та діодів. При
цьому якірна обмотка електродвигуна включена у
вихідну діагональ мосту, гальмовий резистор - між
проміжними виводами перших двох суміжних пле-
чей мосту обмотка збудження електродвигуна -
між проміжними виводами других двох суміжних
плечей мосту.

У відомому пристрої регулювання напруги які-
рної обмотки електродвигуна в процесі розгону
транспортного засобу здійснюється зміною шпару-

ватості регулювання транзистора, включеного в те
або інше, залежно від напрямку руху, плече мосту.
Ослаблення магнітного потоку електродвигуна для
забезпечення його роботи в діапазоні високих
швидкостей руху здійснюється зміною шпарувато-
сті регулювання додаткового транзистора, устано-
вленого паралельно обмотці збудження електрод-
вигуна.

Основний недолік відомого пристрою регулю-
вання тягового електроприводу постійного струму
полягає у великій кількості напівпровідникових
елементів (5 елементів), по яким протікає струм,
як у тяговому режимі, так і в режимі електричного
гальмування. Це викликає підвищення теплових
втрат в елементах перетворювача, їхнього нагрі-
вання й, відповідно, зниження ККД перетворювача
і його надійності.

Крім того, у відомому пристрої додатковий ре-
зистор, що входить до складу вхідного фільтра і
використовується в режимі рекуперативного галь-
мування, неможливо використати в режимі реос-
татного гальмування додатково з основним галь-
мовим резистором. У зв'язку із цим потужність
гальмового резистора повинна бути більше висо-
кої в порівнянні потужністю гальмового резистора

(19) **UA** (11) **16046** (13) **U**

в пристрої, що дозволяє використати додатковий резистор при реостатному гальмуванні, що погіршує масогабаритні показники розглянутого пристрою.

Задачею, поставленої в пристрої, що заявляється, є вдосконалення схеми пристрою за рахунок введення додаткових транзисторів у суміжні схеми електричного мосту шляхом підвищення ККД перетворювача, що забезпечує поліпшення масогабаритних показників і розширення функціональних можливостей пристрою.

Задача вирішується тим, що в пристрої регулювання тягового електроприводу постійного струму, що містить тяговий електродвигун, якірна обмотка та обмотка збудження якого підключені до контактної мережі за допомогою фільтра та перетворювача напруги, що являє собою електричний міст, утворений двома паралельними ланцюгами, що складаються із транзисторів і діодів, гальмовий резистор, з'єднаний із транзистором, шунтованим зворотним діодом, відповідно до корисної моделі, у суміжні плечі електричного мосту послідовно включені додаткові транзистори, шунтовані зворотними діодами, якірна обмотка включена між транзисторами в суміжні плечі мосту, а обмотка збудження включена між виводами вихідної діагоналі мосту, при цьому гальмовий резистор приєднаний до вхідних виводів фільтра.

На Фіг. представлена схема пропонованого пристрою.

Пристрій регулювання тягового електроприводу постійного струму містить тяговий електродвигун, у якого якірна обмотка 1 і обмотка збудження 2 підключені до перетворювача напруги, схема якого виконана у вигляді електричного мосту, у перші два суміжних плечі якого включені транзистори, відповідно, 3, 4, 5 і 6, шунтованих зворотними діодами 7, 8, 9 і 10, а в другі два суміжних плечі електричного мосту включені транзистори, відповідно, 11 і 12, шунтованих зворотними діодами 13 і 14. Вхідна діагональ електричного мосту підключена до контактної мережі 15 за допомогою елементів П-подібного R-C-фільтра, що включає в себе резистор 16, шунтований діодом 17, і два конденсатори 18 і 19. Гальмовий резистор 20 шунтований зворотним діодом 21 і підключений до вхідних виводів фільтра за допомогою транзистора 22, також шунтованого зворотним діодом 23.

Електропривод працює таким способом.

У тяговому режимі при русі вперед у режимі повного магнітного потоку транзистор 3 постійно включений, а транзистором 12 здійснюється регулювання напруги, що прикладається до якірної обмотки 1 і обмотці 2 збудження, послідовно з'єднаної з останньої за допомогою діода 9. При включеному стані транзистора 12 струм протікає по ланцюгу: «контактна мережа 15 - діод 17 - транзистор 3 - якірна обмотка 1 - діод 9 - обмотка 2 збудження - транзистор 12 - контактна мережа 15». При виключеному стані транзистора 12 струм якірної обмотки 1 і обмотки 2 збудження протікає по ланцюгу: «якірна обмотка 1 - діод 9 - обмотка 2 збудження - діод 13 - транзистор 3 - якірна обмотка 1». Слід зазначити, що, крім зазначених ланцюгів, змінна складова струму якірної обмотки 1, обумовлена комутацією транзистора, що здійснює

регулювання, протікає і по ланцюгах конденсаторів 18 та 19. Це відноситься і до всіх розглянутих нижче режимам роботи електроприводу.

При постійності заданого значення струму в ланцюгу якірної обмотки 1 шпаруватість регулювання транзистора 12 зі збільшенням швидкості руху транспортного засобу також збільшується, і при певній швидкості транзистор 12 відкривається повністю. Подальша підтримка заданої величини струму якірної обмотки 1 здійснюється ослабленням магнітного потоку електродвигуна за допомогою зміни шпаруватості регулювання транзистора 6. При включеному стані транзистора 6 струм якірної обмотки 1 замикається по ланцюгу: «контактна мережа 15 - діод 17 - транзистор 3 - якірна обмотка 1 - транзистор 6 - контактна мережа 15», а струм в обмотці 2 збудження замикається по ланцюгу: «обмотка 2 збудження - транзистор 12 - транзистор 6 - діод 9 - обмотка 2 збудження», при цьому зменшуючись із постійної часу цього ланцюга. При виключеному стані транзистора 6 складова струму якірної обмотки 1, рівна току обмотки 2 збудження, протікає по ланцюгу: «контактна мережа 15 - діод 17 - транзистор 3 - якірна обмотка 1 - діод 9 - обмотка 2 збудження - транзистор 12 - контактна мережа 15», а складова, рівна різниці між струмом якірної обмотки 1 і струмом обмотки 2 збудження протікає по ланцюгу: «якірна обмотка 1 - діод 9 - діод 8 - якірна обмотка 1».

При роботі в розглянутому режимі величина відносини середнього значення струму обмотки 2 збудження електродвигуна до середнього значення струму якірної обмотки 1 при збільшенні шпаруватості регулювання транзистора 6 зменшується.

При русі вперед у гальмовому режимі постійно включений транзистор 4, а регулюванням шпаруватості роботи транзистора 12 забезпечується величина струму в обмотці 2 збудження, необхідна для забезпечення заданої величини струму в якірній обмотці 1. При цьому в діапазоні швидкостей, де величина струму збудження менше величини струму якоря, при виключеному транзисторі 12 і наявності підключеного до контактної мережі 15 споживача електроенергії, складова струму якірної обмотки 1, рівна току обмотки 2 збудження, протікає по ланцюгу: «якірна обмотка 1 - транзистор 4 - обмотка 2 збудження - діод 13 - резистор 16 - контактна мережа 15 - діод 10 - якірна обмотка 1». Складова струму якоря, рівна різниці між струмом якірної обмотки 1 і струмом обмотки 2 збудження, замикається по ланцюгу: «якірна обмотка 1 - діод 7 - резистор 16 - контактна мережа 15 - діод 10 - якірна обмотка 1».

При включеному транзисторі 12 по ланцюгу: «якірна обмотка 1 - транзистор 4 - обмотка 2 збудження - транзистор 12 - діод 10 - якірна обмотка 1» замикається складова струму якірної обмотки 1, рівна току обмотки 2 збудження, а складова, рівна різниці між струмом якоря й струмом збудження замикається по ланцюгу: «якірна обмотка 1 - діод 7 - резистор 16 - контактна мережа 15 - діод 10 - якірна обмотка 1».

Слід зазначити, що в розглянутому режимі роботи пристрою можливе включення транзистора 5 під час включеного стану транзистора 12, що може

сприяти поліпшенню якості регулювання.

У розглянутому режимі величина відносини середнього значення струму обмотки 2 збудження електродвигуна до середнього значення струму якірної обмотки 1 при збільшенні шпаруватості регулювання транзистора 12 збільшується.

Зі зменшенням швидкості руху транспортного засобу і постійному значенні струму в ланцюгу якірної обмотки 1, регульованому за допомогою зміни струму в обмотці 2 збудження, струм в обмотці 2 збільшується й при певній швидкості стає рівним току в якірній обмотці 1. У цьому режимі роботи електроприводу й режимах, що відповідають меншим значенням швидкостей струм якірної обмотки 1 дорівнює току обмотки 2 збудження незалежно від стану транзистора 12. Ланцюг замикання цих струмів при включеному транзисторі 12: «якірна обмотка 1 - транзистор 4 - обмотка 2 збудження - транзистор 12 - діод 10 - якірна обмотка 1», а при виключеному: «якірна обмотка 1 - транзистор 4 - обмотка 2 збудження - діод 13 - резистор 16 - контактна мережа 15 - діод 10 - якірна обмотка 1».

При подальшому зменшенні швидкості шпаруватість регулювання транзистора 12 збільшується й при певній швидкості, при якій ЕДС якірної обмотки 1 стає рівної сумарному спаданню напруги на елементах ланцюга: «якірна обмотка 1 - транзистор 4 - обмотка 2 збудження - транзистор 12 - діод 10 - якірна обмотка 1» транзистор 12 відкривається повністю. Потужність, вироблювана електродвигуном у цьому режимі, не передається в контактну мережу, а гаситься на активних опорах внутрішніх електричних кіл електродвигуна. При подальшому зниженні швидкості руху струми якірної обмотки 1 і обмотки 2 збудження зменшуються пропорційно зменшенню швидкості.

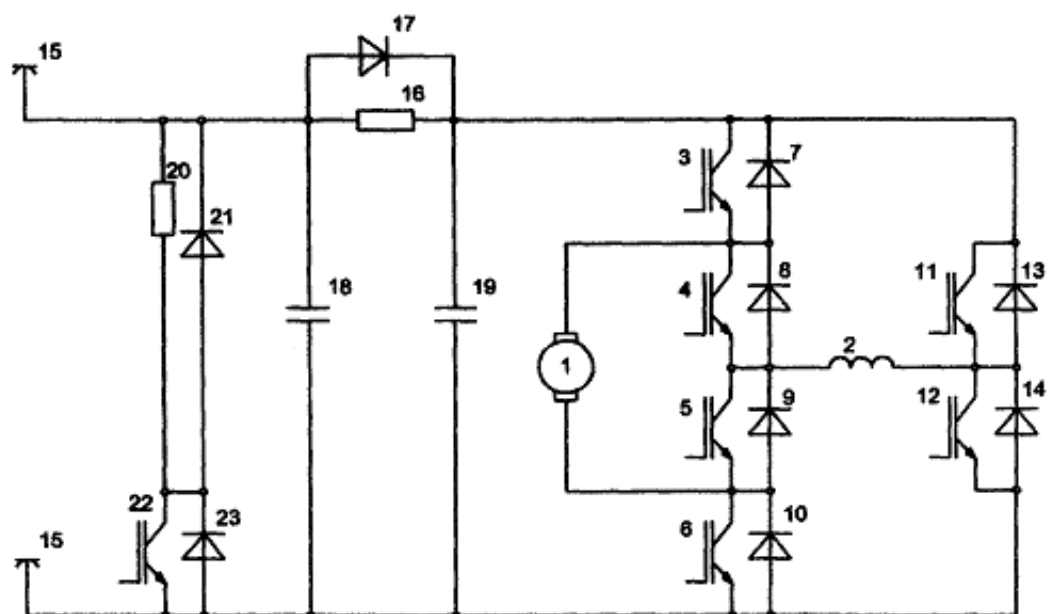
При відсутності підключеного до контактної мережі споживача електроенергії система автоматичного регулювання по певному сигналі, наприклад, сигналу датчика напруги контактної мережі, включає транзистор 22, за допомогою якого забезпечується ланцюг замикання струму якірної обмотки 1 через резистор 20 і, тим самим, передачу електроенергії, вироблюваної електродвигуном у процесі гальмування, у гальмовий резистор 20. При цьому частина електроенергії виділяється, як і в раніше розглянутих режимах рекуперативного гальмування, на резисторі 16. При підключенні до

контактної мережі споживача електроенергії і зниженні, у зв'язку із цим, напруги контактної мережі до певної величини, транзистор 22 вимикається по відповідній команді системи автоматичного регулювання, і електропривод переходить у режим рекуперативного гальмування.

При русі назад робота пристрою аналогічна його роботі при русі вперед з тією лише різницею, що в тяговому режимі постійно включений транзистор 6, а регулювання напруги здійснюється третім транзистором 11. При русі назад у режимі гальмування постійно включений транзистор 5, а регулювання струму обмотки 2 збудження здійснюється третім транзистором 11.

Розширення функціональних можливостей пропонованого пристрою забезпечується за рахунок того, що в пропонованому пристрої, поряд з розглянутим способом регулювання струму в обмотці 3 збудження, що забезпечує роботу електродвигуна в режимі послідовного збудження, можлива реалізація способу, що забезпечує роботу електродвигуна в режимі незалежного збудження. Так, робота електродвигуна в пусковому режимі при незалежному регулюванні струму збудження може бути забезпечена, наприклад, при регулюванні струму якірної обмотки 1 зміною шпаруватості регулювання транзистора 3 і регулюванні струму обмотки 2 збудження зміною шпаруватості роботи транзистора 4. Такий спосіб регулювання може мати певні переваги, у порівнянні зі способом регулювання електродвигуна в режимі послідовного збудження, наприклад, при експлуатації транспортного засобу в умовах обмеженого зчеплення його коліс із опорною поверхнею. Це також вигідно відрізняє пропонований пристрій від прототипу.

Таким чином, пристрій регулювання, що заявляється, забезпечує роботу електроприводу в тяговому й гальмовому режимах, причому, у будь-який момент роботи перетворювача кількість напівпровідникових елементів, по яких протікає струм якірної обмотки і струм обмотки збудження електродвигуна не перевищує трьох, дозволяє підвищити ККД перетворювача, що приводить до поліпшення масовантажних показників, а використання додаткового резистора, встановленого у фільтрі, не тільки при рекуперативному гальмуванні, але й при реостатному гальмуванні дозволяє розширити функціональні можливості пристрою.



Фіг.