



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37857 (13) A

(51) 6 G01R31/34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАВАНТАЖЕННЯ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

(21) 2000042355

(22) 25.04.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Мосьпан Владислав Олександрович, Мосьпан
Денис Владиславович(73) Кременчуцький державний політехнічний ін-
ститут

(57) Пристрій для навантаження асинхронних електродвигунів, що містить асинхронний електродвигун, реверсивний тиристорний регулювальник напруги, включений в фази статора двигуна, систему імпульсно-фазового управління, датчики струму і швидкості, який **відрізняється** тим, що пристрій містить додатково: пороговий елемент, логічний перемикаючий пристрій, блок керованої струмової відсічки, систему автоматичного регулювання, шунтуючий вимикач і контактор, причому вихід сис-

теми автоматичного регулювання зв'язаний з першим і другим входами реверсивного тиристорного регулювальника напруги через систему імпульсно-фазового управління, вихід датчика швидкості зв'язаний з третім входом системи автоматичного регулювання, і, через пороговий елемент, з входами логічного перемикаючого пристрою, перший і другий виходи логічного перемикаючого пристрою пов'язані, відповідно, з першими і другими входами системи імпульсно-фазового управління і блоку керованої струмової відсічки, четвертий і третій виходи логічного перемикаючого пристрою сполучені, відповідно, з входами контактора і шунтуючого вимикача, вихід блоку керованої струмової відсічки пов'язаний з першим входом системи автоматичного регулювання, на другий вхід системи автоматичного регулювання подається напружен-
ня задання на швидкість.

Винахід належить до галузі електромеханіки і може бути використаний у системах післяремонтних випробувань асинхронних електродвигунів в умовах електроремонтних підприємств.

Відомі пристрої для навантаження асинхронних електродвигунів вміщують систему управління, яка, за допомогою сигналів від датчиків струму і швидкості через пристрій управління тиристорами, діє на реверсивний тиристорний регулювальник напруги, включений у фази статора асинхронного електродвигуна, змінюючи режими роботи двигуна. [Тиристорный асинхронный электродвигатель с фазовым управлением / В.А.Шебейко, И.Я.Бра-
славский. - М.: Энергия, 1972. - С. 177]. Недоліками цього пристрою є неможливість автоматичного переходу електродвигуна з рухового режиму в режим противімкнення і, навпаки; не забезпечується компенсація втрат в сталі в режимі противімкнення.

Найближчим до запропонованого є пристрій для навантаження асинхронних електродвигунів, який містить панель управління, три блоки режимів «Уперед», «Назад», «Гальмо», систему імпульсно-фазового управління, блок захисту, блок зворотного зв'язку, блок живлення, датчик струму, датчик швидкості, реверсивний тиристорний регулювальник напруги, включений в фази статора дви-

гуна, асинхронний електродвигун. [Тиристорные преобразователи напряжения / Л.П.Петров и др. М.: Энергоатомиздат, 1986. - С. 186]. Недоліками пристрою навантаження асинхронних електродвигунів є неможливість автоматичного переходу з рухового режиму в режим противімкнення із заданою або визначеною періодичністю; відсутність контуру зворотного зв'язку за струмом, що знижує динамічні характеристики електродвигуна; не забезпечується компенсація втрат в сталі в режимі противімкнення; дозволяє керувати електродвигунами потужністю не більше за 38 кВт.

В основу винаходу поставлено задачу створення пристрою для навантаження асинхронних електродвигунів шляхом введення додатково: порогового елементу, логічного перемикаючого пристрою, блоку керованої струмової відсічки, системи автоматичного регулювання, шунтуючого вимикача, і контактора, що дасть змогу забезпечити автоматичний перехід двигуна з рухового режиму до режиму протидії із заданою або визначеною періодичністю; покращити динамічні характеристики електродвигуна; виключити протікання пускових струмів через тиристори перетворювача; підвищити якість навантаження асинхронних електродвигунів під час випробувань і спрощення конструкції випробувальних стендів.

(19) UA (11) 37857 (13) A

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для навантаження асинхронних двигунів містить: асинхронний електродвигун, реверсивний тиристорний регулювальник напруги, включений в фази статора двигуна, систему імпульсно-фазового управління, датчики струму і швидкості, пороговий елемент, логічний перемикаючий пристрій, блок керованої струмової відсічки, систему автоматичного регулювання, шунтуючий вимикач і контактор, причому вихід системи автоматичного регулювання пов'язаний з першим і другим входами реверсивного тиристорного регулювальника напруги через систему імпульсно-фазового управління, вихід датчика струму пов'язаний з четвертим входом системи автоматичного регулювання, вихід датчика швидкості пов'язаний з третім входом системи автоматичного регулювання і, через пороговий елемент, з входами логічного перемикаючого пристрою; перший і другий виходи логічного перемикаючого пристрою пов'язані відповідно з першими і другими входами системи імпульсно-фазового управління і блоку керованої струмової відсічки. Четвертий і третій виходи логічного перемикаючого пристрою сполучені відповідно з входами контактора і шунтуючого вимикача, вихід блоку керованої струмової відсічки пов'язаний з першим входом системи автоматичного регулювання, на другий вхід системи автоматичного регулювання подається напруга завдання на швидкість.

Суть винаходу пояснюють креслення. Фіг. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. На фіг. 1 наведено блок-схему пристрою для навантаження асинхронних електродвигунів. На фіг. 2 представлена блок-схема логічного перемикаючого пристрою та порогового елементу. На фіг. 3 зображені механічні характеристики електродвигуна під час навантаження. На фіг. 4 наведено діаграму швидкості електродвигуна, що навантажується, в період робочих циклів. На фіг. 5 представлені графіки зміни моменту та струму статора двигуна під час навантаження. На фіг. 6 зображена принципова схема другого та третього блоків порогового елементу. На фіг. 7 зображена принципова схема першого блоку порогового елементу.

Пристрій для навантаження асинхронних двигунів має блок-схему, яка містить: електродвигун, що навантажується 1, реверсивний тиристорний регулювальник напруги 2, систему імпульсно-фазового управління 3, датчик струму 4, датчик швидкості 5, пороговий елемент 6, блок керованої струмової відсічки 7, систему автоматичного регулювання 8, шунтуючий вимикач 9, контактор 10, логічний перемикаючий пристрій 11. Блок 2 - реверсивний тиристорний регулювальник напруги, являє собою п'ять тиристорних комутуючих елементів, які, по черзі включаючись, комутують фази статора електродвигуна 1. Потужність електродвигуна, що навантажується, 1 визначається номінальними струмами тиристорів, що входять в тиристорні комутуючі елементи (ТКЕ). Крім того, ТКЕ, які відповідають прямому включенню фаз статора електродвигуна, що навантажується, 1, будемо називати першою групою тиристорів, а ТКЕ, що відповідають зворотному включенню фаз - другою групою тиристорів, при цьому ТКЕ, включений в фазу 3, входить в обидві групи. Блок 3 - система

імпульсно-фазового управління - це десять блоків управління тиристорами з використанням високо-частотних імпульсів, причому третій вхід системи імпульсно-фазового управління - це вхід для подачі керуючої напруги U_y , що визначає величину кута відкриття тиристорів α . Перший і другий входи - релейні. При появі сигналу на одному з входів з'являються імпульси, що відкривають тиристори однієї з груп блоку 2, якщо сигналу немає - тиристори блоку 2 закриті. Блок 4 - датчик струму, являє собою трансформатори струму з вторинними обмотками, сполученими в «зірку» і підключеними до малопотужного трифазного мостового випрямляча, навантаженого на омичний опір. При цьому вихідна напруга виявляється пропорційною до струму статора електродвигуна, що навантажується 1. Блок 5 - датчик швидкості, це типовий тахогенератор, включений на паралельний омичний опір. При цьому напруга на виході дільника напруги пропорційна швидкості обертання валу електродвигуна, що навантажується 1. Блок 6 - пороговий елемент, служить для управління роботою логічного перемикаючого пристрою і взаємопов'язаний з логічним перемикаючим пристроєм. Блок-схема порогового елемента приведена на фіг. 2. Пороговий елемент складається з трьох окремих блоків ПЕ1, ПЕ2, ПЕ3, входи яких підключені до виходу датчика швидкості 5 через відповідні контакти логічного перемикаючого пристрою 11. ПЕ1 - це типова схема нелінійності типу «зона нечутливості» (фіг. 7.). Опорна напруга U_{on1} , та, що подається на ПЕ1 вибирається з розрахунку швидкості перемикаючого двигуна, що навантажується, 1 в режимі противімкнення. Один з варіантів принципової схеми елементів ПЕ2 і ПЕ3 представлений на фіг. 6. Ці блоки чутливі тільки в області напруг, менших, ніж опорні напруги, що подаються на них U_{on2} і U_{on3} , які відповідають швидкості перемикаючого двигуна, що навантажується, 1 в руховий режим, і швидкості відключення двигуна, що навантажується 1, відповідно. Блок 7 - блок керованої струмової відсічки, служить для обмеження струму в ланцюгу статора як в руховому режимі електродвигуна, що навантажується 1, так і в режимі противімкнення, що дозволяє забезпечити компенсацію втрат в сталі в період робочого циклу навантаження. Рівень струму в ланцюгу статора можна регулювати і встановлювати за допомогою величин опорних напруг U_{on4} і U_{on5} , що подаються на блок керованої струмової відсічки. Блок керованої струмової відсічки 7 являє собою дві окремі схеми обмеження струму на діодах, пов'язані з регулювальником швидкості системи автоматичного регулювання 8. Причому опорна напруга U_{on4} визначає рівень обмеження струму для рухового режиму електродвигуна, що навантажується 1, а опорна напруга U_{on5} - для режиму противімкнення електродвигуна 1. Перемикаючі відповідних рівнів обмеження струму проводиться логічним перемикаючим пристроєм 11 в залежності від режиму електродвигуна, що навантажується 1, за допомогою керованих ключів 35, 36 (фіг. 2), причому, перший вхід блоку керованої струмової відсічки - це інформаційний вхід керованого ключа 35 в ланцюгу обмеження струму в руховому режимі, а другий вхід - це інформаційний вхід керованого ключа 36 в ланцюгу обмеження струму в режимі противімкнення. Блок 8 - систе-

ма автоматичного регулювання, являє собою електронний пристрій, що дозволяє управляти швидкістю двигуна і підтримувати стабільність заданої швидкості. Причому, задана швидкість може бути будь-якою і визначається величиною напруги задання U_z , яка поступає на другий вхід системи автоматичного регулювання 8. Система автоматичного регулювання 8 забезпечує високі динамічні характеристики електродвигуна, що навантажується 1, внаслідок зв'язку з блоками 4, 5, що в сукупності складає двоконтурну систему автоматичного управління електродвигуном, що навантажується 1. Система автоматичного регулювання 8 являє собою послідовно сполучені: задатчик інтенсивності, регулювальник швидкості і регулювальник струму, зібрані на основі підсилювачів постійного струму типу УПТ-5, причому перший вхід системи автоматичного регулювання 8 - це ланцюг зворотного зв'язку регулювальника швидкості, другий вхід - це вхід задатчика інтенсивності, третій вхід - це вхід регулювальника швидкості і четвертий вхід - це вхід регулювальника струму. На виході регулювальника струму, який, відповідно, є виходом системи автоматичного регулювання 8, формується керуюча напруга U_y для блоку 3. Блоки 9, 10 - шунтуючий вимикач і контактор - це типові електротехнічні вироби, що широко застосовуються на практиці, і тому в додатковому описі не мають потреби. Блок 11 - логічний перемикаючий пристрій, являє собою електромеханічний або електронний пристрій, за допомогою якого здійснюється підключення електродвигуна, що навантажується, 1 до мережі, пуск електродвигуна, що навантажується, 1 при замкненому шунтуючому вимикачі 9, перемикання груп тиристорів блоку 2 і одночасне перемикання рівнів обмеження струму в блоці керованої струмової відсічки 7, а також відключення електродвигуна, що навантажується, 1 від мережі при зниженні швидкості до заданої в режимі гальмування противімкненням. Блок-схема одного з варіантів блоку 11 представлена на фіг. 2. Вона містить: три блоки «І» (13, 16, 28); один блок «АБО» (29); три блоки «І-НІ» (23, 24, 25); чотири блоки «АБО-НІ» (14, 17, 19, 27); п'ять блоків «НІ» (15, 18, 20, 22, 26); один логічний елемент часу (21); три керованих ключі (30, 31, 32).

При цьому, перший вхід блоку 13 сполучений з «+» джерела живлення і через кнопку «Пуск» - із землею, вихід блоку 13 сполучений з першим входом блоку 11 через послідовно сполучені блоки 14-22, 28, вихід блоку 15 сполучений з четвертим виходом блоку 11, виходи блоків 14, 17, 19 сполучені зі своїми другими входами через блоки 23, 24, 25 відповідно, вихід блоку 19 підключений до третього виходу блоку 11, вихід блоку 21 сполучений з другим виходом блоку 11 через блок 29, виходи блоків 17, 18 пов'язані з інформаційними входами керованих ключів 30, 31 відповідно, і з першими входами блоків 28, 29, відповідно, вихід блоку 20 сполучений з інформаційним входом керованого ключа 32, вхід блоку 11 пов'язаний з другим входом блоку 16 через керуючий ключ 30 і блок ПЕ1 порогового елемента 7, з другим входом блоку 24 і з третім входом блоку 16 через керуючий ключ 31, блок ПЕ2 порогового елемента 7 і блок 26, з другими входами блоків 13, 23, 25 через керований ключ 32, блок ПЕ3 порогового елемента 7 і блок

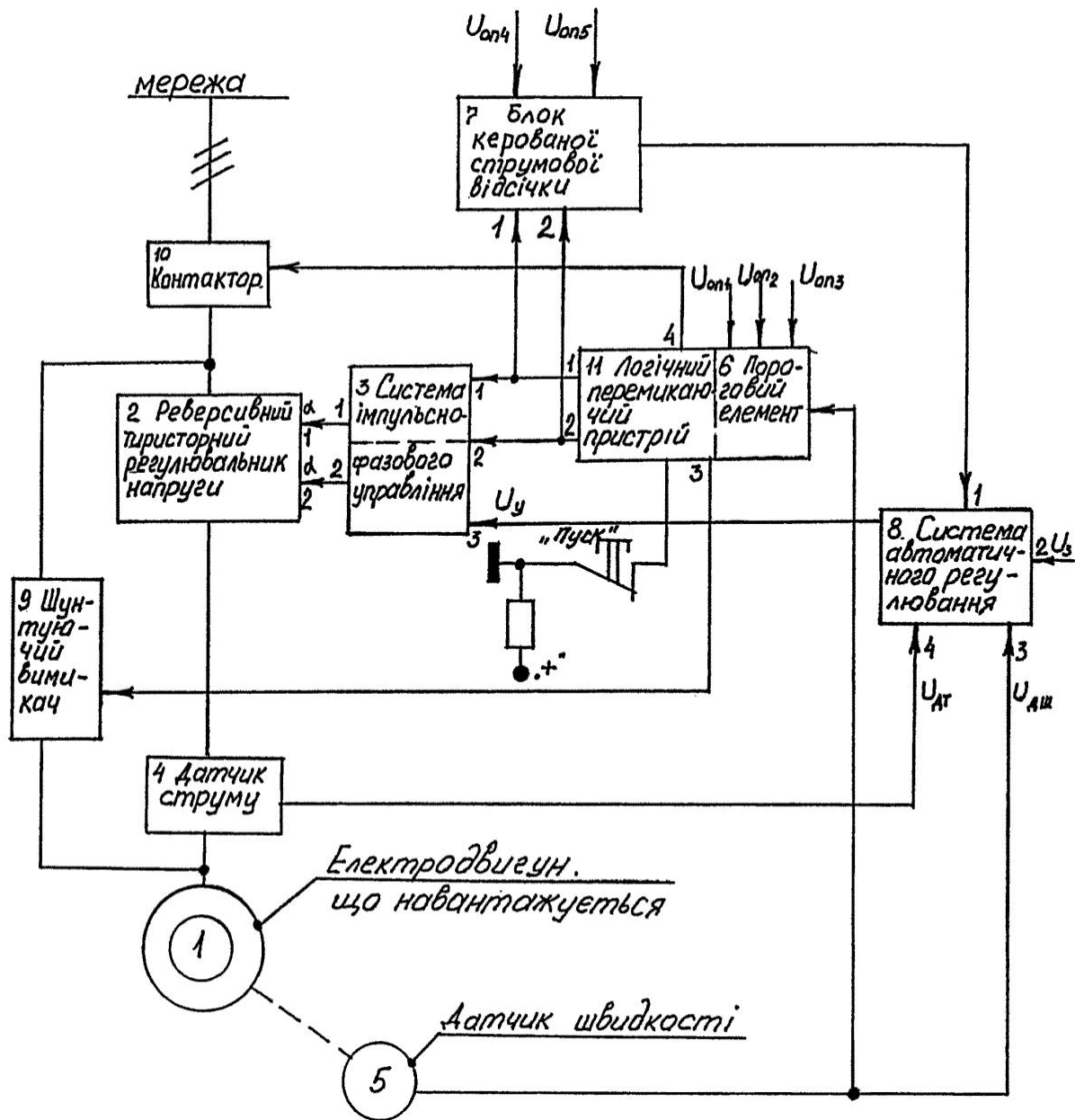
27, другий вхід блоку 27 сполучений з «+» джерела живлення і, через кнопку «Стоп», - з землею. Блоки 13-29 - типові логічні блоки, що реалізуються на елементній базі серії К155. Блоки 30-32 - електронні комутатори з операційним підсилювачем на польовому транзисторі.

Пристрій працює таким чином. При натисненні кнопки «Пуск» з четвертого виходу логічного перемикаючого пристрою 11 поступає сигнал на вхід блоку 10, що підключає електродвигун, що навантажується, 1 до мережі, в цей момент йде сигнал з третього виходу блоку 11 на вхід блоку 9, який, замикаючи свої контакти, шунтує реверсивний тиристорний регулювальник напруги 2 на час розгону електродвигуна, що навантажується, 1, до заданої швидкості ω_1 (точка 1 на фіг. 3), таким чином, виключаючи протікання через тиристири тиристорних комутуючих елементів першої групи тиристорів блоку 2 пускових струмів, що в п'ять-сім разів перевищують номінальні. Одночасно з першого виходу блоку 11 поступає сигнал на перший вхід блоку керованої струмової відсічки 7, включаючи ланцюг обмеження струму статора електродвигуна, що навантажується, 1 для рухового режиму. Блок 11 знаходиться в першому стійкому стані. По мірі розгону електродвигуна, що навантажується 1, до швидкості ω_1 , сигнал з виходу датчика швидкості 5 поступає на блок ПЕ1 порогового елемента 6 (фіг. 2). Як тільки сигнал з виходу блоку 5 перевищив значення опорної напруги U_{on1} , що подається на ПЕ1 блоку 6, на виході блоку ПЕ1 порогового елемента 6 з'являється сигнал, що поступає на другий вхід блоку 16, що включає логічний елемент часу 21 (фіг. 2) і що переводить логічний перемикаючий пристрій 11 у другий стійкий стан. Цьому стану відповідає те, що зникає сигнал на третьому виході блоку 11, відключаючи шунтуючий вимикач 9, обнуляється і перший вихід блоку 11, відключаючи, таким чином, ланцюг обмеження струму для рухового режиму в блоці 7, одночасно з'являється сигнал на другому виході блоку 11, який, поступаючи на другий вхід системи імпульсно-фазового управління 3, включає блоки управління другої групи тиристорів блоку 2, і з їх виходів сигнали, відповідні куту відкривання тиристорів α , які формуються в залежності від величини напруги управління U_y , що поступає на третій вхід блоку 3 з виходу системи автоматичного регулювання 8, включає другу групу тиристорів блоку 2 і переводить, таким чином, електродвигун, що навантажується, 1 в режим противімкнення (точка 2 фіг. 3). У той же час сигнал з другого виходу блоку 11 поступає на другий вхід блоку керованої струмової відсічки 7, включаючи: ланцюг обмеження струму статора електродвигуна, що навантажується, 1 для режиму противімкнення. По мірі зниження швидкості електродвигуна, що навантажується 1, до швидкості ω_2 (точка 3 фіг. 3), сигнал з виходу датчика швидкості 5 поступає на блок ПЕ2 порогового елемента 6 (фіг. 2). Як тільки сигнал з виходу блоку 5 понижав, більше ніж опорна напруга U_{on2} , що подається на блок ПЕ2 порогового елемента 6, на виході блоку ПЕ2 з'являється сигнал, що поступає через блок 26 на третій вхід блоку 16 і другий вхід блоку 24 і що переводить логічний перемикаючий пристрій 11 в перший стійкий стан (точка 4, фіг. 3), з тією лише різницею, що

руховий режим електродвигуна, що навантажується 1, буде здійснюватися не за допомогою шунтуючого вимикача 9, оскільки він відключений до завершення періоду навантаження, а за допомогою другої групи тиристорів блоку 2, на перший вхід якого будуть поступати сигнали з першого виходу блоку 3, відповідні куту відкриття тиристорів α , які формуються в залежності від величини напруги управління U_y , яка поступає на третій вхід блоку 3 з виходу блоку 8. Швидкість електродвигуна, що навантажується 1, почне зростати до значення ω_1 , потім блок 11 перейде у другий стійкий стан і так далі, тобто буде здійснюватися робочий цикл навантаження. При переході електродвигуна, що навантажується 1, в режим протиповільнення відбувається різке збільшення струмів кола статора, які еквівалентні струмам статора електродвигуна, що навантажується 1, коли він знаходиться під механічними навантаженнями, і обмежуються за допомогою блоку керованої струмової відсічки 7 в системі автоматичного регулювання 8. Відповідно змінюється і момент на валу двигуна (фіг. 5). Тривалість періоду робочих циклів може бути будь-якою і встановлюється заздалегідь за допомогою установки часу логічного елемента часу 21 блоку 11 (фіг. 2). По закінченні періоду робочих циклів на-

вантаження електродвигуна 1 (фіг. 4) незалежно від попереднього стійкого стану блоку 11, логічний перемикаючий пристрій 11 переходить у другий стійкий стан, тобто здійснюється гальмування протиповільненням електродвигуна, що навантажується 1, причому блок ПЕ2 порогового елемента 6 (фіг. 3) відключений. По мірі зниження швидкості електродвигуна, що навантажується 1, до швидкості ω_3 (точка 5, фіг. 3), сигнал з виходу датчика швидкості 5 поступає на блок ПЕ3 порогового елемента 6 (фіг. 2). Як тільки сигнал з виходу блоку 5 стане нижче опорної напруги U_{on3} , що подається на ПЕ3 блоку 6, на виході блоку ПЕ3 (фіг. 2) з'явиться сигнал, що переводить блок 11 в стан обнуління, тобто зникають сигнали на всіх виходах блоку 11, в тому числі, і з четвертого, пов'язаного з контактором 10, блок 10 розмикає свої контакти, відключаючи електродвигун, що навантажується 1, від мережі.

Для відключення електродвигуна, що навантажується 1, від мережі у разі несправностей в роботі пристрою або пошкоджень, передбачена кнопка «Стоп» (фіг. 2). Робота системи після натиснення кнопки «Стоп» аналогічна роботі після досягнення електродвигуном, що навантажується 1, швидкості ω_3 при гальмуванні.



Фіг. 1

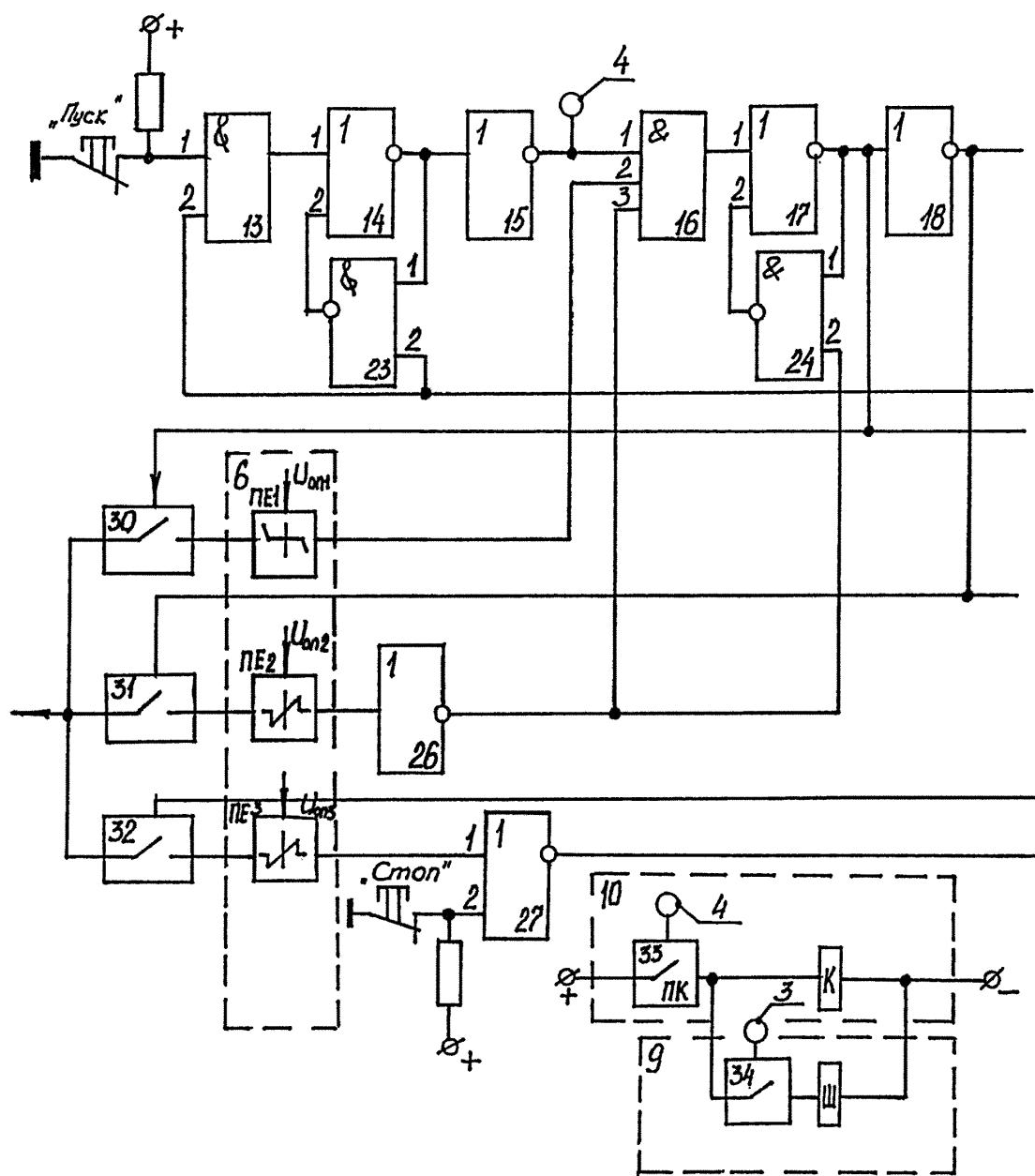
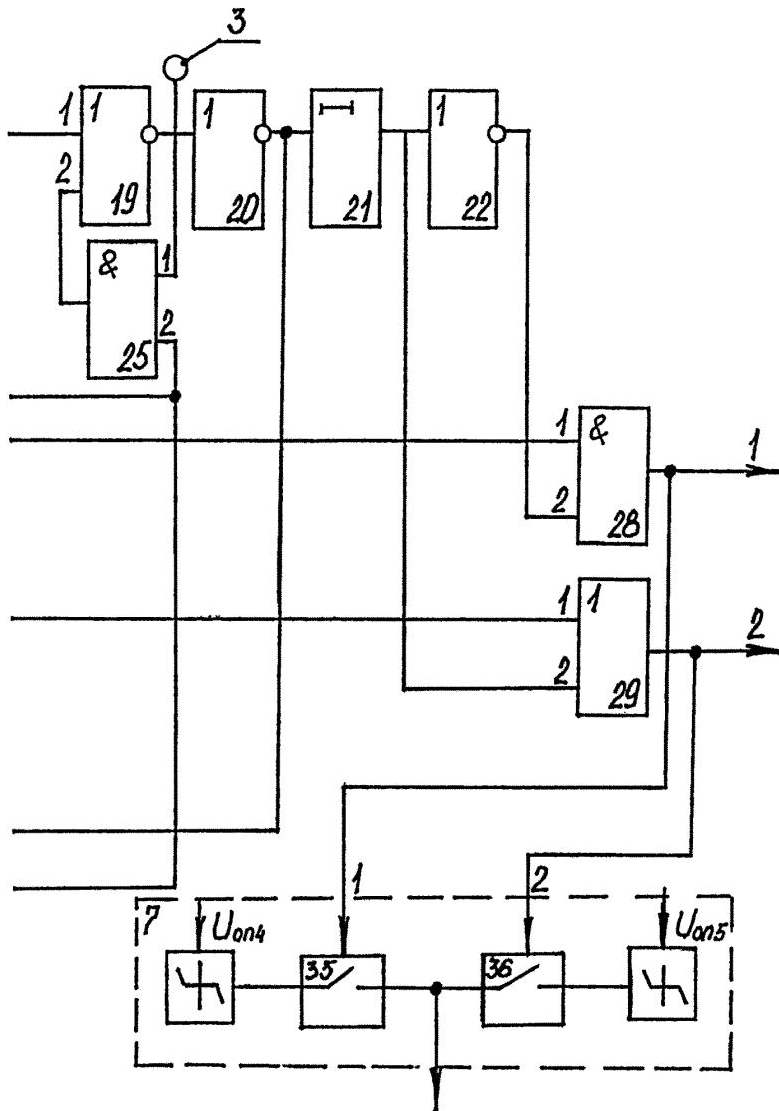


Fig. 2



Фіг. 2 (продовження)

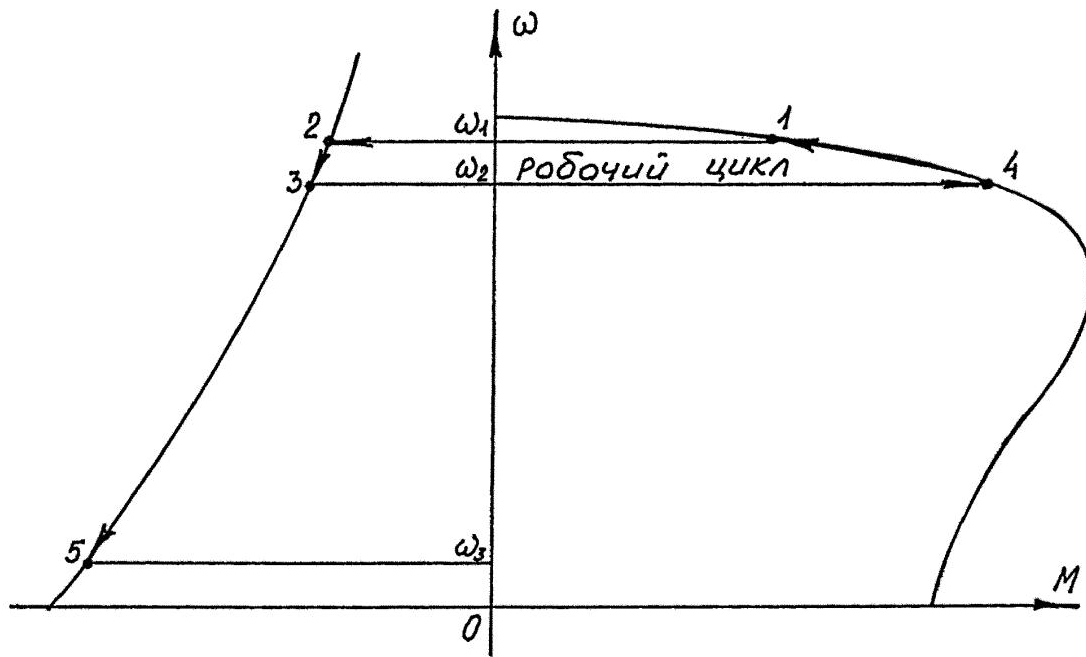


Fig. 3

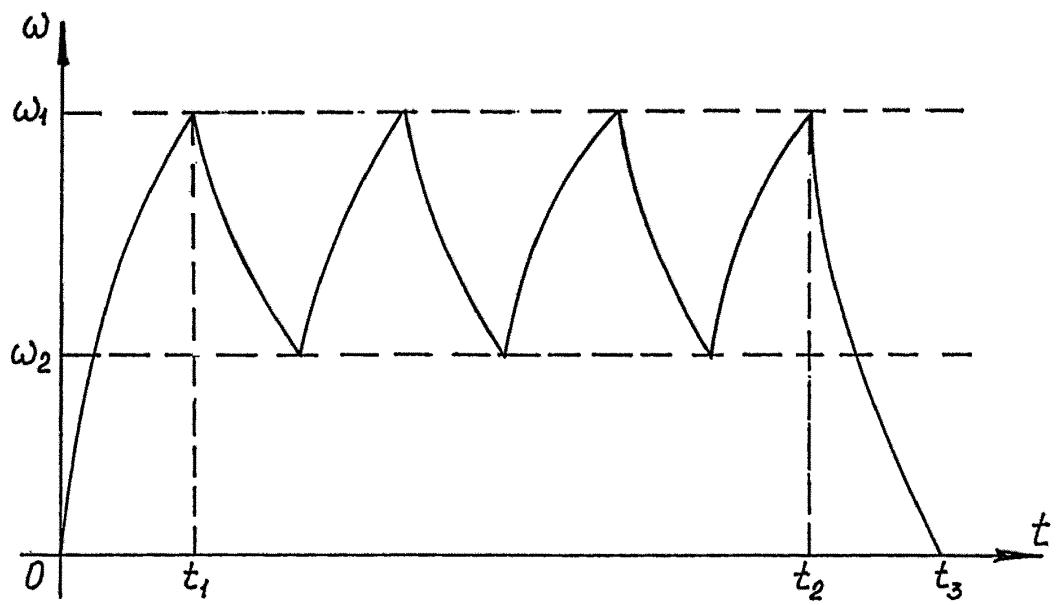
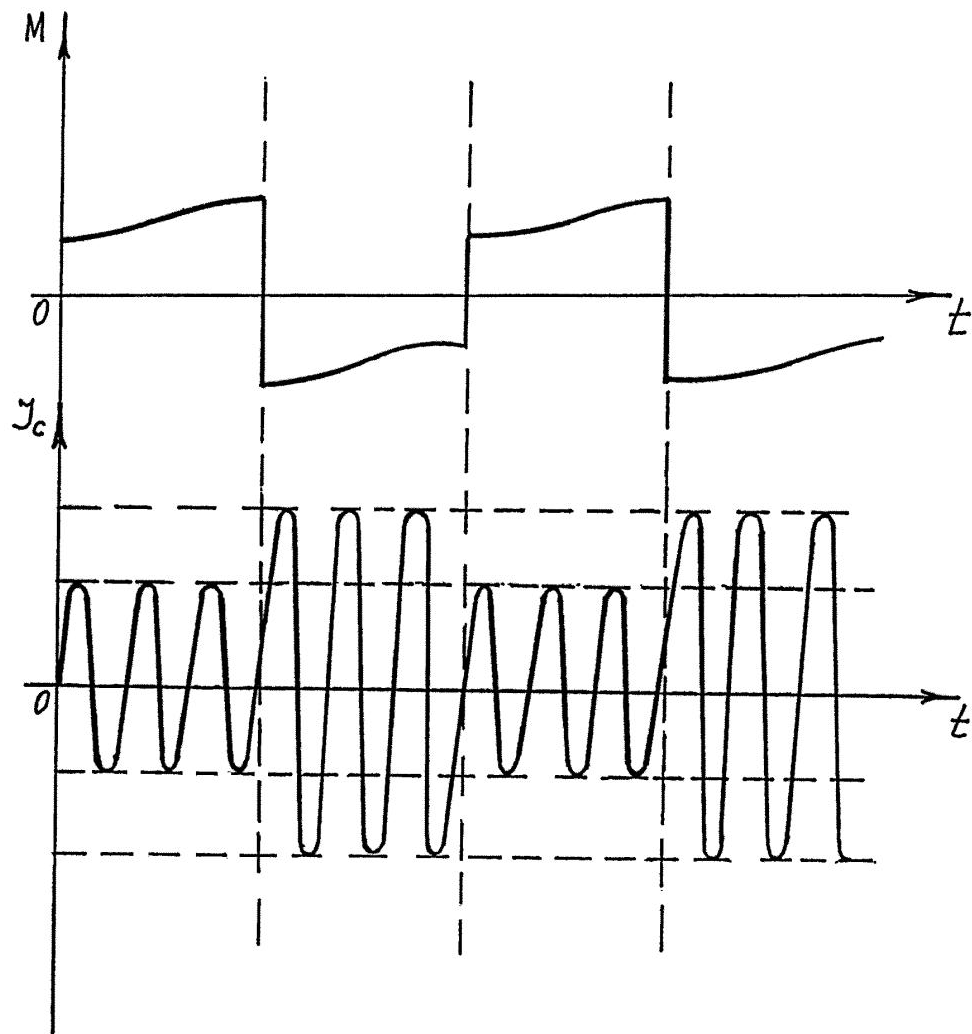
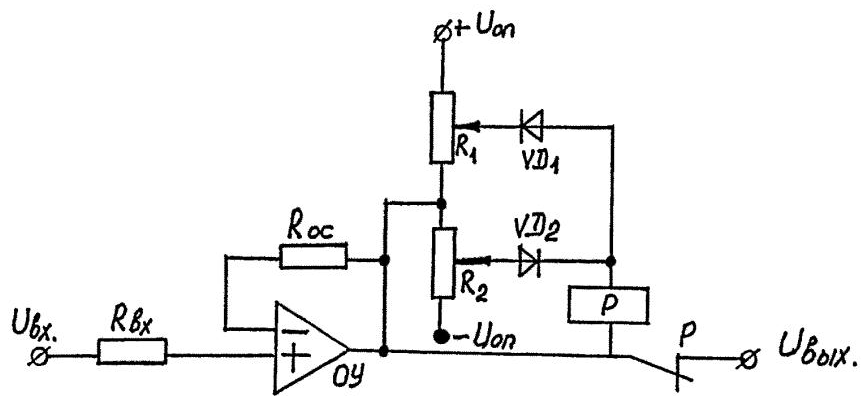


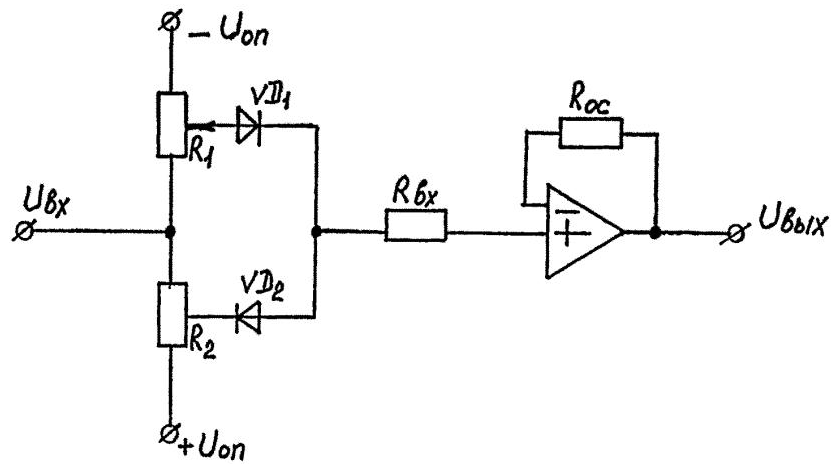
Fig. 4



Фиг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7

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