



УКРАЇНА

(19) UA (11) 75961 (13) C2
(51) МПК (2006)
H02K 17/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ДВОШВИДКІСНИЙ АСИНХРОННИЙ ДВИГУН

1

2

(21) 20040402924

(22) 13.04.2004

(24) 15.06.2006

(46) 15.06.2006, Бюл. № 6, 2006 р.

(72) Мішин Володимир Іванович, Чуєнко Роман
Миколайович, Герасимчук Олександр Володими-
рович, Качкур Анатолій Володимирович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) GB 2193384, 10.06.1987

US 4152630, 01.05.1979

US 4761602, 02.08.1988

US 2039050, 28.04.1936

(57) Двошвидкісний асинхронний електродвигун, який має співвідношення числа полюсів 4:2 з використанням схеми внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності, який **відрізняється** тим, що має спрощену схему комутації для обмотки статора з можливістю одночасної зміни схеми ємнісної компенсації так, що конденсатори електричної ємності увімкнені на початок фази обмотки і середню точку наступної по напрямку обертання двигуна фази до автотрансформаторної схеми вмикання обмоток статора на ту ж електричну ємність.

Винахід відноситься до галузі електротехніки, зокрема до електричних машин змінного струму.

Відомі двошвидкісні асинхронні двигуни з коротко замкнутим ротором з перемиканням числа полюсів обмотки статора в співвідношенні 4:2 по схемі Даландера з послідовного з'єднання двох півобмоток статора на паралельне при зміні напрямку струму в одній з них [Вольдек А.И. Электрические машины. М.: Энергия, 1974. - 832 с; Асинхронные двигатели серии 4А. Справочник / Кравчик А.Э., Шлаф М. М. и др./М.: Энергоиздат, 1982.-504 с.].

При послідовному вмиканні півобмоток статора по схемі Y обмотка має $2p=4$ полюса і крок обмотки зазвичай приймається рівним полюсній поділці, що відповідає $2p=4$. При перемиканні на паралельне з'єднання число полюсів зменшується, а полюсна поділка збільшується в 2 рази при незмінному кроку обмотки, тобто відбувається його вкорочення до половини нової полюсної поділки, що значно зменшує обмотковий коефіцієнт обмотки і техніко-економічні показники машини в цілому.

Винаходом ставиться завдання підвищення коефіцієнту корисної дії, коефіцієнта потужності та пускового моменту двошвидкісного асинхронного двигуна в обох його режимах при перемиканні числа полюсів в співвідношенні 4:2.

Поставлене винаходом завдання досягається тим, що у двошвидкісному асинхронному

електродвигуні, із співвідношенням числа полюсів 4:2 з використанням схеми внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності, згідно винаходу при перемиканні числа полюсів обмотки статора по спрощеній схемі комутації, одночасно змінюється схема ємнісної компенсації так, що конденсатори електричної ємності увімкнені на початок фази обмотки і середню точку наступної по напрямку обертання двигуна фази до автотрансформаторної схеми вмикання обмоток статора на ту ж електричну ємність.

На фігурах представлені:

Фіг.1 - принципова електрична схема кола обмотки статора для $2p=4$ з внутрішньо-зовнішньою ємнісною компенсацією реактивної потужності,

Фіг.2 - проміжна схема комутації кола обмотки статора,

Фіг.3 - принципова схема кола обмотки статора при $2p=2$ з ємнісною компенсацією по автотрансформаторній схемі обмотки статора,

Фіг.4 - спрощена векторна діаграма кола статора по схемі фіг.1,

Фіг.5 - спрощена векторна діаграма фази кола статора і ротора по схемі фіг.3.

При послідовному з'єднанні півобмоток по схемі фіг.1 обмотка статора має $2p=4$ полюса. Двигун споживає з мережі активну і реактивну потужності, струм обмотки відстає по фазі від напруги на деякий кут φ . Вмикання конденсаторів з

(13) C2

(11) 75961

(19) UA

ємністю С між середньою точкою наступної фази і початком попередньої фази змінює струми півобмоток фази при деякій зміні напруг (наприклад U_A і U_A'' для фази А) і зміщенні середньої точки (а) (фіг.4).

Струм I_A' внутрішньої півобмотки відстає від своєї напруги U_A' на той же кут φ , але ця півобмотка фази отримує реактивну потужність не з мережі, а від конденсатора С з напругою \dot{U}_{CB} і струмом I_{CB} , що випереджає свою напругу по фазі на 90° . Струм у зовнішній півобмотці $I_A'' = I_A' - I_{CB}$ значно зменшується в порівнянні з I_A' , оскільки струм ($-I_{CB}$) практично зустрічний струму I_A' .

Зовнішня півобмотка, споживаючи свою частину реактивної потужності частково або повністю звільняється від передачі реактивної потужності внутрішній півобмотці, зменшення струму і зовнішньої півобмотки знижує втрати потужності в ній і в цілому на нагрів обмоток статора. Так проявляється ефект внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності в асинхронному двигуні.

Але, вмикання конденсатора з іншої сторони на початок фази визначає і зовнішню компенсацію реактивної потужності по відношенню до двигуна. Так струм, що споживає фаза А з мережі рівний $I_A = I_A'' + I_{CA}$, де I_{CA} – струм конденсатора, ввімкненого між початком фази А і середньою точкою "с" при напрузі на конденсаторі \dot{U}_{CA} . Струм мережі I_A також є меншим струму I_A' внутрішньої півобмотки, що зменшує втрати потужності в мережі.

Аналогічно в відповідності з фіг.4 визначаються струми і інших фаз кола статора двигуна.

При повній ємнісній компенсації реактивної потужності внутрішніх півобмоток втрати потужності в обмотках знижуються на 10...15%.

При розмиканні контактів K_1 і замиканні контактів K_2 по схемі фіг.2 живлення подається на середні точки а, b, с обмоток, півобмотки фаз вмикаються паралельно, змінюється напрямок струму в зовнішній півобмотці і у відповідності з схемою Даландера число полюсів обмотки змінюється з $2p=4$ на $2p=2$. Але в колі зовнішньої півобмотки залишається ввімкненим конденсатор С, що виключає необхідність замикання зовнішніх півобмоток в нульову точку. В цілому схема обмотки статора приймає автотрансформаторний вигляд (фіг.3). Первинним колом такого автотрансформатора (АТ) є внутрішні півобмотки двох фаз з лінійною напругою живлення, а зовнішня півобмотка стає вторинною обмоткою понижуючого АТ, ввімкненого на електричну ємність.

Зміна числа полюсів обмотки статора з чотирьох до двох при зміні на протилежний напрямок струму в зовнішній півобмотці еквівалентно просторовому повороту зовнішньої півобмотки на 180° в автотрансформаторній схемі фіг.3 в порівнянні з схемами фіг.1, 2.

Напруга на конденсаторі, як вторинна напруга понижуючого АТ без врахування падін напруги, наприклад, для фази А рівна $\dot{U}_{KA} \cong \dot{E}_{1C} - \dot{E}_{\Delta A} \cong -\dot{U}_{CA} - \dot{E}_{\Delta A} \cong -\dot{U}_{CA} - \dot{E}_{\Delta A} \cong \dot{U}_C$ (фіг.1д), де $\dot{E}_{1A} \cong -\dot{U}_A$, $\dot{E}_{1C} \cong -\dot{U}_C$ - ЕРС основних

обмоток (півобмоток) фаз первинного кола АТ, $\dot{E}_{\Delta A} \cong -\dot{U}_A$ - ЕРС вторинної обмотки АТ в фазі А.

Струм $I_{\Delta A}$ вторинного кола АТ з ємнісним навантаженням випереджає напругу на конденсаторі $\dot{U}_{KA} \cong \dot{U}_C$ на 90° , і має активні складові $I_{\Delta U}$ і по відношенню до первинної лінійної напруги \dot{U}_{CA} і $I_{\Delta E}$ по відношенню до ЕРС $\dot{E}_{\Delta A}$ вторинної обмотки АТ. У вторинне коло АТ потужність надходить електричним шляхом з мережі $S_{\Delta el} = -\dot{U}_{CA} \cdot \dot{I}_{\Delta A}^* = P_{\Delta el} + jQ_{\Delta el}$ електромагнітну складову $S_{\Delta em} = -\dot{E}_{\Delta A} \cdot \dot{I}_{\Delta A}^* = P_{\Delta em} + jQ_{\Delta em}$ причому активні потужності без врахування втрат у вторинній обмотці в відповідності з рис. 1д рівні $P_{\Delta el} = -\dot{U}_{CA} \dot{I}_{\Delta U} = \dot{U}_{CA} \dot{I}_{\Delta A} \cos 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \dot{U}_A^2 \omega C$,

$$P_{\Delta el} = -\dot{U}_{CA} \dot{I}_{\Delta U} = \dot{U}_{CA} \dot{I}_{\Delta A} \cos 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \dot{U}_A^2 \omega C,$$

$$P_{\Delta em} = -\dot{E}_{\Delta A} \dot{I}_{\Delta E} \cong \dot{U}_A \dot{I}_{\Delta A} \cos 30^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2} \dot{U}_A^2 \omega C,$$

$$\text{де } \dot{I}_{\Delta A} = \frac{\dot{U}_{KA}}{X_C} = \dot{U}_C \omega C = \dot{U}_A \omega C, \quad X_C = \frac{1}{\omega C} -$$

ємнісний опір конденсатора.

Рівність величин і протилежні знаки цих потужностей визначають споживання активної потужності $P_{\Delta el}$ з мережі і передачу її (за винятком втрат) $P_{\Delta em}$ електромагнітним шляхом в ротор. Таким чином, ротор отримує активну потужність P_{2em} електромагнітним шляхом з двох сторін: з основної (первинної частини) обмотки фази P_{1em} як в звичайному асинхронному двигуні і з вторинної обмотки АТ $P_{\Delta em}$ так, що $P_{2em} = P_{1em} + P_{\Delta em}$. При певному значенні величини ємності С обидві частини потужності можуть бути однаковими, що підвищує ефективність двигуна. При необхідності обидві обмотки можна завантажити однаково по струму.

Реактивна потужність конденсатора $Q_K = \dot{U}_{KA} \dot{I}_{\Delta A}^* = -j\dot{U}_A^2 \omega C$ частково переходить електричним шляхом і електромагнітне через вторинну обмотку АТ в дві фази первинної обмотки АТ статора, зменшуючи їх реактивні струми при створенні основного поля і поля розсіювання, а також в обмотку ротора. Надлишок реактивної потужності конденсатора передається в мережу.

В звичайному асинхронному двигуні в однакових паралельних півобмотках фази виникають однакові струми I_A , причому загальний струм фази $I_A = 2 I_{A1} = I_0 - I_2$, а на кожний струм I_{A1} півобмотки статора припадає половина струму намагнічування I_0 і струму ротора I_2 (фіг.5).

В схемі по фіг.3 струм $I_{\Delta A}$ вторинного кола АТ має реактивну складову по відношенню до напруги U_A , що рівна $I_{\Delta p}$ і співпадає по фазі з струмом намагнічування I_0 . Підмагнічуючи систему струм $I_{\Delta p}$ замінює частину (або повністю) струму намагнічування, зменшуючи струм фази А

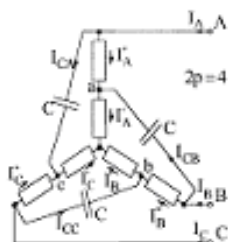
первинної обмотки АТ (на фіг.5 прийнято $I_{\Delta p} = 0,5 I_0$, тобто $I_{\Delta p}$ повністю компенсує струм намагнічування основної обмотки).

Струм $I_{\Delta A}$ взаємодуктивним зв'язком X_m вторинної обмотки АТ з обмоткою ротора індукуює в ній додаткову $\dot{E}_{\Delta m} = -jX_m I_{\Delta A} e^{j180^\circ} = jX_m I_{\Delta A}$, яка накладаючись на основну ЕРС ротора E_2 змінює її фазу на кут γ і величину до E_2 , відповідно змінюється і струм ротора I_2 .

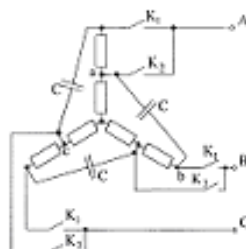
Струм основної півобмотки фази А буде виражатись як $I_{A'} = 0,5I_0 - I_{\Delta p} - 0,5I_2'$, струм вторинної

обмотки $I_{\Delta A} e^{j180^\circ} = -I_{\Delta A} = -I_{\Delta p} - 0,5 - I_2'$, струм двох робочих півобмоток фази А рівний $(I_{A'} - I_{\Delta A}')$ а загальний струм фази А в мережі $I_A = I_{A'} - I_{\Delta A} + I_{\Delta B}$.

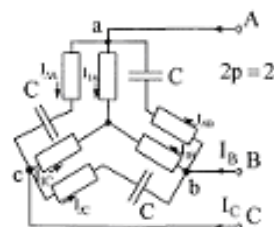
В цілому в компенсованому асинхронному двигуні по схемі фіг.1в обмоток статора в порівнянні з двигуном з паралельним з'єднанням двох однакових півобмоток в фазі зменшуються струми півобмоток і втрати потужності в них при незмінному моменті навантаження на валу двигуна, збільшується пусковий момент двигуна.



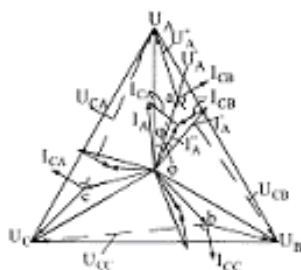
Фіг.1



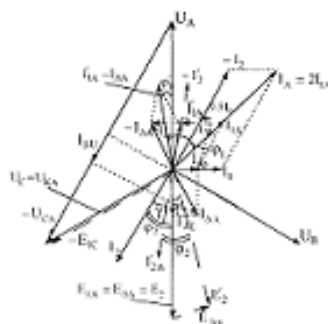
Фіг.2



Фіг.3



Фіг.4



Фіг.5