



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **86310** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
H02P 21/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

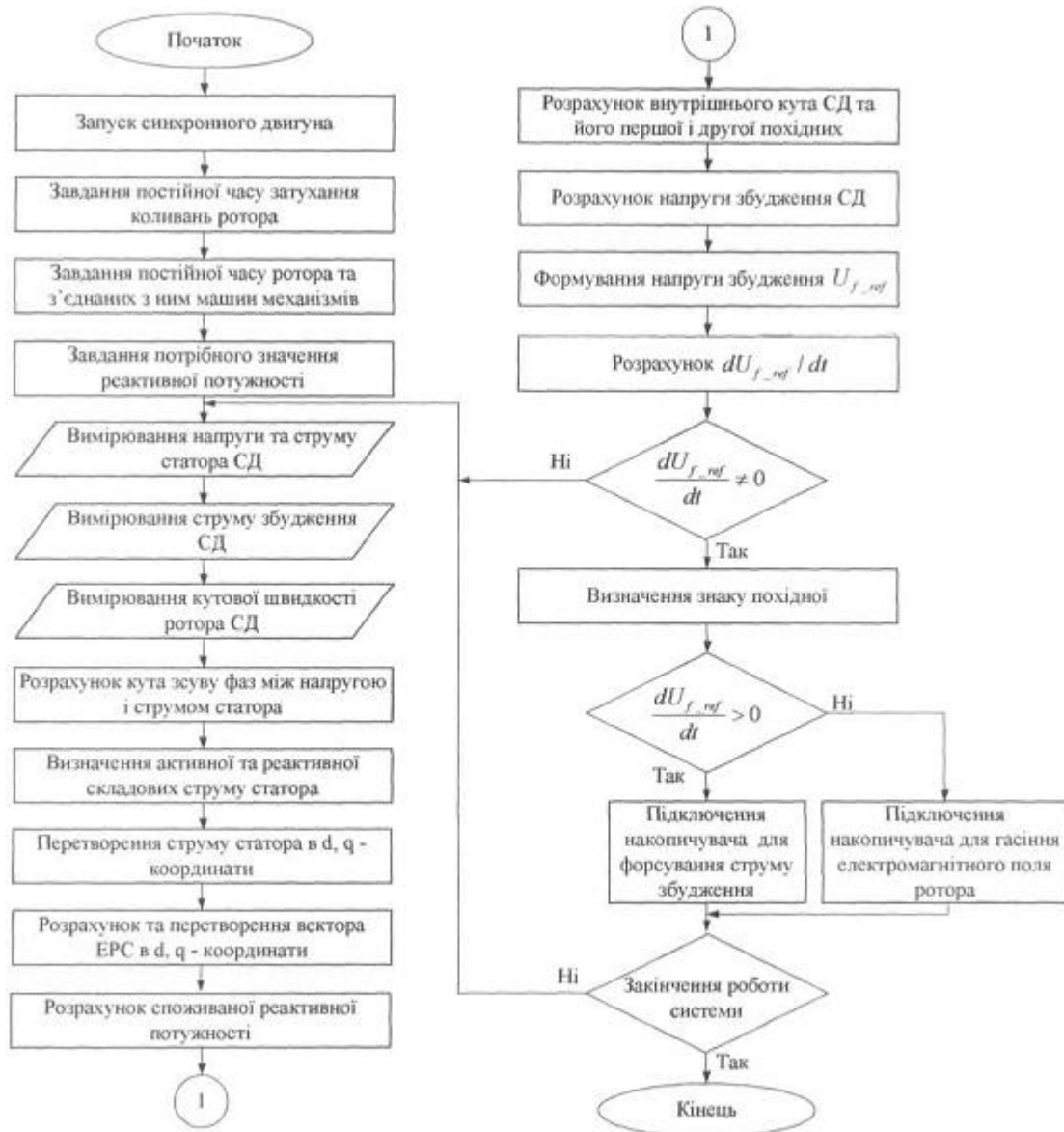
(21) Номер заявки: u 2013 08148	(72) Винахідник(и): Бялобржеський Олексій Володимирович (UA), Слободенюк Дмитро Володимирович (UA), Качалка Вадим Юрійович (UA), Синяговський Дмитро Валерійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 27.06.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.12.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.12.2013, Бюл.№ 24	(73) Власник(и): КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, Полтавська обл., 39600 (UA)

(54) СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ ЗБУДЖЕННЯ СИНХРОННОГО ДВИГУНА В УМОВАХ РІЗКОЗМІННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

(57) Реферат:

Спосіб регулювання збудження синхронного двигуна в умовах різкозмінного навантаження, при якому вимірюють діюче значення напруги статора, діюче значення струму статора синхронного двигуна, діюче значення струму в обмотці збудження, кутову швидкість обертання ротора, розраховують кут фазового зсуву між напругою і струмом, активну і реактивну складові струму статора, зображення струмів в системі координат dq, споживану реактивну потужність, оцінюють значення електрорушійної сили синхронного двигуна, розраховують поздовжнє й поперечне значення струму, електрорушійну силу синхронного двигуна, значення кута між електрорушійною силою та напругою мережі та його першої та другої похідних, на основі цих параметрів формують вихідну напругу регулятора збудження синхронного двигуна. Крім цього, здійснюють контроль зміни напруги регулятора збудження, розраховують похідну напруги збудження, перевіряють умову рівності нулю похідної напруги регулятора збудження і у разі її виконання продовжують роботу без зміни струму збудження, в протилежному випадку розраховують знак похідної - додатний або від'ємний.

UA 86310 U



Фіг. 1

Корисна модель належить до галузі електротехніки і може бути використана для підвищення стійкості привідних синхронних двигунів кар'єрних екскаваторів та для ефективного гасіння коливань ротора синхронних двигунів, що працюють в умовах різкозмінного навантаження.

Відоме технічне рішення [Патент RU, № 2260242, МПК H02P1/46, 5/46, 7/74, 2005. Спосіб забезпечення "м'якого" режиму роботи мережевих синхронних електродвигунів на кар'єрних екскаваторах (ЕКГ), Павленко СВ., Маклаков В.Е., Хомяков С.Ф., Гончаров Е.Д.], який передбачає застосування форсування збудження синхронного електродвигуна кар'єрного екскаватора, призначене для покращення експлуатаційних характеристик синхронних двигунів, у важких умовах роботи екскаватора здійснюється попереднє форсування збудження синхронного двигуна, дозвіл на яке дає керування електроприводом підйому екскаватора.

Суттєвими ознаками, що збігаються з пропонованим технічним рішенням є: форсування струму збудження; відсутність ударного електромагнітного моменту в обмотках статора синхронного двигуна.

До недоліків відомого рішення слід віднести: відсутність контролю напруги і струму статора, коефіцієнта потужності, струму ротора і внутрішнього кута; попереднє форсування збудження призводить до збільшення реактивної складової струму статора, коливань реактивної потужності; неможливості визначення поточного значення моменту на валу синхронного двигуна екскаватора.

Відоме технічне рішення [Патент US, № WO 2012/047476 A2, МПК H02H7/08, 2006. Спосіб та пристрій швидкого гасіння збудження синхронного двигуна, Joy Mazumdar], за яким здійснюється регулювання збудження синхронного двигуна, обмотка збудження якого живиться від джерела постійного струму; обмотка збудження синхронного двигуна накопичує значну кількість електромагнітної енергії і в аварійному режимі, наприклад, коротке замикання в колі джерела постійного струму, накопичена енергія повинна бути розряджена з обмотки збудження; електромагнітна енергія відводиться і накопичується у вигляді електричної енергії в конденсаторі; у варіанті, з суперконденсаторами, вони використовуються для накопичення електроенергії і заряджені суперконденсатори використовуються як резервне або допоміжне джерело живлення; варіант пристрою гасіння поля включає в себе перший вимикач, другий вимикач і накопичувальний конденсатор; під час нормальної роботи, перший вимикач розімкнений, а другий вимикач закритий, коло замикається через джерело живлення постійного струму, обмотку збудження, а також закритий другий перемикачі і у разі аварійного режиму, живлення постійного струму знімається з обмотки збудження, другий вимикач розмикається, а перший вимикач переходить в замкнене положення, і електромагнітна енергія, що запаслась в обмотці збудження, розряджається на накопичувальний конденсатор.

Суттєвими ознаками, що збігаються з пропонованим технічним рішенням, є передача електромагнітної енергії обмотки збудження на конденсатор, який потім може бути використаний як додаткове джерело живлення, або ж для форсування струму збудження.

Недоліками відомого рішення є: відсутність контролю внутрішнього кута синхронного двигуна, що за умов наявності конденсатора і індуктивності обмотки збудження, які являють собою коливальний контур, може призвести до виникнення резонансу електричної та механічної частини синхронного двигуна.

Найбільш близьким до корисної моделі, що заявляється, є технічне рішення [Патент RU, № 2289126, МПК H02P21/06, 21/14, 2006. Пристрій регулювання збудження синхронного двигуна, Абрамов А.И., Белоконов С.А., Золотухин Ю.М., Колодей В.В., Михальцов Э.Г., Нестеров А.А., Собстель Г.М., Терентьев С.А., Ян А.П.] відповідно до якого вимірюється діюче значення напруги статора синхронного двигуна, вимірюється діюче значення струму статора синхронного двигуна, вимірюється струм ротора, розраховується значення коефіцієнта потужності ϕ , в регуляторі додатково проводяться обчислення активної і реактивної складових струму статора, розраховують зображення струмів в системі координат d , q , розраховують значення електрорушійної сили двигуна, розраховують проекції вектора електрорушійної сили E_d , E_q синхронного двигуна на осі d , q , розраховують споживану реактивну потужність, розраховується значення внутрішнього кута двигуна і його першої та другої похідних, задають швидкість обертання двигуна ω_0 , задають постійну часу затухання коливань ротора T_i , задають сумарну постійну часу ротора та приєднаних до нього машин механізмів T_j , задають потрібне значення реактивної потужності Q_{ref} , на основі цих параметрів формують вихідну напругу регулятора збудження синхронного двигуна.

Спільними ознаками, що збігаються з пропонованим технічним рішенням, є: вимірювання поточного значення повного струму статора синхронного двигуна, кута зсуву між напругою та струмом, автоматичне регулювання збудження по внутрішньому куту та його похідних, обчислення активної і реактивної складових струму статора, обчислення реактивної потужності,

оцінка електрорушійної сили двигуна, обчислення внутрішнього кута двигуна і його першої та другої похідних.

Недоліками є: недостатнє зменшення коливань ротора в режимах різкозмінного навантаження, що може призвести до випадіння із синхронізму, відсутність форсування та гасіння поля обмотки збудження, що призводить до збільшення часу регулювання.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу регулювання збудження синхронного двигуна в умовах різкозмінного навантаження, шляхом керування струму збудження, з форсуванням та гасінням електромагнітного поля, забезпечити підвищення ефективності гасіння коливань ротора при зміні навантаження й напруги мережі, а також статичної та динамічної стійкості двигуна у можливіму діапазоні зміни навантаження.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі регулювання збудження синхронного двигуна, при якому вимірюють діюче значення напруги статора, діюче значення струму статора синхронного двигуна, діюче значення струму в обмотці збудження, кутову швидкість обертання ротора; розраховують кут фазового зсуву між напругою і струмом φ , активну і реактивну складову струму статора, зображення струмів в системі координат d , q , споживану реактивну потужність; оцінюють значення електрорушійної сили синхронного двигуна; розраховують поздовжнє й поперечне значення струму статора, електрорушійну силу синхронного двигуна, значення внутрішнього кута між електрорушійною силою та напругою мережі, його першу та другу похідні; на основі розрахованих параметрів формують вихідну напругу регулятора збудження синхронного двигуна; формують струм збудження, згідно з корисною моделлю, розраховують похідну напруги регулятора збудження, порівнюють похідну з нулем, у разі нерівності визначають знак похідної, комутують накопичувач до обмотки збудження, забезпечують необхідне форсування або гасіння поля обмотки збудження.

Технічним результатом є підвищення стійкості синхронного двигуна у режимах роботи з різкозмінним навантаженням.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 наведено алгоритм реалізації способу регулювання збудження синхронного двигуна в умовах різкозмінного навантаження, на фіг. 2. зображена функціональна схема пристрою, що реалізує запропонований спосіб регулювання збудження синхронного двигуна в умовах різкозмінного навантаження, на якій 1 - синхронний двигун, 2 - вимірювальний трансформатор напруги статора, 3 - вимірювальний трансформатор струму статора, 4 - датчик струму збудження, 5 - вимірювання напруги статора, 6 - вимірювання струму статора, 7 - розрахунок кута зсуву між напругою і струмом, 8 - визначення активної та реактивної складових струму статора, 9 - перетворення струму статора в d , q - координати, 10 - визначення реактивної потужності, 11 - розрахунок та перетворення електрорушійної сили синхронного двигуна в систему d , q - координат, 12-розрахунок внутрішнього кута та його першої і другої похідних, 13 - формування напруги регулятора збудження, 14 - завдання кутової швидкості ротора, 15 - задання потрібної постійної часу затухання коливань ротора, 16 - задання сумарної постійної часу ротора і виконуючого механізму, 17 - задання потрібного значення реактивної потужності, 18 - збудник синхронного двигуна, 19 - вимірювання похідної напруги регулятора збудження, 20 - блок комутації регулятора та накопичувача, 21 - накопичувач.

Спосіб реалізується наступним чином (фіг. 1).

В заявленому способі регулювання напруги синхронного двигуна задають швидкість обертання двигуна ω_0 , задають постійну часу затухання коливань ротора T_t , задають сумарну постійну часу ротора та приєднаних до нього машин механізмів T_j , задають потрібне значення реактивної потужності Q_{ref} , вимірюють поточні значення загального струму I , напруги U_L синхронного двигуна, кута зсуву φ між струмом і напругою статора синхронного двигуна, струму в обмотці збудження I_f визначають активну та реактивну складові струму статора I_a , I_r , розраховують проекції струму I_d , I_q , статора на осі рухомої системи координат d , q , визначають та розраховують проекції вектора електрорушійної сили E_d , E_q синхронного двигуна на осі d , q рухомої системи координат, оцінюють внутрішній кут двигуна θ та його першу $\dot{\theta}$ і другу похідні $\ddot{\theta}$, розраховують значення споживаної потужності Q , розраховують значення напруги збудження $U_{f.ref}$ синхронного двигуна, формують напругу збудження, розраховують першу похідну заданої напруги збудження синхронного двигуна, порівнюють похідну з нулем, у разі нерівності визначають знак похідної, комутують накопичувач до обмотки збудження, забезпечують необхідне форсування або гасіння поля обмотки збудження.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб регулювання збудження синхронного двигуна в умовах різкозмінного навантаження, при якому вимірюють діюче значення напруги статора, діюче значення струму статора синхронного двигуна, діюче значення струму в обмотці збудження, вимірюють кутову швидкість обертання ротора, розраховують кут фазового зсуву між напругою і струмом, розраховують активну і реактивну складові струму статора, розраховують зображення струмів в системі координат dq , розраховують споживану реактивну потужність, оцінюють значення електрорушійної сили синхронного двигуна, розраховують поздовжнє й поперечне значення струму, електрорушійну силу синхронного двигуна, розраховують значення кута між електрорушійною силою та напругою мережі та його першої та другої похідних, на основі цих параметрів формують вихідну напругу регулятора збудження синхронного двигуна, який **відрізняється** тим, що здійснюють контроль зміни напруги регулятора збудження, розраховують похідну напруги збудження, перевіряють умову рівності нулю похідної напруги регулятора збудження і у разі її виконання продовжують роботу без зміни струму збудження, в протилежному випадку розраховують знак похідної і, якщо він додатний, підключають накопичувач та забезпечують форсування струму збудження, якщо ж від'ємний, комутують накопичувач в обмотці збудження та забезпечують гасіння поля обмотки збудження.

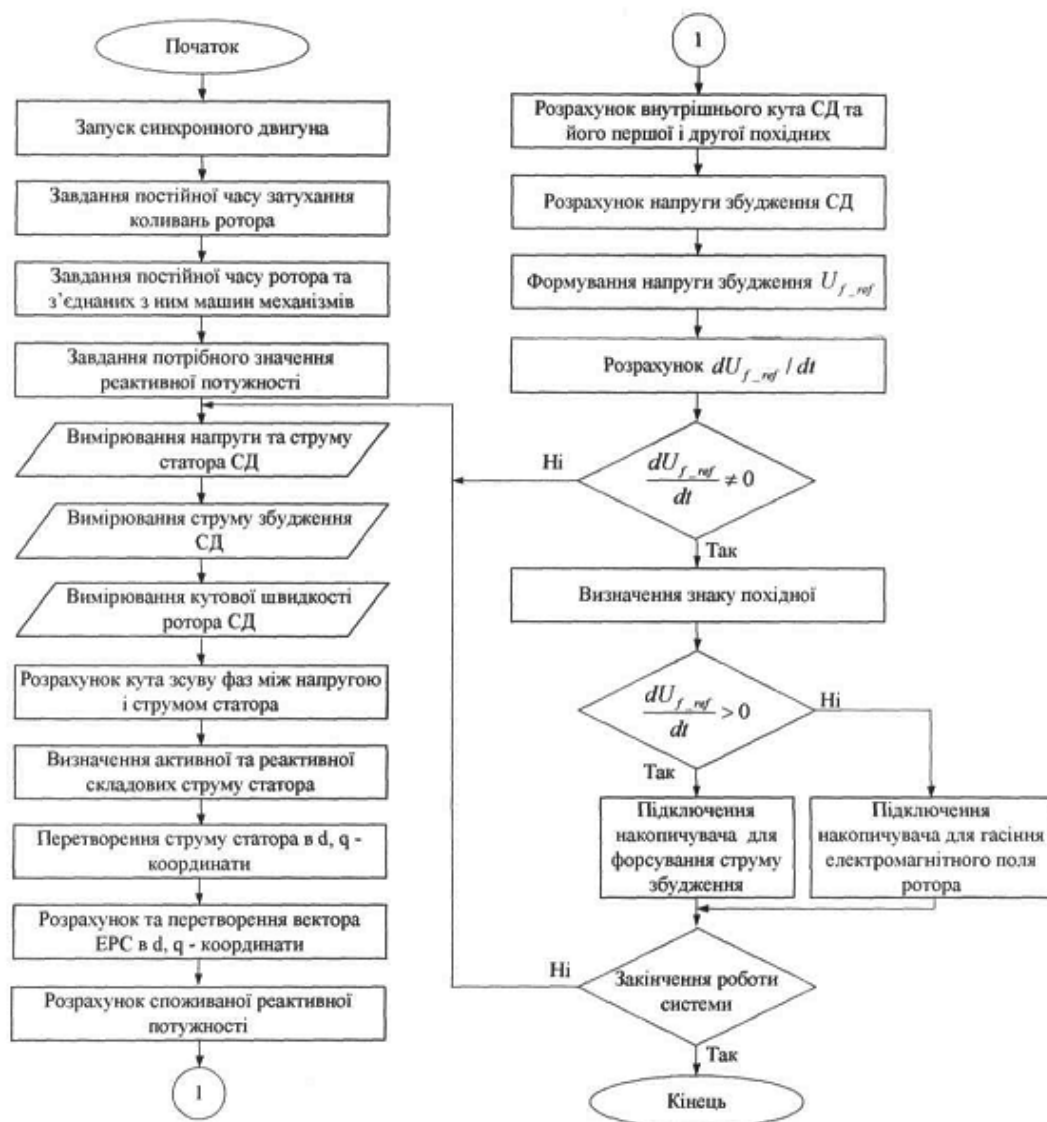
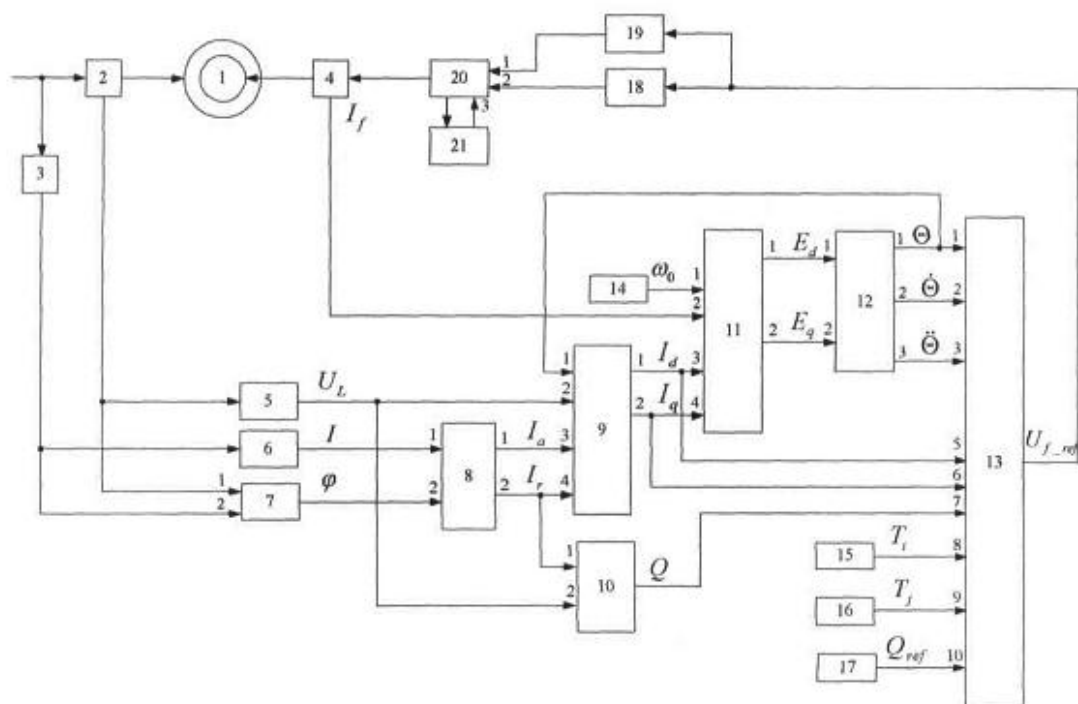


Fig. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601