



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34276 (13) A

(51) 6 H02P7/62

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ДВИГУНОМ ЗВОРОТНО-ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ

(21) 99063462

(22) 21.06.1999

(24) 15.02.2001

(33) UA

(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

(72) Шибицький Вячеслав Петрович, Шибицька
Наталія Миколаївна, Савчук Микола Миколайович(73) Київський міжнародний університет цивільної
авіації(57) Пристрій для управління двигуном зворотно-
поступального руху, який містить джерело жив-
лення, два основних тиристора, кожний з яких ка-
тодом підключений до однієї з двох обмоток дви-

гуна, два струмообмежуючих дроселя, перший і
другий допоміжні тиристори, накопичувальний і
комутуючий конденсатори, три діоди, який **відріз-
няється** тим, що перший і другий накопичувальні
конденсатори через перший і другий послідовно
з'єднані діод і струмообмежуючий дросель відпо-
відно, підключені до позитивного полюсу джерела
живлення, а через перший і другий основні тири-
стори - до першої і другої обмоток двигуна, які підк-
лючені через перший і другий допоміжні тиристори
до комутуючого конденсатора, зашунтованого по-
слідовно з'єднаними третім діодом і котушкою ін-
дуктивності.

Пропонований пристрій для управління двигу-
ном зворотно-поступального руху відноситься до
області електротехніки і призначений для управ-
ління двообмоточними реверсивними двигунами
зворотно-поступального руху.

Відомий пристрій [1] для живлення двообмо-
точного двигуна зворотно-поступального руху,
який містить зарядний пристрій, до якого підклю-
чений накопичувальний конденсатор. Накопичува-
льний конденсатор підключений через перший і
другий основні тиристори до обмоток прямого і
зворотного ходу двигуна зворотно-поступального
руху відповідно. Комутуючий конденсатор через
перший і другий допоміжні тиристори підключе-
ний до обмоток прямого і зворотного ходу двигуна
відповідно. Конденсатор зашунтований послідовно
включеним діодом і котушкою індуктивності.

Недоліком цього пристрою є те, що він має ни-
зькі коефіцієнт корисної дії і частоту спрацюву-
вання, яка зумовлена великим часом перезарядки
єдиного накопичувального конденсатора.

Найближчим до пропонованого за технічною
суттю і характеру проходження електромагнітних
процесів є пристрій для управління двигуном зво-
отно-поступального руху [2] (прототип). Пристрій
містить два основних тиристора, які підключають
кожну з двох обмоток двигуна до джерела постій-
ного струму, два діоди, два струмообмежуючих
дроселя і два допоміжних тиристора, які сполучені
з основними тиристорами двома комутуючими
конденсаторами, має два зворотних діода, два до-
поміжних тиристора і накопичувальний конденса-
тор, які з'єднані між собою. Причому катоди зворо-

тних діодів з'єднані з початком обмоток двигуна,
аноди допоміжних тиристорів - з кінцями обмоток,
а накопичувальний конденсатор - з негативним
полюсом джерела постійного струму.

Недоліком пристрою по прототипу є складність
конструкції, яка зумовлена великою кількістю напі-
впровідникових приладів і низька швидкодія, яка
зумовлена часом перезарядки одного накопичува-
льного конденсатора.

В основу винаходу поставлено завдання удо-
сконалити пристрій для управління двигуном зво-
отно-поступального руху, в якому внаслідок уве-
днення другого накопичувального конденсатора,
скороченню кількості напівпровідникових приладів
і зміні послідовності з'єднання елементів пристрою
забезпечується спрощення конструкції і підвищен-
ня швидкодії і за рахунок цього досягається змен-
шення габаритів і вартості пристрою.

Поставлене завдання вирішується тим, що в
пристрої для управління двигуном зворотно-
поступального руху, який містить джерело жив-
лення, два основних тиристора, кожний з яких ка-
тодом підключений до однієї з двох обмоток дви-
гуна, два струмообмежуючих дроселя, перший і
другий допоміжні тиристори, накопичувальний і
комутуючий конденсатори, три діоди, згідно з ви-
находом перший і другий накопичувальні конденса-
тори через перший і другий послідовно з'єднані
діод і струмообмежуючий дросель відповідно, під-
ключені до позитивного полюсу джерела живлен-
ня, а через перший і другий основні тиристори - до
першої і другої обмоток двигуна, які підключені че-
рез перший і другий допоміжні тиристори до кому-

туючого конденсатора, зашунтованого послідовно з'єднаними третім діодом і котушкою індуктивності.

Пропонований винахід ілюструється малюнками: на фіг. 1 зображено пристрій для управління двигуном зворотно-поступального руху; на фіг. 2 наведені криві струмів і напруг на елементах пристрою при прямому і зворотному ході якоря в режимі форсування гашення електромагнітного поля двигуна зворотно-поступального руху: 20, 21 - струм в обмотках збудження 9, 13 прямого і зворотного ходу якоря 11 двигуна 10 відповідно; 22 - напруга на комутуючій ємності 14; 23, 24 - напруга на першому 2 і другому 3 накопичувальних конденсаторах відповідно; 25 - струм в котушці індуктивності 17; на фіг. 3 наведені криві напруг і струмів на елементах пристрою при переміщенні якоря в одне з двох крайніх положень в режимі форсування збудження і гашення електромагнітного поля двигуна зворотно-поступального руху: 26 - струм в обмотці збудження 9 чи 13; 27 - напруга на комутуючій ємності 14; 28 - напруга на першому 2 або другому 3 накопичувальному конденсаторі; 29 - струм в котушці індуктивності 17.

Пропонований пристрій для управління двигуном зворотно-поступального руху складається з джерела живлення 1, першого 2 і другого 3 накопичувальних конденсаторів, підключених до джерела живлення 1 через першу 4 і другу 5 котушки індуктивності і перший 6 і другий 7 діоди відповідно. Перший накопичувальний конденсатор 2 через перший силовий тиристор 8 підключений до першої обмотки 9, виконаної у вигляді обмотки збудження прямого ходу двигуна зворотно-поступального руху 10 з якорем 11. Другий накопичувальний конденсатор 3 через другий силовий тиристор 12 підключений до другої обмотки 13, виконаної у вигляді обмотки збудження зворотного ходу двигуна 10. Комутуючий конденсатор 14 через перший комутуючий тиристор 15 підключений до обмотки збудження 9 прямого ходу якоря двигуна і через другий комутуючий тиристор 16 до обмотки збудження 13 зворотного ходу якоря 11. Комутуючий конденсатор 14 зашунтований послідовно включеними котушкою індуктивності 17 і третім діодом 18. Якір 11 двигуна 10 утримується в крайніх положеннях упорами 19.

Пристрій для управління двигуном зворотно-поступального руху працює в двох режимах.

Пристрій для управління двигуном зворотно-поступального руху в режимі форсування гашення електромагнітного поля двигуна працює таким чином.

В початковому стані конденсатори 2, 3 і 14 заряджені полярністю, що вказана на фіг. 1 без дужок. Заряд конденсатора 2 здійснюється від джерела живлення 1 через послідовно включені діод 6 і котушку індуктивності 4, а конденсатора 3 - через діод 7 і котушку індуктивності 5. Попереднє зарядження конденсатора 14 здійснюється від джерела живлення 1, наприклад, через активний опір. Ланцюг попереднього зарядження конденсатора 14 на фіг. 1 не показаний.

Для генерації імпульсів струму в момент часу t_0 від схеми управління (на фіг. 1 не показана) подають відпираючий імпульс на перший силовий тиристор 8. Тиристор 8 відкривається і перший накопичувальний конденсатор 2 розряджається на

обмотку збудження 9 прямого ходу якоря 11 реверсивного двигуна зворотно-поступального руху 10. При цьому напруга на конденсаторі 2 зменшується (див. криву 23 на фіг. 2), а струм в обмотці збудження 9 наростає (див. криву 20 на фіг. 2). Якір 11 прискорюється і під дією електромагнітних сил переміщується в крайнє ліве положення. В момент часу t_1 , коли основна частина енергії конденсатора 2 перетворилась в електромагнітне поле двигуна 10, конденсатор 2 відключають від обмотки збудження 9, забезпечуючи форсування гашення її поля. Для цього в момент часу t_1 включають перший комутуючий тиристор 15. Тиристор 15 відкривається, а до тиристора 8 прикладається різниця напруг ΔU на конденсаторах 14 і 2, більша нуля. Тиристор 8 закривається, конденсатор 2 відключається від обмотки збудження 9 і по ланцюгу діода 6 і котушки індуктивності 4 заряджається від джерела живлення 1 за час $t > t_1$ до початкової напруги. Після того, як тиристор 8 закривається, струм обмотки збудження 9 переходить в ланцюг конденсатора 14 і тиристора 15, що забезпечує на інтервалі часу $t_1 \dots t_2$ рекуперацію не перетвореної електромагнітної енергії двигуна в електричну енергію конденсатора 14. Оскільки ємність конденсатора 14 в 40-60 разів менше від ємності конденсатора 2, то рекуперація енергії в конденсатор меншої ємності протікає в форсованому режимі, який характеризується меншими втратами і часом гашення струму в обмотці 9 до нуля. Це забезпечує більш високий коефіцієнт корисної дії і частоту спрацьовування двигуна зворотно-поступального руху. За час $t_1 \dots t_2$ рекуперації енергії конденсатор 14 перезаряджається (полярністю, вказаній в дужках на фіг. 1). В момент часу t_2 струм обмотки 9 стає рівним нулю. Конденсатор 14 по ланцюгу котушки індуктивності 17 і діода 18 за час $t_2 \dots t_3$ перезаряджається до початкових полярності і напруги. Якщо до моменту часу $t = t_3$ накопичувальний конденсатор 3 виявиться зарядженим до початкової напруги, то пристрій при $t \geq t_3$ готовий до повторного спрацьовування двигуна 10. Для цього включають тиристор 12 і конденсатор 3 за час $t_4 \dots t_5$ розряджається на обмотку 13 зворотного ходу якоря 11 двигуна зворотно-поступального руху 10. Напруга U на конденсаторі 3 зменшується (див. криву 24 на фіг. 2). Струм в обмотці збудження 13 наростає по закону, який описує крива 21, а якір 11 двигуна 10 під дією електромагнітних сил прискорюється вліво до упору 19. Для рекуперації (не перетвореної на механічну) енергії двигуна 10 в комутуючу ємність 14 відкривають другий комутуючий тиристор 16. При цьому різницею напруг ΔU на конденсаторах 14, 3 тиристор 12 закривається, а струм обмотки збудження 13 при $t = t_5$ переходить в ланцюг конденсатора 14 і тиристора 16. Конденсатор 3 від джерела живлення 1 через діод 7 і котушку індуктивності 5 за час $t > t_5$ заряджається до початкової напруги. На інтервалі часу $t_5 \dots t_6$ конденсатор 14 перезаряджається, що забезпечує форсований режим гашення електромагнітного поля двигуна 10 і рекуперацію не перетвореної енергії в конденсатор 14. В момент часу t_6 струм обмотки збудження 13 стає рівним нулю, процес рекуперації закінчується, після чого за час $t_6 \dots t_7$ конденсатор перезаряджається струмом, що змінюється по закону, який описує крива 24, по

ланцюгу котушки індуктивності 17 і діода 18 до початкових полярності і напруги. В момент часу t_7 пристрій готовий до повторного спрацьовування.

Регулювання амплітуди і тривалості імпульсів струму в обмотках двигуна здійснюється зміною часу $t_0...t_1$ (фіг. 2) від моменту відкриття силового тиристора 8 (12) і до моменту його закриття. Цей час дорівнює тривалості розряду конденсатора 2 (3) на обмотку 9 (13). Зі збільшенням цього часу накопичувальний конденсатор 2 (3) розряджається до більшої напруги. Енергія W_3 , яку споживає двигун з конденсатора 2 (3) при цьому зростає. Це зумовлює збільшення амплітуди зусилля $F=dW_3/dx$ (x - переміщення якоря двигуна, $x=const$), яке розвиває двигун. Збільшення часу $t_0...t_1$ призводить до збільшення тривалості $t_0...t_2$ імпульсу струму в обмотках збудження і збільшенню тривалості силової дії.

Зі зменшенням часу $t_0...t_1$ зменшується енергія W_3 , яку споживає двигун і зусилля $F=dW_3/dx$, яке він розвиває. При цьому зменшується тривалість $t_0...t_2$ імпульсів струму в обмотках збудження двигуна і тривалість силової дії.

Відомо, що для підвищення коефіцієнта корисної дії двигунів зворотно-поступального руху використовують також режим форсування збудження електромагнітного поля двигуна. Такий режим роботи можливий в тому випадку, коли перед спрацьовуванням пристрою напруга на конденсаторі 14 буде вища за напругу на конденсаторі 2 (3).

Пропонований пристрій для управління двигуном зворотно-поступального руху в режимі з форсуванням збудження і гашення електромагнітного поля двигуна працює таким чином. В момент часу t_0 (фіг. 3) відкривається тиристор 15 (16). При цьому на обмотку збудження 9 (13) розряджається комутуючий конденсатор 14, напруга на якому зменшується (див. криву 27 на фіг. 3), а струм в обмотці збудження 9 (13) наростає (див. криву 26 на фіг. 3). Так як ємність конденсатора 14 набагато (на 20...40 разів) менше від ємності конденсатора 2 (3), а напруга на ньому вище від напруги на конденсаторах 2 і 3, то при розрядженні конденсатора 14 на обмотку збудження 9 отримуємо високо-частотний контур, який складається з елементів 14 і 9 (13) пристрою. Це забезпечує швидкий увід енергії з конденсатора 14, швидке наростання струму (поля) (див. криву 26 на фіг. 3) і електромагнітних зусиль, які розвиває двигун зворотно-поступального руху. При цьому якорь двигуна під дією швидко наростаючих електромагнітних зусиль починає переміщуватися з великим прискоренням, що сприяє зменшенню часу зрушування якоря і часу спрацьовування двигуна і підвищення коефіцієнта корисної дії енергоперетворення.

В момент часу t_1 , коли напруга на конденсаторі 2 (3) стане більше від напруги на конденсаторі 14 на величину U_1 , яка необхідна для запирання тиристора 15 (16), а якорь двигуна набрав швидкість v_0 , відкривають силовий тиристор 8 (12). При цьому тиристор 15 (16) протилежною напругою U_1 закривається. Розрядження конденсатора 2 (3) на

обмотку збудження 9 (13) двигуна зворотно-поступального руху, яке описується кривою 28 зміни напруги на конденсаторі, забезпечує на інтервалі часу $t_1...t_2$ ефективне перетворення електричної енергії конденсатора в механічну енергію двигуна шляхом підтримки струму (електромагнітного поля) на оптимальному рівні. Характер зміни струму на інтервалі часу $t_1...t_2$ залежить від ємності конденсатора 2 (3) і може збільшуватись або залишатися постійним (як це показано на фіг. 3). Оскільки в момент часу t_1 якорь 11 має деяку початкову швидкість $v>0$, то на відрізку часу $t_1...t_2$ якорь двигуна розганяється до великих швидкостей. Це покращує енергоперетворення, підвищує коефіцієнт корисної дії, а також зменшує час переміщення якоря на робочому ході, що сприяє підвищенню частоти силової дії, яку розвиває двигун зворотно-поступального руху.

В момент часу t_2 , коли необхідна частина енергії конденсатора 2 (3) перетворюється в механічну енергію переміщення якоря 11 двигуна 10, конденсатор 2 (3) відключають від обмотки збудження 9 (13), що забезпечує форсування гашення її поля. Для цього в момент часу t_2 відкривають комутуючий тиристор 15 (16). Різницею напруг U_2 на конденсаторах 2 (3) і 14 тиристор 8 (12) закривається. Конденсатор 2 (3) по ланцюгу діода 6 (7) і котушки індуктивності 4 (5) заряджається від джерела живлення 1 за час $t>t_2$ до початкової напруги. Енергія обмотки збудження 9 (13), яка залишилася, рекуперує в конденсатор 14, перезаряджає його до напруги більшої, ніж напруга на конденсаторі 2 (3) (див. криву 27 на фіг. 3) і забезпечує на інтервалі часу $t_2...t_3$ форсування гашення поля двигуна. В момент часу t_3 струм обмотки 9 (13) (див. криву 26 на фіг. 3) стає рівним нулю.

Конденсатор 14 по ланцюгу котушки індуктивності 17 і діода 18 за час $t_3...t_4$ перезаряджається до початкових полярності і напруги, необхідних при повторному спрацьовуванні пристрою для управління двигуном зворотно-поступального руху.

Підключення першого і другого накопичувального конденсатора через відповідні перший і другий послідовно з'єднані діод і струмообмежуючий дросель до позитивного полюсу джерела живлення, а через перший і другий основні тиристори - до першої і другої обмоток двигуна, які підключені через перший і другий допоміжні тиристори до комутуючого конденсатора, зашунтованого послідовно з'єднаними третім діодом і котушкою індуктивності вигідно відрізняє пропонований пристрій від відомого і дозволяє підвищити швидкість руху двигуна зворотно-поступального руху і надійність роботи пристрою, що досягається за рахунок спрощення конструкції і скорочення кількості напівпровідникових приладів.

Джерела інформації

1. А.с. СССР № 1598099, кл. H02P7/62, Б.И. № 37, 1990.
2. А.с. СССР № 1697253, кл. H02P7/62, Б.И. № 45, 1991 (прототип).

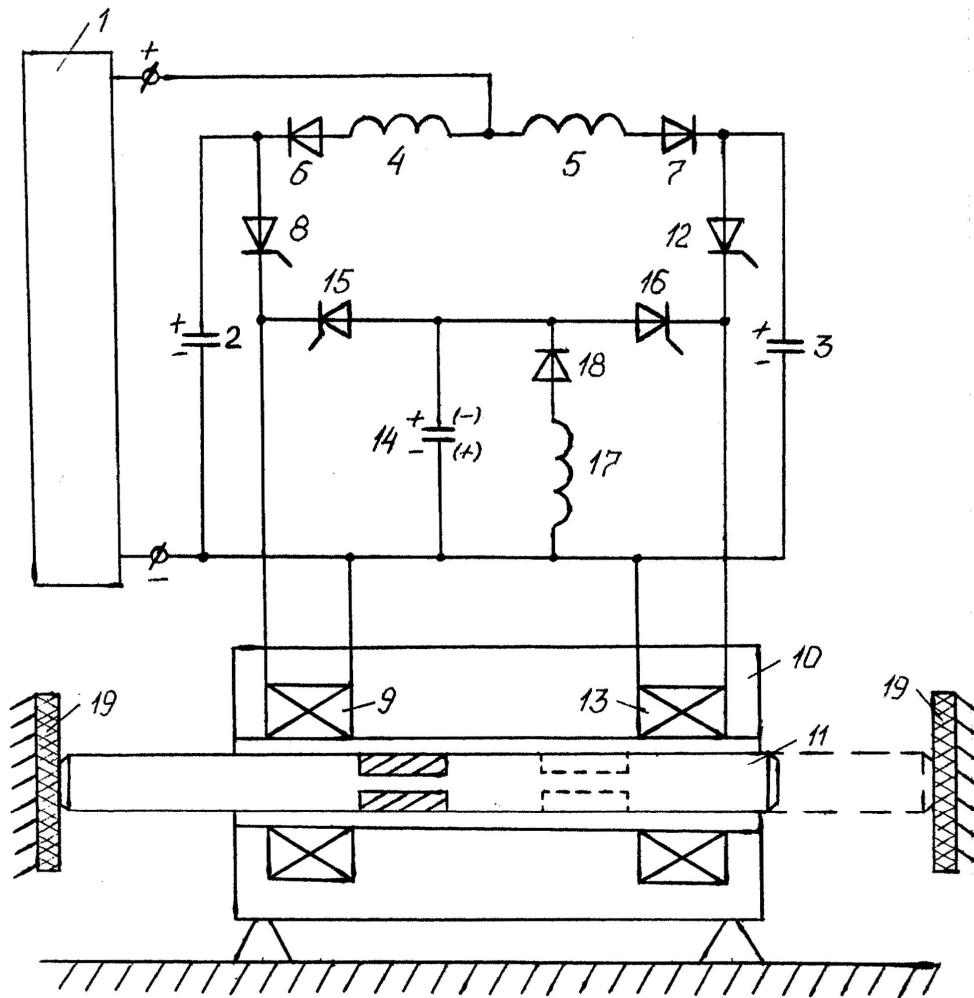


Fig. 1

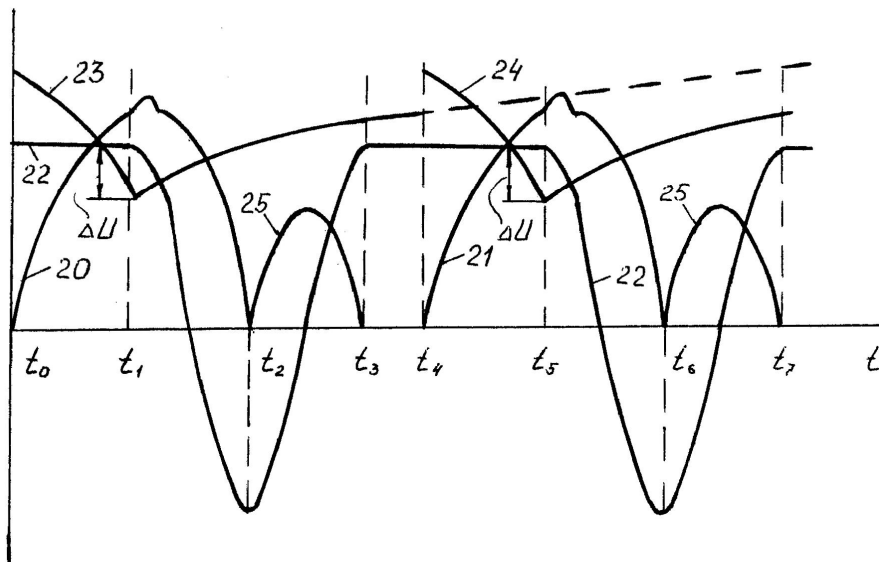
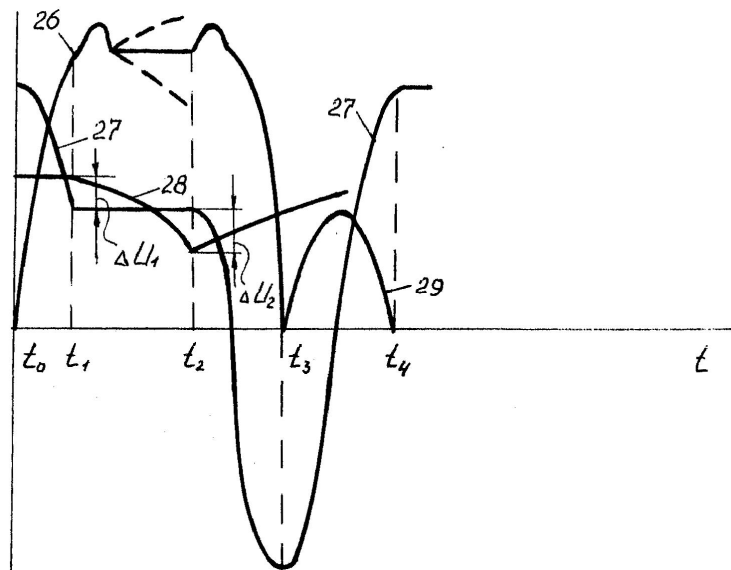


Fig. 2



Фіг. 3

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22
