DOI: 10.17117/na.2015.10.03.065

<http://ucom.ru/doc/na.2015.10.03.065.pdf>

Поступила (Received): 30.10.2015

Ванурин В.Н., Емелин А.А., Жидченко Т.В., Жогалев А.П. Многоскоростная статорная обмотка электродвигателя

Vanurin V.N., Emelin A.A., Zhidchenko T.V., Zhogalev A.P.
Multispeed motor stator winding

В работе рассмотрена статорная обмотка на 8/4 полюса, позволяющая упростить схему коммутации выводов управления работы асинхронного электродвигателя. В ней приведены теоретические оценки работы стационарной обмотки. Статья содержит 5 рисунков

Ключевые слова: полюсопереключаемая обмотка, упрощение коммутации, энергоэффективность

Ванурин Владимир Николаевич

Доктор технических наук, главный научный сотрудник
Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства
Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 14

Емелин Александр Аркадьевич

Кандидат технических наук, доцент
Донской государственный аграрный университет
Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Жидченко Татьяна Викторовна

Кандидат технических наук, доцент
Донской государственный аграрный университет
Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Жогалев Алексей Петрович

Кандидат технических наук, доцент
Донской государственный аграрный университет
Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21

The paper considers the stator winding on the 8/4 pole, allowing simplify the switching vyvo-ing control operation asynchronous elektrodvigat middle. It shows the theoretical evaluation of the stationary coil. This article contains 5 figures

Key words: switchable pole winding, simplifying switching, energy efficiency

Vanurin Vladimir Nikolaevich

Doctor of Engineering Sciences, Senior Researcher
Northern-Caucasian scientific research institute of mechanization and electrification of agriculture
Rostov region, Zernograd, Lenina st., 14

Emelin Alexandr Arkadievich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Don state agrarian university
Rostov region, Zernograd, Lenina st., 21

Zhidchenko Tatiana Viktorovna

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Don state agrarian university
Rostov region, Zernograd, Lenina st., 21

Zhogalev Alexey Petrovich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Don state agrarian university
Rostov region, Zernograd, Lenina st., 21

Для экономичной эксплуатации многоскоростных двигателей необходимо установить насколько они соответствуют приводимым производственным механизмам по степени загрузки на каждой частоте вращения и по степени использования базового габарита. Чем меньше степень загрузки, тем больше от-

носительная величина реактивной мощности, и тем менее эффективно работает как двигатель, так и питающие его энергетические установки. При оценке эксплуатационного КПД двигателя потери в сети от реактивного тока приводят к потерям двигателя.

В многоскоростных двигателях наибольшее применение находят статорные обмотки с соотношением пар полюсов $2/1$ – «схемы Даландера». Определённый недостаток переключений обмоток с соотношением пар полюсов $2/1$ по схемам Даландера заключается в необходимости применения дополнительного магнитного пускателя для объединения выводов в нулевую точку.

Упрощению схемы коммутации обмотки на $8/4$ полюса способствует также цепное чередование катушечных групп при большем числе полюсов $/1/$. На рисунке 1 показана схема фазных соединений катушек обмотки.

Рис. 1. Схема фазных соединений

Рис. 2. Схема и МДС обмотки на $8/4$ полюса

На рисунке 2 представлены МДС обмотки (линейный ток отображён и в условных дополнительных рядах сторон катушек). Отношение обмоточных коэффициентов статорной обмотки для статора двигателя с 48 пазами будет равно $k_{об8}/k_{об4} = 0,86/0,685$.

Рис. 3. Гармонический анализ МДС при $p=2$ и $p=4$

Проведенный гармонический анализ МДС, представленный на рисунке 3, показал незначительное влияние нерабочих гармоник на работу двигателя.

Для оценки коэффициента дифференциального рассеивания τ_{d1} построим диаграмму Гергиса (см. рисунок 4). При $p=2$ – $\tau_{d1}=0,0468$, а при $p=4$ – $\tau_{d1}=0,04$.

Рис. 4. Диаграммы Гергиса

На рисунке 5 приведена схема обмотка на 8/4 полюса и МДС для электродвигателя с 72 паза на статоре. В этом случае отношение обмоточных коэффициентов будет $k_{об8}/k_{об4} = 0,82/0,63$.

Рис. 5. Схема на 8/4 полюса ($Z_1=72$)

Статорные обмотки с переключением по схеме $Y-\Delta/\Delta$ позволяют определённым соотношением витков w в катушках последовательной части и в части треугольника изменять соотношение индукций $B_{\delta 8}/B_{\delta 4}$, следовательно, и подбирать двигатель под определённую нагрузку на валу при переключении полюсов. Так для двигателя при 72 пазах статора при одинаковом числе витков в катушках ($k_{e8}/k_{e4} \approx 0,96$):

$$\frac{w_8}{w_4} = \frac{k_{e8} U_{H8} k_{o64} \Phi_4}{k_{e4} U_{H4} k_{o68} \Phi_8} = 0,96 \cdot \frac{380 \cdot 0,63 \cdot \Phi_4}{380 \cdot 0,82 \cdot \Phi_8} = 1,4;$$

$$\Phi_8/\Phi_4=0,525;$$

$$\frac{B_{\delta 8}}{B_{\delta 4}} = \frac{2\Phi_8}{\Phi_4} = 2 \cdot 0,525 = 1,05.$$

Если число витков в катушках последовательной части обмотки увеличить вдвое, то

$$\frac{w_8}{w_4} = \frac{k_{e8} U_{H8} k_{o64} \Phi_4}{k_{e4} U_{H4} k_{o68} \Phi_8} = 0,96 \cdot \frac{380 \cdot 0,63 \cdot \Phi_4}{380 \cdot 0,82 \cdot \Phi_8} = 1,8;$$

$$\Phi_8/\Phi_4=0,4;$$

$$\frac{B_{\delta 8}}{B_{\delta 4}} = \frac{2\Phi_8}{\Phi_4} = 2 \cdot 0,4 = 0,8.$$

Работоспособность обмотки проверена на опытном двигателе 4AM100S8/4 на базе 4AM100S4.

Вывод

Решению задач повышения энергоэффективности определённого типа приводов с многоскоростными асинхронными двигателями могут способствовать новые схемные решения полюсопереключаемых статорных обмоток.

Двигатели на 8/4 полюсов с соединением фаз по схеме $Y-\Delta/\Delta$ позволяют упростить схему коммутации, что повышает надёжность коммутации при переключении полюсов и удешевляет систему управления на 605-2750 руб.

Список используемых источников:

1. Ванурин В.Н. Пат. 2345463 Российская Федерация, МПК H02 K17/14. Статорная обмотка на 8/4 полюса. Заявитель и патентообладатель ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии. №2011118251/07; заявл. 27.02.2008; опубл. 27.01.2009, Бюл. №3.
2. Ванурин В.Н. Электрические машины. М.: Колос, 1995. 256 с.

© 2015, Ванурин В.Н., Емелин А.А., Жидченко Т.В., Жогалев А.П.

Многоскоростная статорная обмотка
электродвигателя

© 2015, Vanurin V.N., Emelin A.A., Zhidchenko T.V., Zhogalev A.P.

Multispeed motor stator winding