



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **58408** (13) **U**
(51) МПК (2011.01)
H02P 9/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СИСТЕМА ЗБУДЖЕННЯ СИНХРОННОЇ МАШИНИ

1

2

(21) u201011602

(22) 29.09.2010

(24) 11.04.2011

(46) 11.04.2011, Бюл.№ 7, 2011 р.

(72) ГАЛІНОВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ,
ДУБЧАК ЄВГЕН МИХАЙЛОВИЧ, ЛИСАК ЮРІЙ
ВІКТОРОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ"

(57) Система збудження синхронної машини, що
містить два збудники з обмотками збудження і
якірними обмотками, випрямляч і автоматичний

регулятор напруги збудження, в якому входи об-
моток збудження збудників підключені до автома-
тичного регулятора напруги збудження, а якірні
обмотки сполучені послідовно, і виходи їх підклю-
чені до входу випрямляча, вихід випрямляча підк-
лючений до виводів обмотки збудження основної
синхронної машини, яка **відрізняється** тим, що
обидва збудники - асинхронні машини з фазним
ротором і неоднаковими числами пар полюсів,
обмотки збудження яких підключені до автоматич-
ного регулятора напруги збудження з протилеж-
ним чергуванням фаз.

Корисна модель відноситься до електромеха-
ніки і може бути використана для збудження без-
контактних синхронних машин.

Відомі системи збудження синхронних машин,
що забезпечують закон підтримки постійності кое-
фіцієнта потужності $\cos\Phi = \text{const}$ у вузлі наванта-
ження (Абрамович Б.Н., Круглый А.А. Возбужде-
ние, регулирование и устойчивость синхронных
двигателей. -Л. : Энергоатомиздат, 1983), що міс-
ять збудник з обмотками збудження і якірними
обмотками, випрямляч і автоматичний регулятор
напруги збудження, в якому вхід обмоток збуджен-
ня збудника підключений до автоматичного регу-
лятора напруги збудження, а якірні обмотки підк-
лючені до входу випрямляча. Їх загальним
недоліком є наявність складних регулюючих при-
строїв, що включають силові трансформатори,
регулятори тиристорів і ін., вартість яких сопоста-
вима з вартістю самої машини.

Найбільш близькою до заявленого технічного
рішення є узятя як найближчий аналог система
збудження синхронної електричної машини (Бреев
В.Н., Павлиний В.М., Пластун А.Т., Сиунов Н.С.
А.с. СССР №200656. Оpubл. в БИ, №17, 1967) в
якій збудник виконаний у вигляді каскаду: послідо-
вного з'єднання якірних обмоток збудників. Систе-
ма збудження синхронної машини містить двоє
збудників з обмотками збудження і якірними обмо-
тками, випрямляч і автоматичний регулятор на-
пруги збудження, в якому входи обмоток збуджен-

ня збудників підключені до автоматичного регуля-
тора напруги збудження, а якірні обмотки сполуче-
ні послідовно і виходи їх підключені до входу ви-
прямляча, вихід випрямляча підключений до
виводів обмотки збудження основної синхронної
машини.

Основним недоліком приведенного пристрою є
неможливість забезпечення вищезгаданого закону
керування автоматичним регулятором напруги
збудження (АРЗ) без використання двох регулято-
рів і додаткових складних пристроїв керування
напругою статорних обмоток каскадного збудника.

В основу корисної моделі поставлено завдан-
ня спрощення конструкції за рахунок зменшення
числа елементів.

Поставлене завдання вирішується тим, що си-
стема збудження синхронної машини, що містить
два збудники з обмотками збудження і якірними
обмотками, випрямляч і автоматичний регулятор
напруги збудження, в якому входи обмоток збу-
дження збудників підключені до автоматичного
регулятора напруги збудження, а якірні обмотки
сполучені послідовно, і виходи їх підключені до
входу випрямляча, вихід випрямляча підключений
до виводів обмотки збудження основної синхрон-
ної машини, новим є те, що обидва збудники -
асинхронні машини з фазним ротором і неоднако-
вими числами пар полюсів, обмотки збудження
яких підключені до автоматичного регулятора на-
пруги збудження з протилежним чергуванням фаз.

(13) **U**

(11) **58408**

(19) **UA**

При цьому числа пар полюсів двох машин збудника p_{B1} і p_{B2} підбрані так, щоб $p_{B2} - p_{B1} = 2p$, де p_{B2} , p_{B1} - числа пар полюсів збудників, p - число пар полюсів синхронної машини.

Суть корисної моделі пояснюється малюнками. На фіг. 1 приведена принципова схема пропонуваної корисної моделі.

Система збудження синхронної машини 1 (СМ) з числом пар полюсів p містить перший 2 і другий 3 асинхронні збудники з числами пар полюсів p_{B1} і p_{B2} відповідно, випрямляч і автоматичний регулятор напруги збудження 4. Входи обмоток збудження 2 і 3 з протилежним порядком чергування фаз для створення магнітних полів, що обертаються в різні боки, підключені до виходу автоматичного регулятора напруги збудження 4, який сполучений з мережею живлення, а виходи якірних обмоток збудників сполучені послідовно і підключені через випрямляч 5 до обмотки індуктора синхронної машини 1, статорні обмотки якої через вимикач 6 приєднані до мережі промислової частоти.

Обмотка збудження синхронної машини 1, якірні обмотки збудників 2 і 3, випрямляч 5 розташовано на частині, що обертається, 7.

Вказаний пристрій працює таким чином:

Напруга трифазної мережі через АРЗ 4 поступає на входи статорних обмоток збудників 2 і 3 з протилежним чергуванням фаз. При цьому утворюються магнітні поля, що обертаються в різні боки. У якірних обмотках утворюються електрорушійні сили (ЕРС) рівних частот $f_{B1} = f_{B2}$.

Частота ЕРС якірної обмотки першого збудника

$$f_{2B1} = p_{B1} \cdot f/p + f \text{ де } f - \text{частота мережі.}$$

Частота ЕРС якірної обмотки другого збудника $f_{2B2} = p_{B2} \cdot f/p - f$.

При послідовному з'єднанні якірних обмоток збудників на входах випрямляча формується результуюча напруга, величина якої визначається величиною і фазою ЕРС якірних обмоток. Випрямлена напруга поступає на обмотку збудження основної синхронної машини 1, створюючи струм збудження.

Розглянемо взаємозв'язок між векторами ЕРС вторинних обмоток двох збудників під час переходу СМ від режиму х.х. до номінального навантаження в режимах генератора і двигуна.

Прийmemo закон керування $\cos \varphi = 1$. Для забезпечення заданого закону керування струм збудження I_f повинен змінюватися відповідно до регульовальної характеристики автоматично. Регульовальна характеристика машини (у загаль-

ному випадку) приведена фіг. 2, де I_o , I_N , I_{f0} , I_{FN} - струми якоря і обмотки збудження СМ в режимах неробочого ходу, і номінального навантаження відповідно.

У пропонуваній корисній моделі струм збудження синхронної машини I_f змінюватиметься за рахунок зміни величини вектора результуючої ЕРС збудників при зміні струму навантаження і кута Θ .

Прийmemo в режимі неробочого ходу (н.х.) кут навантаження СМ $\Theta = 0$.

На фіг. 3 показані векторні діаграми ЕРС каскадного збудника для генераторного (а) і рушійного (б) режимів роботи СМ, де γ_0 - кут початкового положення векторів E_{21} і E_{22} при н.х. СМ.

Відносно положення векторів в режимі н.х. встановлюється при настройці машини.

Результуючий вектор $E_{2P0} = E_{21} + E_{220}$ - після випрямлення некерованим випрямлячем (5) створює струм в обмотці збудження синхронної машини I_{f0} .

При зміні кута Θ СМ вектора E_{21} і E_{22} поверта-

$$\gamma_{21} = \frac{p_{B1}}{p} \cdot \Theta \quad \gamma_{22} = \frac{p_{B2}}{p} \cdot \Theta.$$

ються на кути. У режимі генератора все вектора повертаються проти годинникової стрілки щодо початкового положення вектора E_{21} в режимі н.х., а в режимі двигуна - навпаки.

Зміна кута між векторами E_{21} і E_{22} при переході з н.х. до номінального режиму показано на фіг. 3:

$$\gamma_{2P} = \gamma_{22} - \gamma_{21} = \left(\frac{p_{B2}}{p} - \frac{p_{B1}}{p} \right) \cdot \Theta_N = 2\Theta_N$$

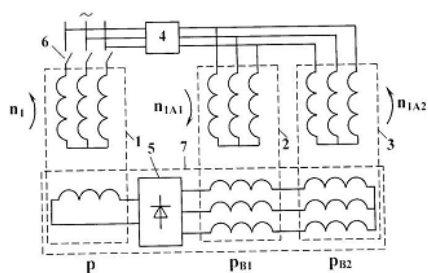
Наприклад, якщо в режимі н.х.:

$\gamma_0 = 60^\circ$; $\Theta_N = 30^\circ$; $2\Theta = 60^\circ$; $\gamma_N = 120^\circ$, то відношення

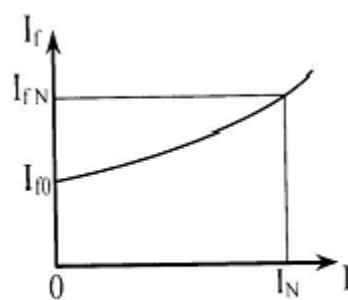
$$\frac{E_{2PN}}{E_{2P0}} = \frac{I_{fN}}{I_{f0}} = \sqrt{3}$$

При цьому закон керування $\cos \varphi = 1$ виконується відповідно до завдання і автоматично забезпечує регульовальну характеристику (фіг. 2).

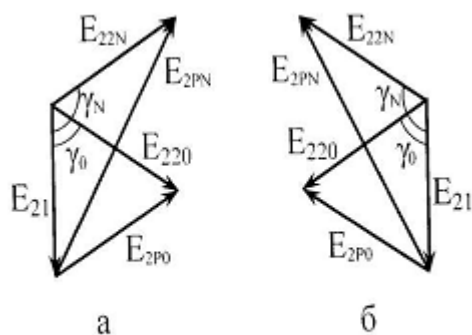
Враховуючи вищесказане, можна зробити висновок, що запропонована корисна модель системи збудження синхронної машини є достатньо ефективною і може бути успішно використана в системах збудження безконтактних синхронних машин. Позитивний ефект від використання даної моделі приводить до спрощення конструкції за рахунок зменшення числа елементів безконтактної системи збудження, що істотно знижує вартість електричної машини в цілому.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3