



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123955** (13) **C2**
(51) МПК
H02K 19/36 (2006.01)
H02P 9/10 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2018 12449</p> <p>(22) Дата подання заявки: 14.12.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 01.07.2021</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 10.09.2019, Бюл.№ 17</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 30.06.2021, Бюл.№ 26</p>	<p>(72) Винахідник(и): Бешта Олександр Степанович (UA), Бородай Валерій Анатолійович (UA), Балахонцев Олександр Васильович (UA), Боровик Роман Олексійович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА", просп. Д. Яворницького, 19, м. Дніпро, 49000 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 38314 A, 15.05.2001 UA 60652 A, 15.10.2003 UA 86793 C2, 25.05.2009 RU 2046539 C1, 20.10.1995 RU 2092964 C1, 10.10.1997 US 5521472 A1, 28.05.1995 US 2014/0076259 A1, 20.03.2014 US 2017/0163168 A1, 08.06.2016</p>
--	---

(54) СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ ЗБУДЖЕННЯ СИНХРОННИХ МАШИН

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі техніки систем автоматичного регулювання електричних машин. Спосіб регулювання збудження синхронних машин включає запуск двигуна шляхом приєднання якірних котушок до мережі живлення і увімкнення обмотки збудження на розрядний опір, синхронізацію за відключеного опору і приєднання індуктора до джерела живлення постійного струму та переведення двигуна у сталий режим із регулюванням напруги збудника за законом енергозбереження. При цьому попередньо визначають період власних коливань заданого об'єкта, рівень напруги форсування та відповідну їй тривалість, а випереджаючи перехід двигуна із сталого режиму в режим різкозмінного навантаження здійснюють форсування збудження встановленого рівня і вимикають його за досягнення напівперіоду власних коливань. Технічним результатом винаходу є протидія ударним навантаженням протягом терміну входження двигуна у технологічний режим і при компенсації екстремального струму якоря, зменшення динамічних навантажень на окремі елементи двигуна в момент накиду навантаження, підвищення ефективності роботи обладнання та способу регулювання, зниження комплексних витрат та витрат на капітальні ремонти і, як наслідок, збільшення міжремонтних інтервалів.

UA 123955 C2

Винахід належить до галузі техніки систем автоматичного регулювання електричних машин.

Відомий спосіб, що включає запуск двигуна шляхом приєднання якірних котушок до мережі живлення і увімкнення обмотки збудження на розрядний опір, синхронізація за відключеного опору і приєднання індуктора до джерела живлення постійного струму, перевід двигуна у сталий режим із регулюванням напруги збудника за законом енергозбереження [Шевченко І.С. Спеціальні питання теорії електропривода. Динаміка синхронного електропривода [Текст]: навч. посіб. / І.С. Шевченко, Д.І. Морозов. - К.: Кафедра, 2014. - 164-176 с.], має такі недоліки.

Існуючі способи електромагнітного демпфірування ударних навантажень, сприяють ефективному поглинанню коливальності струму якоря, переважно невеликої амплітуди, а щодо екстремальних збурень, то їх дія демонструє повну неспроможність до компенсації таких коливань. Як наслідок, це призводить до виникнення в котушках якоря значних динамічних зусиль, які викликають вібрування лобових частин якірних котушок, результатом чого стають аварійні ситуації, що супроводжуються руйнуванням ізоляції дротів якоря в зоні їх переходу із магнітопроводу в лобову частину.

Найбільш близьким технічним рішенням до винаходу є спосіб [Слободенюк Д.В. Ємнісний накопичувальний пристрій у контурі збудження синхронної машини для форсування та гасіння поля [Текст] / Д.В. Слободенюк, О.В. Бялобржеський // Електротехніка і Електромеханіка. - 2015. - №2. - С. 16-20], який включає запуск двигуна шляхом приєднання якірних котушок до мережі живлення і увімкнення обмотки збудження на розрядний опір, синхронізація за відключеного опору і приєднання індуктора до джерела живлення постійного струму, перевід двигуна у сталий режим із регулюванням напруги збудника за законом енергозбереження, а протидію ударним навантаженням виконують шляхом прискорення швидкості форсування збудження за рахунок розряду попередньо зарядженого конденсатора в цьому ж контурі з одночасною подачею напруги від тиристорного перетворювача. Головним недоліком способу є неспроможність ізоляції двигуна забезпечити потрібну стійкість до різкозмінної напруги форсування.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу регулювання збудження синхронних машин, в якому введенням нових технологічних операцій та параметрів досягається раціональний рівень протидії ударним навантаженням протягом терміну входження двигуна у технологічний режим і при компенсації екстремального струму якоря, зменшення динамічних навантажень на окремі елементи двигуна в момент накиду навантаження, підвищення ефективності роботи обладнання та способу регулювання, зниження комплексних витрат та витрат на капітальні ремонти, і за рахунок цього збільшення міжремонтних інтервалів.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі регулювання, який включає запуск двигуна шляхом приєднання якірних котушок до мережі живлення і увімкнення обмотки збудження на розрядний опір, синхронізація за відключеного опору і приєднання індуктора до джерела живлення постійного струму, перевід двигуна у сталий режим із регулюванням напруги збудника за законом енергозбереження, попередньо визначають період власних коливань заданого об'єкта, рівень напруги форсування та відповідну їй тривалість, а випереджаючи перехід двигуна із сталого режиму в режим різкозмінного навантаження здійснюють форсування збудження встановленого рівня і вимикають його за досягнення напівперіоду власних коливань.

Фізична реалізація запропонованого способу регулювання збудженням зображена на функціональній схемі Фіг. 1. Фіг. 2 - експериментальні перехідні процеси, які пояснюють заявлений спосіб.

Запропоноване схемне рішення Фіг. 1 містить заготовку 1, що може переміщатися по рольгангах 2 у напрямку прокатних валків 3, де останні приводять у рух двигуном 15. Якір двигуна 15 живиться через магнітний пускач 17, а обмотки збудження від збудника 9, який має первинне джерело, побудоване на силовому трансформаторі 11 і системі релейного захисту та автоматики (РЗА) 10. Струм якоря контролюють трансформаторами струму 16, які приєднано до РЗА 10, а його вихід заведений на збудник 9. Власне для реалізації нового способу керування електромеханічну систему доповнено давачами 4 фіксації положення заготовки 1, які приєднано до програмованого логічного контролера 6, у складі якого послідовно увімкнуті програмований блок 5 синхронізації системи керування і тригер 8, що задає рівень форсування на збудження. Паралельно-послідовно також увімкнено програмований таймер 7, модуль 12 порівняння поточного часу із встановленим, вихідний сигнал з якого через елемент „АБО" 13 виконує функцію скиду завдання на збудник 9. Повернення у початковий стан таймера 7 та тригера 8 здійснюється по сигналу таймера 7 або появи активної потужності двигуна, що подається через підсилювач 14.

Спосіб регулювання здійснюють у такій послідовності. На стадії проектування або експериментальним чином визначають період власних коливань, рівень напруги форсування збудження та час його тривалості для конкретного двигуна. Потім, до початку роботи системи,

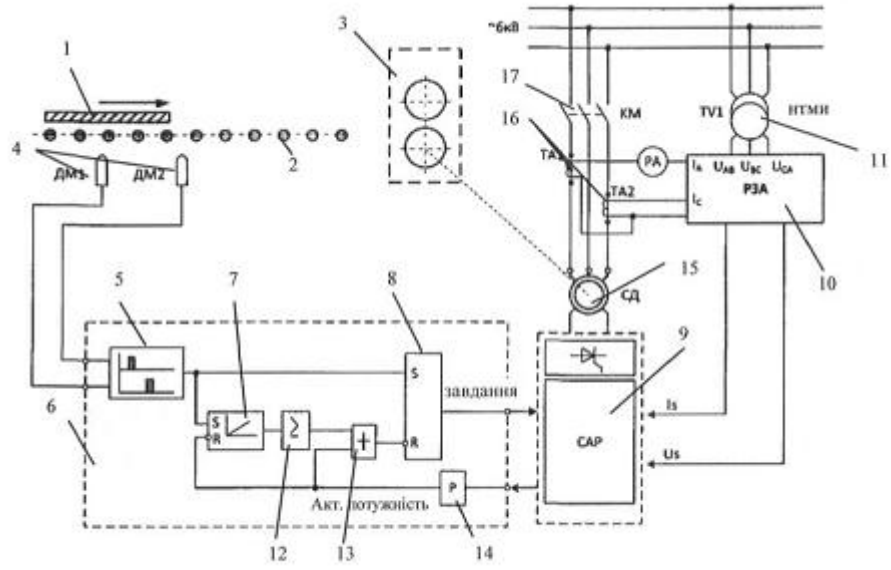
налагоджують або автоматично заводять потрібні уставки витримки часу в блок порівняння 12 та рівень напруги форсування в систему збудження 9. Запуск системи здійснюють шляхом приєднання якоря двигуна 15 до джерела живлення пускачем 17 (інтервал 18 фіг.2) та підключають котушки збудження до розрядного опору, що розміщений у збуднику 9. Наступним кроком двигун 15 синхронізують за від'єданого опору і підключеної обмотки збудження до джерела живлення постійного струму 9 (інтервал 19 фіг. 2). Далі входження у сталий режим (інтервал 20 фіг. 2), де вмикають регулятор керування збудника 9, який реалізує закон енергозбереження. При проходженні заготовки 1 повз давачі 4 останні генерують сигнал на блок синхронізації 5, який одночасно запускає тригер 8 випереджаючого увімкнення форсування напруги збудження (інтервал 21 фіг. 2) і таймер 7 підрахунку поточного часу. По завершенні терміну тривалості уставки блок порівняння 12 скидає тригер 8 в початковий стан (інтервалів 21 плюс 22 Фіг.2), який відповідно знімає завдання на форсування збудження. Скид тригера 8 та таймера 7 додатково дублюється сигналом наявності активної потужності двигуна, котрий отримують із збудника 9 або із РЗА 10 через підсилювач зворотного зв'язку 14 та елемент „АБО” 13. Надалі алгоритм періодичного форсування напруги збудження при циклічному виконанні технологічного завдання повторюють.

Запропонований спосіб регулювання збудженням випробуваний на моделі системи, результат дії якої показано на Фіг. 2. Аналіз отриманих залежностей, де M_d - електромагнітний момент двигуна, відносних одиниць (в.о.); I_s - струм якоря, в.о.; W - частота обертання вала двигуна, в.о.; I_f - струм збудження, в.о., а приналежність графічних залежностей мають позначки - відома (-) та нова (---) система збудження, дозволяє стверджувати, що у момент прикладення навантаження динамічний струм якоря зменшився приблизно втричі, сплеск його максимуму зріс майже на 3 %, а тривалість перехідного процесу скоротилася на 34 %.

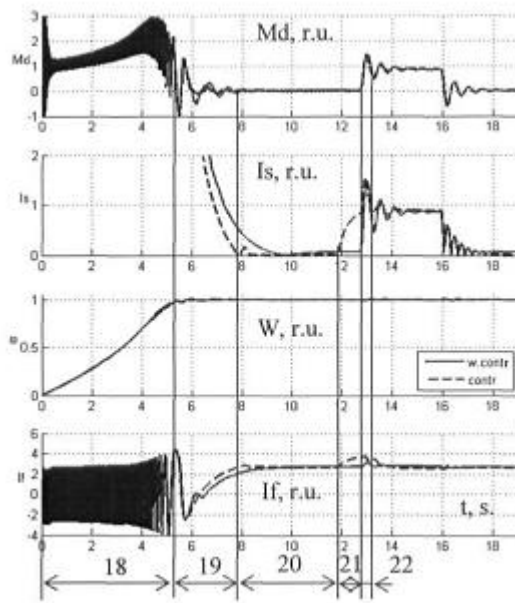
Прибуток при використанні запропонованого способу керування збудженням може бути отриманий за рахунок раціонального рівня протидії ударним навантаженням протягом терміну входження двигуна у технологічний режим і при компенсації екстремального струму якоря, зменшення динамічних навантажень на окремі елементи двигуна в момент накиду навантаження, підвищення ефективності роботи обладнання та способу регулювання, зниження комплексних витрат та витрат на капітальні ремонти і, як наслідок, збільшення міжремонтних інтервалів.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб регулювання збудження синхронних машин, що включає запуск двигуна шляхом приєднання якорних котушок до мережі живлення і увімкнення обмотки збудження на розрядний опір, синхронізацію за відключеного опору і приєднання індуктора до джерела живлення постійного струму, перевід двигуна у сталий режим із регулюванням напруги збудника за законом енергозбереження, який **відрізняється** тим, що попередньо визначають період власних коливань заданого об'єкта, рівень напруги форсування та відповідну її тривалість, а випереджаючи перехід двигуна із сталого режиму в режим різкозмінного навантаження здійснюють форсування збудження встановленого рівня і вимикають його за досягнення напівперіоду власних коливань.



Фиг. 1



Фиг. 2