



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **103642**

(13) **U**

(51) МПК

**H02P 1/54** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 05932**

(22) Дата подання заявки: **16.06.2015**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.12.2015**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.12.2015, Бюл.№ 24**

(72) Винахідник(и):

**Чорний Олексій Петрович (UA),  
Родькін Дмитро Йосипович (UA),  
Богатирьов Костянтин Миколайович  
(UA),  
Романов Олександр Юрійович (UA),  
Титюк Валерій Костянтинович (UA),  
Мошковський Владислав Юрійович (UA)**

(73) Власник(и):

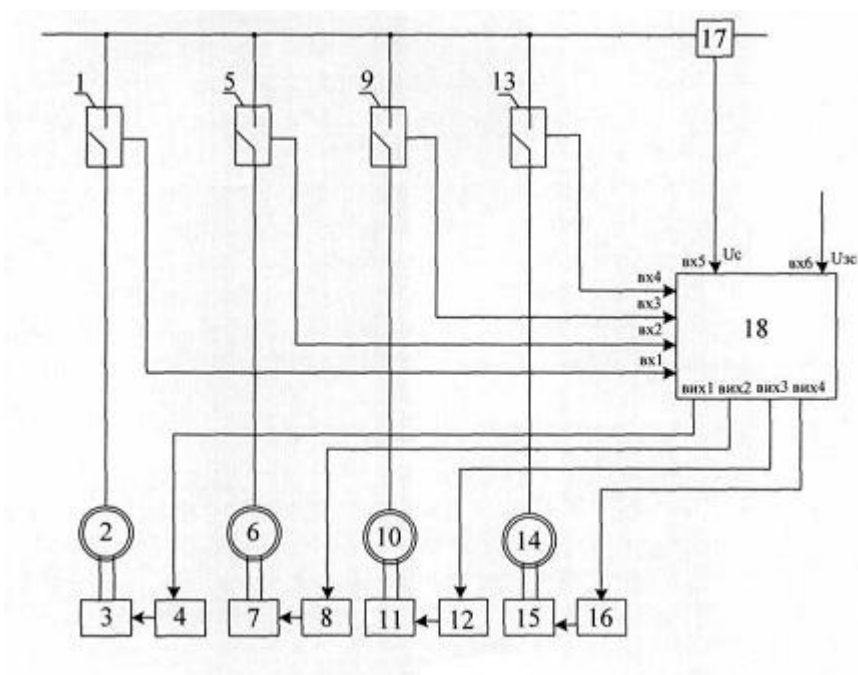
**КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА  
ОСТРОГРАДСЬКОГО,  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук,  
39600 (UA)**

## (54) СИСТЕМА ГРУПОВОГО ПУСКУ СИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

(57) Реферат:

Система групового пуску синхронних двигунів складається з синхронних двигунів, яких щонайменше два, що паралельно підключені до мережі живлення через власні комутаційні апарати, обмотки збудження яких підключені до тиристорних збудників. Система додатково обладнана блоком керування та блоком керування збудженням, причому блок-контакти комутаційних пристроїв синхронних двигунів підключені відповідно до входів блока керування, виходи якого через блоки керування збудженням підключені до тиристорних збудників, один із входів блока керування під'єднаний до мережі через датчик напруги, а на інший вхід блока керування подається сигнал задання бажаного рівня напруги мережі живлення.

**UA 103642 U**



Фиг. 1

Корисна модель, що заявляється, належить до електротехніки, зокрема до систем пуску синхронних двигунів, а саме пуску групи синхронних двигунів технологічних механізмів з важкими умовами пуску.

Прикладом технологічного механізму з електроприводом з синхронними двигунами (СД) з важкими умовами пуску є шаровий або стрижневий млин для подрібнення руди перед її збагаченням на гірничозбагачувальних комбінатах. Секція млинів у цеху містить щонайменше чотири СД під'єднаних до спільної мережі. Після технологічних або аварійних запусків млинів відбувається послідовний пуск СД, при цьому спостерігається суттєве зниження напруги в мережі із-за значних пускових струмів. Зниження напруги призводить до збільшення часу пуску двигуна, його перегріву і виходу з ладу, причому умови пуску для кожного наступного двигуна погіршуються, тому що двигуни, які вже запустились споживають енергію із мережі. Крім того зниження напруги в мережі призводить до порушення режимів роботи електричного обладнання або інших електричних двигунів приєднаних до цієї ж мережі, що знижує ресурс їх роботи.

Відомий пристрій пуску СД [Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей / под. ред. Л.Г. Мамиконянца. - М.: Энергоатомиздат. 1984. - 240 с] який складається із СД підключеного до мережі через комутаційний апарат, перемикача, який перемикає обмотку збудження з розрядного опору на тиристорний збудник.

Суттєві ознаки, що збігаються із системою, що заявляється:

- двигун підключено прямо до мережі через комутаційний апарат;
- обмотки збудження підключаються до тиристорного збудника. Недоліком даного пристрою є те, що він не має обмеження пускового струму СД, що може привести до виходу СД з ладу.

Відома система автоматизованого пуску двох СД [Пат. 71188, Рос. В.А. Атрощенко, Р.А. Дьяченко, Д.П. Коновалов, М.П. Лысенко, Ю.Н. Литвинов, М.Н. Педько; Система автоматизованого пуску двох синхронних двигунів], в якій кожний СД підключено до мережі живлення через власний комутаційний апарат, до кожного з СД підключено пульт та блок керування. Система включає автотрансформатор, підключений до кожного з СД, тиристорні збудники, які підключені до обмоток збудження. Система запускається автотрансформаторним пуском, потім СД продовжує пуск ступінчато від блока керування, після пуску першого СД, аналогічно запускається другий СД.

Суттєві ознаки, що збігаються із системою, що заявляється:

- СД паралельно підключені до мережі живлення;
- кожний СД має свою комутаційну апаратуру;
- обмотка збудження підключена до тиристорного збудника. Недоліком даної системи є складність системи керування пуском. При автотрансформаторному пуску буде відбуватися зниження напруги в мережі, що може привести до порушення режимів роботи електричного обладнання або інших електричних двигунів приєднаних до цієї ж мережі.

Дана система приймається як прототип корисної моделі, що заявляється.

Задачею корисної моделі є розробка системи групового пуску СД для поліпшення умов пуску, а також зменшення впливу їх пускового режиму на зниження напруги в мережі під час пуску СД, на режими роботи електричного обладнання або інших електричних двигунів приєднаних до цієї ж мережі.

Поставлена задача вирішується за рахунок введення в систему блока керування збудженням, який підтримує напругу в живлячій мережі шляхом забезпечення роботи СД в режимі перезбудження. В момент закінчення розгону двигуна обмотка збудження СД підключається до тиристорного збудника, і напруга збудження форсується, перезбуджуючи двигун.

Дана система групового пуску СД дозволить прискорити пуск групи СД при незначному підвищенні пускових струмів, а також суттєво зменшити зниження напруги під час пуску двигунів, і вплив пускового режиму на роботу електричного обладнання або інших електричних двигунів приєднаних до однієї мережі з СД.

Корисна модель, що заявляється пояснюється кресленнями, де на Фіг. 1 наведено принципову схему системи групового пуску синхронних двигунів, на якій прийнято позначення: 1, 5, 9, 13 - контактори СД; 2, 6, 10, 14 - СД; 3, 7, 11, 15 - тиристорні збудники СД; 4, 8, 12, 16 блоки керування збудженням СД; 17 - датчик напруги; 18 - блок керування; vx1-vx4 - входи блока керування; vx5 - вхід блока керування для напруги мережі; vx6 - вхід блока керування для задання напруги мережі;  $U_C$  - напруга мережі;  $U_{3C}$  - напруги задання мережі; вих1-вих4 - виходи блока керування. На Фіг. 2 наведено принципову схему блока керування системою групового пуску СД, на якій прийнято позначення: vx1-vx4 - входи блока керування; vx5 - вхід блока керування для напруги мережі; vx6 - вхід блока керування для бажаної напруги мережі; vx7-vx10 - входи підсистем блока керування;  $U_C$  - напруга мережі;  $U_{3C}$  - бажана напруга мережі; 19 -

суматор; 20-23 - підсистеми блока керування; вих1-вих4 виходи блока керування і підсистем блока керування. На Фіг. 3 наведено першу підсистему блока керування, на якій прийнято позначення: вх1 вхід підсистеми блока керування; вх7 - вхід реле; вих1 - вихід підсистеми блока керування; 24-26 - нормально замкнуті контакти для послідовного пуску СД; 27-29 - шунтуючі контакти; 30 - реле для пуску збудження СД. На Фіг. 4 наведено другу підсистему блока керування, на якій прийнято позначення: вх2 - вхід підсистеми блока керування; вх8 - вхід реле; вих2 - вихід підсистеми блока керування; 31,32 - нормально замкнуті контакти для послідовного пуску СД; 33, 34 - шунтуючі контакти; 35 - реле для шунтування нормально розімкнутих контактів; 36 - реле для пуску збудження СД. На Фіг. 5 наведено третю підсистему блока керування, на якій прийнято позначення: вх3 - вхід підсистеми блока керування; вх9 - вхід реле; вих3 вихід підсистеми блока керування; 37,38 - нормально замкнуті контакти для послідовного пуску СД; 39,40 - шунтуючі контакти; 41 - реле для шунтування нормально розімкнутих контактів; 42 - реле для пуску збудження СД. На Фіг. 6. наведено четверту підсистему блока керування, на якій прийнято позначення: вх4 - вхід підсистеми блока керування; вх10 - вхід реле; вих4 вихід підсистеми блока керування; 43 - нормально замкнутий контакт для послідовного пуску синхронних двигунів; 44 - шунтуючий контакт; 45 - реле для шунтування нормально розімкнутих контактів; 46 - реле для пуску збудження СД. На Фіг. 7 наведено блок керування збудженням СД, на якій прийнято позначення: 47 - блок задання напруги збудження; 48 блок для формування напруги перезбудження СД; 49 - суматор який формує сигнал для збудження СД; 50 - нуль-орган;  $U_{ззб}$  - напруга задання збудження СД;  $U_{зпз}$  - напруга задання перезбудження СД;  $U_{зб}$  - напруга збудження СД.

Система групового пуску СД складається із: вимикачів 1, 5, 9, 13 (фіг. 1) які входами підключені до живлячої мережі, а виходами до СД та входів блока керування вх1-вх4; СД 2, 6, 10, 14 статорами підключених до вимикачів 1,5,9,13, а обмотками збудження до тиристорних збудників 3, 7, 11, 15; датчика напруги 17 підключеного до вх5 блока керування, через вх6 підключається напруга задання мережі; блока керування, виходи вих1-вих4 якого підключено до блоків керування збудженням 4,8,12,16. Система включає підсистеми блока керування, які підключено до суматору 19 через входи вх7-вх10, і до вимикачів 1,5,9,13 (фіг. 1) через входи вх1-вх4, підсистеми підключаються до блоків керування збудженням 4,8,12,16 (фіг. 1) через виходи блока керування вих1-вих4, до суматора 19 (фіг. 2) через входи вх5 та вх6 підключається датчик напруги 17 (фіг. 1), та напруга задання мережі. Нормально замкнуті контакти 24-26 (фіг. 3) підключені до вимикача 1 (фіг. 1) через вхід вх1. Шунтуючі контакти 27-29 шунтують контакти 24-26, реле 30 входом підключено до суматора 19 (фіг. 2) через вхід вх7, і виходом вих1 до блока керування збудженням 4 (фіг. 1). Нормально замкнуті контакти 31, 32 (фіг. 4) підключені до вимикача 5 (фіг. 1) через вхід вх2. Шунтуючі контакти 33,34 шунтують контакти 31, 32, реле 35 підключено до виходу контакту 32, та до від'ємного полюсу живлення блока керування, входом підключено до суматора 19 (фіг. 2) через вхід вх8, і виходом вих2 до блока керування збудженням 8 (фіг. 1). Нормально замкнуті контакти 37, 38 (фіг. 5) підключені до вимикача 9 (фіг. 1) через вхід вх3. Шунтуючі контакти 39,40 шунтують контакти 37, 38, реле 41 підключено до виходу контакту 38, та до від'ємного полюсу живлення блока керування, входом вх9 підключено до суматора 19 (фіг.2), і виходом вих3 до блока керування збудженням 12 (фіг. 1). Нормально замкнутий контакт 43 (фіг. 6) підключений до вимикача 13 (фіг. 1) через вхід вх4, шунтуючий контакт 44 шунтує контакт 43. Реле 45 підключено до виходу контакту 43, та до від'ємного полюсу живлення блока керування, входом вх0 підключено до суматора 19 (фіг. 2), і виходом вих4 до блока керування збудженням 16 (фіг. 1). Блок задання напруги збудження (фіг. 7) підключений до суматора 49, вихід суматора 49 підключено до тиристорних збудників 3, 4, 11, 15 (фіг. 1). Блок задання напруги перезбудження 48 підключено до нуль-органу 50, вихід нуль-органу 50 підключено до входу суматора 49, вхід нуль-органу підключено до виходів вих1-вих4 блока керування (фіг. 1).

Система групового пуску СД що заявляється, працює наступним чином. В момент замикання вимикача 1 СД 2 починає розганятися (фіг. 1), напруга в мережі знижується, а швидкість зростає, одночасно з включенням вимикача 1 з його блок-контакту подається сигнал на перший вхід - вх1 блока керування 18, через вх1 сигнал йде до підсистеми керування 20 (фіг. 2), далі через контакти 24-26 до реле 30, при цьому контакти 31,32,37,38,43 (фіг. 4-6) в підсистемах 21-23 знаходяться в замкненому положенні. Контакти 27-29 розімкнуті, під час пуску СД 2 сигнал йде тільки через вх1, інші входи вх2-вх4 не працюють, що дасть змогу в даний момент часу запускати тільки СД 2, сигнал поступає через вх1 до реле 30 (фіг. 3), і через вих1 цього ж реле йде до блока керування збудженням 4 (фіг. 1), в блоці керування 18 через вх6 задається на суматор 19 бажаний рівень напруги мережі  $U_{зс}$  який подається на суматор зі знаком "+". Напруга мережі  $U_c$  яка вимірюється датчиком напруги 17 (фіг. 1) подається на вхід суматор вх5

зі знаком "-", після закінчення розгону СД 2 напруга в мережі  $U_c$  починає зростати, і коли  $U_c$  буде рівним  $U_{3c}$ , то на суматорі 19 буде сигнал "0", що переключить реле 30 зі вх1 на вх7 і сигнал "0" піде на нуль орган 50 (фіг.7), що дозволить сформувати сигнал  $U_{36}$  для перезбудження СД 2, який буде складатися з напруг  $U_{3пз}$  та  $U_{3зб}$ , які додаються у суматорі 49.

Далі сигнал напруги перезбудження поступає на тиристорний збудник 3 (фіг. 1). Після цього СД 2 починає перезбуджуватись і віддавати енергію в мережу, при цьому в мережі рівень напруги буде більшим за номінальну, що дасть змогу зменшити рівень зниження напруги при пуску наступного СД, для інших СД пуск аналогічний крім підсистем 21-23. Під час пуску СД 6, в підсистемі 21 (фіг. 4) нормально замкнуті контакти 31, 32, 33 та 34 розімкнуті. Після контакту 32 вмикається реле 35, яке підключене до виходу 32 контакту і до від'ємного полюса блока живлення блока керування, і замикає контакти 27 (фіг. 3), 39 (фіг. 5). Ці контакти дадуть змогу працювати СД 2, так як контакт 24 розімкнеться при пуску СД 6, то при пуску СД 10 на вх3 блока керування 18, буде замкнено контакти 39 та 38, що дасть змогу подати напругу на реле 41 (фіг. 5), яке підключено до виходу контакту 38 і до від'ємного полюса блока живлення блока керування 18, яке замкне контакти 28 для підсистеми 20 (фіг. 3), 33 (фіг. 4), та 44 (фіг. 6). При пуску СД 14, на вх 4 блока керування 18 буде розімкнуто контакт 43, але вже замкнено контакт 44, що дасть змогу запустити СД 14, при цьому напруга подається на реле 45, яке підключено до виходу контакту 43 і до від'ємного полюса блока живлення блока керування 18, яке замкне контакти 29 (фіг. 3), 34 (фіг. 4), 40 (фіг. 5).

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Система групового пуску синхронних двигунів, що складається з синхронних двигунів, яких щонайменше два, що паралельно підключені до мережі живлення через власні комутаційні апарати, обмотки збудження яких підключені до тиристорних збудників, яка **відрізняється** тим, що система додатково обладнана блоком керування та блоком керування збудженням, причому блок-контакти комутаційних пристроїв синхронних двигунів підключені відповідно до входів блока керування, виходи якого через блоки керування збудженням підключені до тиристорних збудників, один із входів блока керування під'єднаний до мережі через датчик напруги, а на інший вхід блока керування подається сигнал задання бажаного рівня напруги мережі живлення.

2. Система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що входи блока керування підключені до входів підсистем керування, іншими входами підсистеми керування підключені до виходу суматора, на один з входів суматора подається напруга мережі живлення, яка вимірюється датчиком напруги, на інший вхід подається значення бажаного рівня напруги мережі живлення, а виходи підсистем керування підключені до входів блоків керування збудженням синхронних двигунів.

3. Система за п. 2, яка **відрізняється** тим, що нормально замкнуті контакти через вхід підсистеми керування з'єднані з виходом вимикача, який підключає синхронний двигун до мережі живлення, вихід останнього нормально замкнутого контакту з'єднаний із входом реле для пуску збудження синхронного двигуна, вхід якого підключено до виходу суматора, а вихід до входу блока керування збудженням, шунтуючі нормально розімкнуті контакти паралельно підключені до нормально замкнутих контактів.

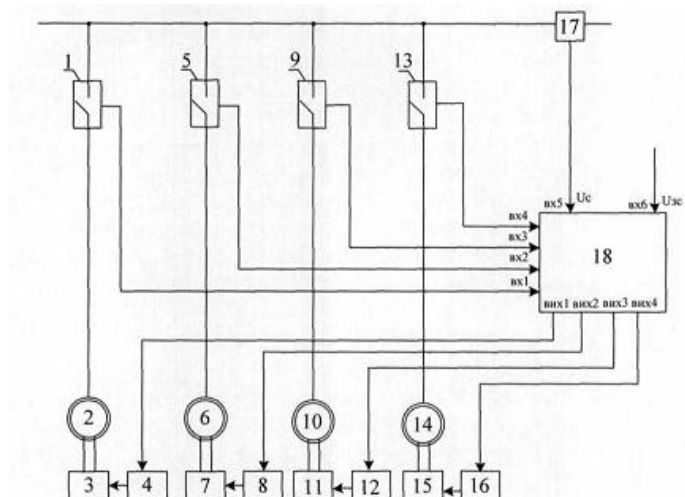
4. Система за п. 2, яка **відрізняється** тим, що нормально замкнуті контакти через вхід підсистеми керування з'єднані з виходом вимикача, який підключає синхронний двигун до мережі живлення, вихід останнього нормально замкнутого контакту з'єднаний із входом реле для шунтування нормально замкнутих контактів, це реле з'єднано із входом реле для пуску збудження синхронного двигуна, вхід якого підключено до виходу суматора, а вихід до входу блока керування збудженням, шунтуючі нормально розімкнуті контакти паралельно підключені до нормально замкнутих контактів.

5. Система за п. 2, яка **відрізняється** тим, що нормально замкнуті контакти через вхід підсистеми керування з'єднані з виходом вимикача, який підключає синхронний двигун до мережі живлення, вихід останнього нормально замкнутого контакту з'єднаний із входом реле для шунтування нормально замкнутих контактів, це реле з'єднано із входом реле для пуску збудження синхронного двигуна, вхід якого підключено до виходу суматора, а вихід до входу блока керування збудженням, шунтуючі нормально розімкнуті контакти паралельно підключені до нормально замкнутих контактів.

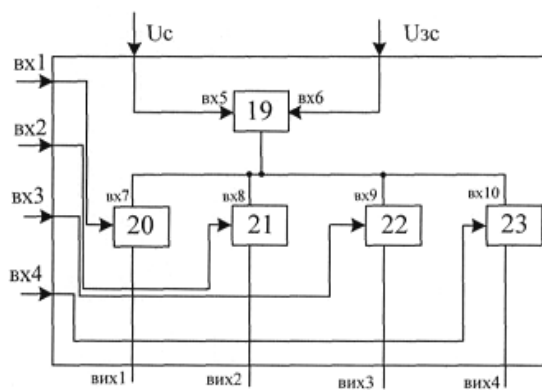
6. Система за п. 2, яка **відрізняється** тим, що нормально замкнуті контакти через вхід підсистеми керування з'єднані з виходом вимикача, який підключає синхронний двигун до мережі живлення, вихід останнього нормально замкнутого контакту з'єднаний із входом реле для шунтування нормально замкнутих контактів, це реле з'єднано із входом реле для пуску

збудження синхронного двигуна, вхід якого підключено до виходу суматора, а вихід до входу блока керування збудженням, шунтуючі нормально розімкнуті контакти паралельно підключені до нормально замкнутих контактів.

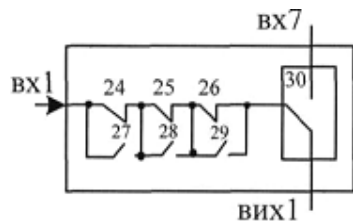
- 5 7. Система за п. 1, яка **відрізняється** тим, що нуль-орган входом підключений до виходу підсистеми керування, до іншого входу нуль-органу підключається вихід блока формування напруги перезбудження, вихід нуль-органу підключається до входу суматора, який формує сигнал збудження синхронного двигуна, до іншого входу суматора підключається вихід блока задання напруги збудження, вихід суматора підключено до входу тиристорного збудника синхронного двигуна.



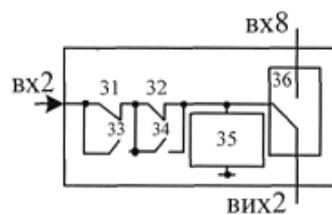
Фиг. 1



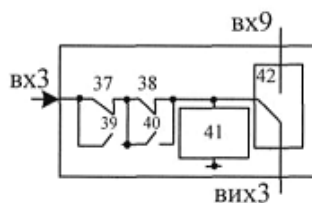
Фиг. 2



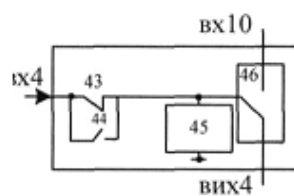
Фиг. 3



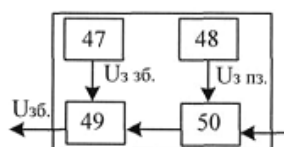
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7