



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 80161

(13) C2

(51) МПК (2006)

H02K 29/00

H02P 29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ВЕНТИЛЬНИМ ДВИГУНОМ

1

(21) а200505062

(22) 27.05.2005

(24) 27.08.2007

(46) 27.08.2007, Бюл. № 13, 2007 р.

(72) Кохан Павло Степанович, Хоменко Олександр Андрійович, Епштейн Ісаак Ізраїлевич

(73) Кохан Павло Степанович, Хоменко Олександр Андрійович, Епштейн Ісаак Ізраїлевич

(56) RU 2219650, 20.08.2003

RU 2115218, 10.07.1978

SU 1267545, 30.10.1986

Онищенко Г.Б. Асинхронный вентильный каскад. - М.: Энергия, 1967. - С. 119-123.

(57) Пристрій керування асинхронним вентильним двигуном, підключений до трифазної живильної мережі, який має трифазний мережний вимикач, перші клеми якого з'єднані з відповідними фазами трифазної живильної мережі, асинхронний вентильний двигун, датчик швидкості обертання ротора, що з'єднаний з ротором асинхронного вентильного двигуна, задатчик швидкості обертання, блок керування, до третього і четвертого входів якого підключені виходи відповідно датчика швидкості обертання і задатчика швидкості обертання, згладжувальний дросель, перший керований випрямляч, до третіх входів якого підключені другі виходи блока керування, трифазний трансформатор, до вторинних обмоток якого підключені виходи першого керованого випрямляча, первинні обмотки трифазного трансформатора з'єднані з другими клеммами трифазного мережного вимика-

2

ча, який відрізняється тим, що додатково має шину "Пуск", датчик струму ротора, датчик напруги ротора, датчик напруги живильної мережі, датчик амплітуди струму першого керованого випрямляча і другий керований випрямляч, виходи датчика амплітуди струму першого керованого випрямляча з'єднані із сьомими входами блока керування, до перших, других і п'ятих входів якого підключені відповідно виходи датчика струму ротора, виходи датчика напруги ротора і виходи датчика напруги живильної мережі, входи якого з'єднані з другими клеммами трифазного мережного вимикача і з виводами відповідних обмоток статора асинхронного вентильного двигуна, виводи обмоток ротора якого підключені до входів датчика напруги ротора і до перших входів другого керованого випрямляча, у ланцюги підключення обмоток ротора асинхронного двигуна до перших входів другого керованого випрямляча включені фази датчика струму ротора, перші виходи блока керування підключені до других входів другого керованого випрямляча, перший вихід якого через згладжувальний дросель з'єднаний з першим входом першого керованого випрямляча, до другого входу якого підключений другий вихід другого керованого випрямляча, у ланцюги підключення вторинних обмоток трифазного трансформатора до виходів першого керованого випрямляча включений датчик амплітуди струму першого керованого випрямляча, до шостого входу блока керування підключена шина "Пуск".

Передбачуваний винахід відноситься до електротехніки, а саме, до пристроїв керування асинхронними вентильними двигунами і може бути використаний, зокрема, для керування двигунами підйомно-транспортних засобів.

Відомий вентильний електродвигун (1), статорні обмотки якого з'єднані зіркою, що містить трифазну живильну мережу, перший і другий датчики струму обмоток статора, керований трифазний мостовий випрямляч, виходи якого з'єднані з входами першої і другий статорних обмоток, у ланцю-

ги підключення статорних обмоток до виходів керованого трифазного мостового випрямляча включені відповідно перший і другий датчики струму обмоток статора, вхід третьої статорної обмотки підключений до нульової точки трифазної живильної мережі, фази якої з'єднані з входами живлення керованого трифазного мостового випрямляча, задатчик струмів фаз статора, перший блок керування, до першого входу якого підключений вихід задатчика струмів фаз статора. виходи першого і другого датчиків струму обмоток статора

(13) C2

(11) 80161

(19) UA

з'єднані відповідно з третім і четвертим входами першого блоку керування, виходи якого підключені до входів керування керованого трифазного мостового випрямляча, трифазний датчик струму ротора, перетворювач частоти, до виходів якого підключені виводи обмоток ротора, до входів живлення перетворювача частоти підключена трифазна живильна мережа, у ланцюги підключення якої до входів живлення перетворювача частоти включений трифазний датчик струму ротора, датчик положення ротора, що з'єднаний з ротором, датчик швидкості обертання, що також з'єднаний з ротором, задатчик швидкості обертання, другий блок керування, до входів якого з першого по четвертий підключені відповідно виходи трифазного датчика струму ротора, задатчика швидкості обертання, датчика положення ротора і датчика швидкості обертання, перший вихід другого блоку керування з'єднаний із другим входом першого блоку керування, а другі виходи з'єднані з керуючими входами перетворювача частоти.

Даний вентильний двигун так само, як і пристрій керування асинхронним вентильним двигуном, що заявляється, містить керований трифазний мостовий випрямляч, трифазний датчик струму ротора, датчик швидкості обертання, що з'єднаний з ротором, задатчик швидкості обертання, блок керування. Однак, відсутність датчика напруги ротора, датчика амплітуди струму першого керованого випрямляча, датчика напруги живильної мережі, дроселя, що згладжує і трифазного трансформатора погіршує масогабаритні і техніко-економічні показники відомого пристрою.

Найбільш близьким по технічній сутності до пристрою, що заявляється, є пристрій керування асинхронним вентильним двигуном (2), що містить перші і другий трифазні мережні вимикачі, перші клеми кожного з яких з'єднані з відповідними фазами трифазної живильної мережі, перший і другий трифазні контактори. відповідні перші клеми кожного з яких з'єднані між собою і з відповідними другими клеммами першого трифазного мережного вимикача, третій двохфазний контактор, асинхронний вентильний двигун, вхідні виводи статорних обмоток якого підключені до відповідних других клем першого і другого трифазних контакторів, дві з яких з'єднані також з першими клеммами третього двохфазного контактора, випрямляч динамічного гальмування, виводи постійної напруги якого підключені до других клем третього двохфазного контактора, а виводи перемінної напруги з'єднані з виходами мережі перемінного струму, некерований трифазний випрямляч, до відповідних виводів перемінної напруги якого підключені відповідні виводи роторних обмоток асинхронного двигуна, автоматичний вимикач, перший вивід якого з'єднаний з першим виводом постійної напруги некерованого трифазного випрямляча, дросель, що згладжує, перший вивід якого підключений до другого виводу автоматичного вимикача, настановний резистор, перший і другий виводи якого з'єднані з полюсами джерела постійної напруги, шунт, блок керування, перший вхід якого з'єднаний з ротором асинхронного двигуна, а другий з'єднаний із другим виводом настановного резистора, з другим

виводом дроселя, що згладжує, і з першим виводом шунта, задатчик швидкості обертання, датчик швидкості обертання, вихід якого підключений до п'ятого входу блоку керування, до четвертого входу якого підключений вихід задатчика швидкості обертання, керований трифазний випрямляч, силовий вхід якого з'єднаний із третім входом блоку керування і з другим виводом шунта, а керуючі - з виходами блоку керування, трифазний трансформатор, до перших виводів вторинних обмоток якого підключені відповідні виходи керованого трифазного випрямляча, другі виводи вторинних обмоток трифазного трансформатора з'єднані між собою і з другим виводом постійної напруги некерованого трифазного випрямляча, перші виводи первинних обмоток трифазного трансформатора з'єднані між собою, а другі виводи первинних обмоток трифазного трансформатора підключені до відповідних клем другого трифазного мережного вимикача.

Даний пристрій так само, як і пристрій керування асинхронним вентильним двигуном, що заявляється, містить трифазну живильну мережу, трифазний мережний вимикач, датчик швидкості обертання ротора, задатчик швидкості обертання, блок керування, дросель, що згладжує, керований випрямляч, трифазний трансформатор. Однак, відсутність датчика струму ротора, датчика напруги ротора, другого керованого випрямляча, датчика амплітуди струму першого керованого випрямляча і датчика напруги живильної мережі, і зв'язків введених елементів між собою і з іншими елементами ускладнює відомий пристрій і погіршує техніко-економічні показники відомого пристрою.

В основу передбачуваного винаходу поставлена задача удосконалення пристрою керування асинхронним вентильним двигуном шляхом введення нових елементів і зв'язків у пристрій, що дозволяє спростити пристрій і підвищити його техніко-економічні показники, зокрема, підвищити надійність і ефективність керування, а також розширити функціональні можливості пристрою за рахунок реверсування швидкості асинхронного двигуна.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомий пристрій керування асинхронним вентильним двигуном, що містить трифазну живильну мережу, трифазний мережний вимикач, перші клеми якого з'єднані з відповідними фазами трифазної живильної мережі, асинхронний вентильний двигун, датчик швидкості обертання ротора, що з'єднаний з ротором асинхронного вентильного двигуна, задатчик швидкості обертання, блок керування, до третього і четвертого входів якого підключені виходи відповідно датчика швидкості обертання і задатчика швидкості обертання, дросель, що згладжує, перший керований випрямляч, до третіх входів якого підключені другі виходи блоку керування, трифазний трансформатор, до вторинних обмоток якого підключені виходи першого керованого випрямляча, первинні обмотки трифазного трансформатора з'єднані з другими клеммами трифазного мережного вимикача. відповідно до винаходу введені шина «Пуск», датчик струму ротора, датчик напруги ротора, датчик напруги жи-

вильної мережі, датчик амплітуди струму першого керованого випрямляча і другий керований випрямляч, виходи датчика амплітуди струму першого керованого випрямляча з'єднані з сьомими входами блоку керування, до перших, других і п'ятих входів якого підключені відповідно виходи датчика струму ротора, виходи датчика напруги ротора і виходи датчика напруги живильної мережі, виходи якого з'єднані з другими клеммами трифазного мережного вимикача і з виводами відповідних обмоток статора асинхронного вентильного двигуна, виводи обмоток ротора якого підключені до входів датчика напруги ротора і до перших входів другого керованого випрямляча, у ланцюги підключення обмоток ротора асинхронного двигуна до перших входів другого керованого випрямляча включені фази датчика струму ротора, перші виходи блоку керування підключені до других входів другого керованого випрямляча, перший вихід якого через дросель, що згладжує, з'єднаний з першим входом першого керованого випрямляча, до другого входу якого підключений другий вихід другого керованого випрямляча, у ланцюги підключення вторинних обмоток трифазного трансформатора до виходів першого керованого випрямляча включений датчик амплітуди струму першого керованого випрямляча, до шостого входу блоку керування підключена шина «Пуск».

Введення в пристрій керування асинхронним вентилювальним двигуном датчика струму ротора, датчика напруги ротора, другого керованого випрямляча, датчика амплітуди струму першого керованого випрямляча, датчика напруги живильної мережі і зв'язків введених елементів між собою і з іншими елементами пристрою дозволяє виключити двофазний контактор, випрямляч динамічного гальмування, мережу перемінного струму, що живить випрямляч динамічного гальмування, некерований випрямляч і спростити блок керування за рахунок вилучення елементів, що керували вилученими елементами пристрою, при цьому підвищується надійність керування і його ефективність за рахунок збільшення швидкодії пристрою, тому що відпала необхідність переключення контактора відомого пристрою при гальмуванні, за рахунок зменшення втрат електроенергії, зниження теплових навантажень двигуна, що виникають у відомому пристрої при гальмуванні і за рахунок розширення функціональних можливостей, тому що пристрій, що заявляється, може реверсувати швидкість асинхронного двигуна.

На кресленнях приведені:

Фіг.1 - схема пропонованого пристрою керування асинхронним вентилювальним двигуном;

Фіг.2 - електрична схема другого і першого керованих випрямлячів і їхнє з'єднання між собою, як приклад виконання;

Фіг.3 - спрощена схема алгоритму роботи блоку керування пристрою керування асинхронним вентилювальним двигуном.

Пристрій керування асинхронним вентилювальним двигуном - Фіг.1 містить трифазну живильну мережу 1, трифазний мережний вимикач 2, перші клеми якого з'єднані з відповідними фазами трифазної живильної мережі 1, асинхронний вентильний дви-

гун 3 з ротором 4, датчик 5 струму ротора, датчик 6 напруги ротора, датчик 7 швидкості обертання ротора, що зв'язаний з ротором 4 асинхронного вентильного двигуна 3, задатчик 8 швидкості обертання ротора, датчик 9 напруги живильної мережі, блок керування 10, до перших, других, третього, четвертого і п'ятих входів якого підключені виходи відповідно датчика 5 струму ротора, датчика 6 напруги ротора, датчика 7 швидкості обертання, задатчика швидкості обертання 8 і датчика 9 напруги живильної мережі, другий керований випрямляч 11, перші входи якого з'єднані з виводами обмоток ротора 4 і з входами датчика 6 напруги ротора, у ланцюги підключення обмоток ротора 4 до перших входів другого керованого випрямляча 11 включені фази датчика 5 струму ротора, дросель 12, що згладжує, перший керований випрямляч 13, до третіх входів якого підключені другі виходи блоку керування 10, перші виходи якого з'єднані з другими входами другого керованого випрямляча 11, перший вихід якого підключений через дросель 12, що згладжує, до першого входу першого керованого випрямляча 13, до другого входу якого підключений другий вихід другого керованого випрямляча 11, датчик 14 амплітуди струму першого керованого випрямляча 13, трифазний трансформатор 15, виводи вторинних обмоток якого підключені до виходів першого керованого випрямляча 13, у ланцюги підключення вторинних обмоток трифазного трансформатора 15 до виходів першого керованого випрямляча 13 включений датчик 14 амплітуди струму, виходи якого підключені до сьомих входів блоку керування 10, до шостого входу якого підключена шина 16 «Пуск», виводи первинних обмоток трифазного трансформатора 15 з'єднані з відповідними другими клеммами трифазного мережного вимикача 2, з відповідними виводами статорних обмоток асинхронного вентильного двигуна 3 і з відповідними входами датчика 9 напруги живильної мережі.

Другий 11 керований випрямляч - Фіг.2 містить першу групу тиристорів 17-1, 17-2, 17-3, катоди яких з'єднані між собою і з першим виходом другого 11 керованого випрямляча, другу групу тиристорів 18-1, 18-2, 18-3, аноди яких з'єднані між собою і з другим виходом другого 11 керованого випрямляча, перші входи другого 11 керованого випрямляча, перший з яких підключений до анода тиристора 17-1 і до катода тиристора 18-1, другий з яких підключений до анода тиристора 17-2 і до катода тиристора 18-2, третій з яких підключений до анода тиристора 17-3 і до катода тиристора 18-3, виводи, що керують, тиристорів 17-1, 17-2, 17-3, 18-1, 18-2, 18-3 з'єднані кожний з відповідним входом із других входів другого 11 керованого випрямляча.

Перший 13 керований випрямляч - Фіг.2 містить першу групу тиристорів 19-1, 19-2, 19-3, аноди яких з'єднані між собою і з першим входом першого 13 керованого випрямляча, другу групу тиристорів 20-1, 20-2, 20-3, катоди яких з'єднані між собою і з другим входом першого 13 керованого випрямляча, виходи першого 13 керованого випрямляча, перший з яких підключений до катода тиристора 19-1 і до анода тиристора 20-1, другий з

яких підключений до катода тиристора 19-2 і до анода тиристора 20-2, третій з яких підключений до катода тиристора 19-3 і до анода тиристора 20-3, виводи, що керують, тиристорів 19-1, 19-2, 19-3, 20-1, 20-2, 20-3 з'єднані кожний з відповідним входом із третіх входів першого 13 керованого випрямляча.

Блок керування 10 являє собою мікропроцесорний пристрій керування, у пам'ять якого введені програми керування роботою асинхронного вентильного двигуна.

Пристрій керування асинхронним вентильним двигуном працює в такий спосіб.

Перед включенням пристрою на вхід блоку керування 10 за допомогою задатчика швидкості 8 подають сигнал, пропорційний величині швидкості, на якій повинний працювати асинхронний вентильний двигун 3 і, замикаючи трифазний мережний вимикач 2, підключають обмотки статора до живильної мережі. Включення пристрою керування асинхронним вентильним двигуном роблять подачею на шину 16 сигналу «Пуск». Після цього блок керування 10 по сигналах, що надходять від задатчика швидкості 8, датчика 7 швидкості обертання, датчика 5 струму ротора і датчика 6 напруги ротора починає виробляти імпульси, що подаються на виводи керування тиристорів 17-1, 17-2, 17-3, 18-1, 18-2, 18-3 другого 11 керованого випрямляча, а по сигналах, що надходить від задатчика швидкості 8, датчика 7 швидкості обертання, датчика 14 амплітуди струму в ланцюзі першого 13 керованого випрямляча і датчика 9 напруги живильної мережі починає виробляти імпульси, подавані на виводи керування тиристорів 19-1, 19-2, 19-3, 20-1, 20-2, 20-3 першого 13 керованого випрямляча.

Блок керування 10 по величинах сигналів від датчика 5 струму ротора і датчика 6 напруги ротора визначає положення вектора ЕДС ротора, по величинах сигналів від задатчика швидкості 8 -  $V_{\text{зал}}$  і датчика швидкості 7 -  $V_{\text{факт}}$  визначає їхню різницю -  $\Delta V = V_{\text{зал}} - V_{\text{факт}}$ , по якій обчислює величину сигналу, що використовується для регулювання швидкості -  $V_p$ , наприклад, по пропорційно-інтегральному законі по формулі  $V_p = k_1 \cdot \Delta V + k_2 \cdot \Delta V dt$ , де  $k_1$  і  $k_2$  - установлені коефіцієнти пропорційності. Далі блок керування 10 визначає знак сигналу -  $V_p$  і, якщо він позитивний, то блок керування 10 видає на керуючі виводи тиристорів 17-1, 17-2, 17-3, 18-1, 18-2, 18-3 керованого випрямляча 11 імпульси з кутом керування, який не перевищує трьох градусів стосовно фаз вектора ЕДС, тобто задає руховий режим (режим збільшення швидкості). Якщо він негативний, то блок керування 10 видає на керуючі виводи тиристорів 17-1, 17-2, 17-3, 18-1, 18-2, 18-3 керованого випрямляча 11 імпульси з кутом керування 130-150 градусів, тобто задає гальмовий режим (режим зменшення швидкості).

Крім того, блок керування 10 обчислює різницю  $\Delta I$  модуля сигналу -  $|V_p|$  і сигналу від датчика 14 амплітуди струму -  $I$ , тобто  $\Delta I = |V_p| - I$  і визначає величину сигналу, що використовується для регулювання струму -  $I_p$  у ланцюзі підключення першого керованого випрямляча 13 до живильної мережі, наприклад по пропорційно-інтегральному закону

по формулі  $I_p = k_3 \cdot |\Delta I| + k_4 \cdot |\Delta I| dt$ . По величині сигналу -  $I_p$  і величині сигналу від датчика 9 напруги живильної мережі блок керування 10 формує імпульси, що надходять на входи керування тиристорів 19-1, 19-2, 19-3, 20-1, 20-2, 20-3 першого керованого випрямляча 13 з кутом керування 0-150 градусів, при цьому величина кута керування формується такий, щоб зменшити величину -  $\Delta I$  різниці модуля сигналу -  $|V_p|$  і сигналу від датчика 14 амплітуди струму -  $I$ .

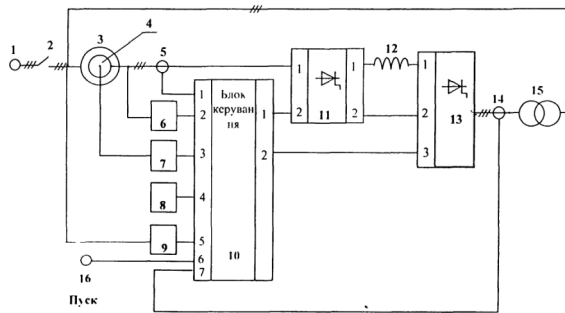
При досягненні двигуном заданої швидкості обертання величина сигналу -  $V_p$  установлюється на визначеному рівні, що залежить від навантажувального моменту двигуна. У випадку, якщо при досягненні двигуном заданої швидкості, відбудеться перерегулювання і швидкість двигуна перевищить задане значення (тобто величина сигналу від датчика швидкості 7 стане більше величини сигналу від задатчика 8), то пристрій переведе двигун у гальмовий режим - блок керування 10 почне видавати на керуючі виводи тиристорів 17-1, 17-2, 17-3, 18-1, 18-2, 18-3 керованого випрямляча 11 імпульси з кутом керування 130-150 градусів. Це положення буде зберігатися доти, поки швидкість двигуна не установиться рівної заданому значенню.

Для гальмування двигуна за допомогою задатчика 8 установлюється необхідна величина швидкості, менша фактичної швидкості. Так як сигнал від датчика швидкості 7 (фактична швидкість двигуна), у цьому випадку, більше сигналу від задатчика 8, блок керування 10 починає видавати на керуючі виводи тиристорів 17-1, 17-2, 17-3, 18-1, 18-2, 18-3 керованого випрямляча 11 імпульси з кутом керування 130-150 градусів. При досягненні двигуном заданої швидкості сигнал -  $V_p$  установлюється на визначеному рівні, що залежить від навантажувального моменту двигуна. Якщо задана швидкість була встановлена рівної «0», то двигун зупиняється. Можливе обертання двигуна в протилежному напрямку. Для цього встановлюють за допомогою задатчика 8 величину заданої швидкості зі знаком протилежним тому, що був раніше. Далі процес керування виведенням двигуна на задану швидкість аналогічний описаному вище. При роботі двигуна як привід піднімальної установи моменти завдання режимів роботи визначаються або пристроями автоматики, або по команді оператора, що керує піднімальною установкою.

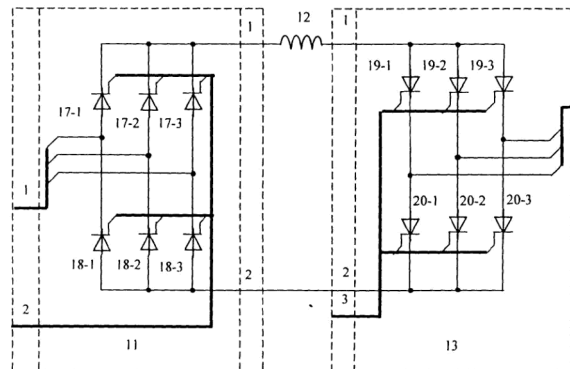
У тому випадку, якщо швидкість двигуна близька до граничного (синхронної), то величина сигналу від датчика 6 напруги ротора близька до нульової величини, тому, якщо задана швидкість близька до граничного, то, коли величина сигналу від датчика 6 напруги ротора стане менше, ніж 0,05 номінальної величини сигналу від цього датчика, блок керування 10 видає на входи керування тиристорів 17-1, 17-2, 17-3, 18-1, 18-2, 18-3 другого керованого випрямляча 11 постійний сигнал, тобто відкриває них по входу керування, підтримуючи задану швидкість. Це передбачено для того, щоб не погіршилася якість керування двигуном при наблизненні швидкості двигуна до граничного (синхронному) значенню.

1. А.с. СРСР №1267545, кл. H02K29/00, Бюл. №40 1986.

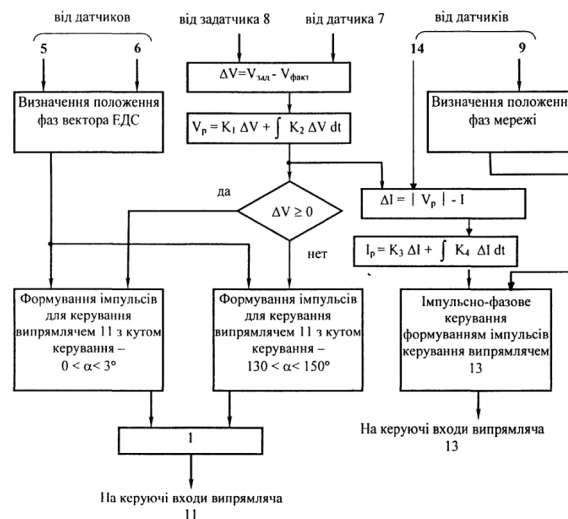
2. Г.Б.Онищенко. Асинхронный вентиляный каскад. «Енергія», М.,1967, с.119-123, мал.62.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3