



УДК 621.313.333.2

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Овчаров В. В., д.т.н.,

Овчаров С. В., к.т.н.,

Стребков А. А., аспирант\*

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел.: (0619)42-32-63

**Аннотация** – исследована и разработана математическая модель преобразователя активной мощности, потребляемой асинхронным электродвигателем.

**Ключевые слова:** активная мощность, полная мощность, векторная диаграмма, круговая диаграмма.

*Постановка проблемы.* В условиях агропромышленного комплекса электродвигатели привода насосов (орошения, водоснабжения), вентиляторов (в системах кондиционирования воздуха) и других рабочих машин с параболической механической характеристикой часто работают с неполной загрузкой на валу – с одной стороны и отклонениями напряжения – с другой стороны. Все это приводит к неоптимальной загрузке электродвигателей, то есть к завышенному удельному расходу электрической энергии на единицу вырабатываемой продукции.

*Анализ последних достижений.* Вопросом оптимизации загрузки указанных электродвигателей уделяется значительное внимание [1, 2].

Однако предложенные способы оптимизации загрузки электродвигателей не обеспечены необходимыми математическими моделями их реализации. Например, предлагается использование «мягких» тиристорных пускателей, которые позволяют, изменяя величину подводимого напряжения в зависимости от нагрузки на валу, оптимизировать потери в электродвигателе [3]. Этот способ не может быть полностью реализован по причине отсутствия преобразователей потерь активной мощности в электродвигателе.

*Формулировка целей статьи.* Поэтому целью статьи является разработка математической модели преобразователя потерь активной

---

© Овчаров В.В., Овчаров С.В., Стребков А.А.

\* Научный руководитель – д.т.н., проф. Овчаров В.В.

мощности в асинхронном электродвигателе как самом распространенном в электроприводе.

*Основная часть.* Исследуем переменные потери активной мощности в асинхронном электродвигателе в функции скольжения.

Представим Г-образную схему замещения асинхронного электродвигателя (для одной фазы) в уточненном виде (рис. 1)

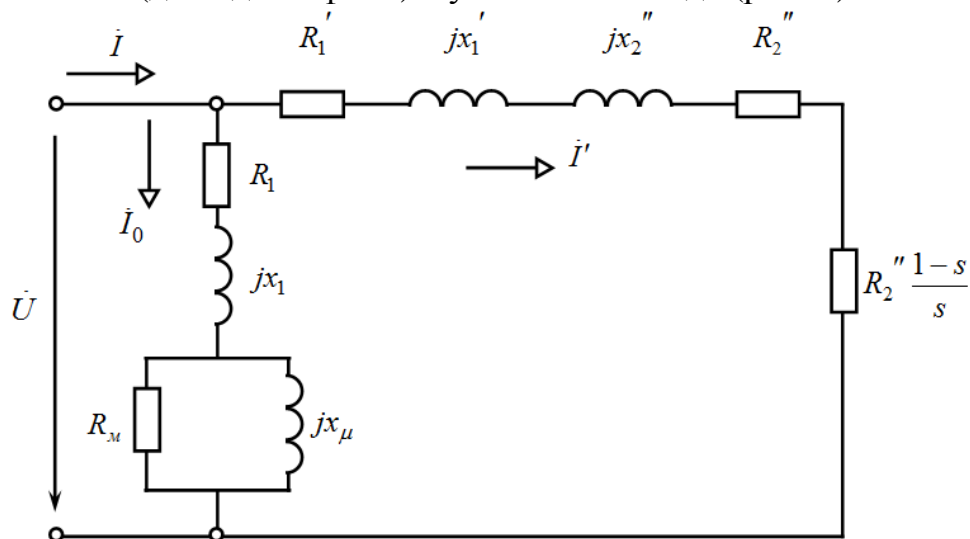


Рис. 1. Уточненная схема замещения асинхронного электродвигателя (для одной фазы)

На приведенной схеме:

$R_2'' \frac{1-s}{s}$  – активное сопротивление, эквивалентное активной

мощности, которая передается на вал, Ом;

$R_m$  – активное сопротивление, эквивалентное потерям активной мощности в магнитопроводе (от вихревых токов и на перемагничивание), Ом.

Например, для электродвигателя типоразмера 4A100S2Y3 потери в магнитопроводе составляют 139 Вт, активное сопротивление, эквивалентное этим потерям, равняется 348,2 Ом.

Запишем комплекс действующего значения силы тока  $\dot{I}_0$  намагничивающего контура

$$\dot{I}_0 = \frac{\dot{U}}{R_1 + jx_1 + \frac{R_m \cdot jx_m}{R_m + jx_m}} = I_0 e^{-j\varphi_0} \quad (1)$$

Комплекс полной мощности в намагничивающем контуре, приняв  $\psi_u = 0$

$$\tilde{S}_0 = \dot{U} I_0^* = UI_0 e^{j\varphi_0} = S_0 e^{j\varphi_0}. \quad (2)$$

Построим комплекс полной мощности намагничивающего контура на комплексной плоскости (рис. 2).

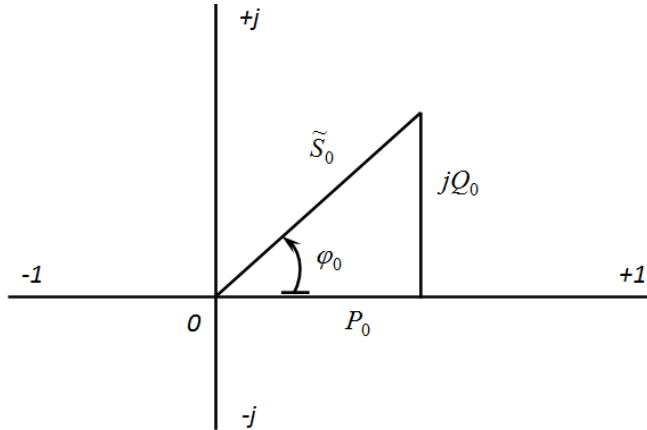


Рис. 2. Векторная диаграмма мощностей намагничивающего контура

Запишем комплекс полной мощности намагничивающего контура в следующем виде

$$\tilde{S}_0 = P_0 + jQ_0, \quad (3)$$

где  $P_0$  – активная мощность, потребляемая намагничивающим контуром, Вт.

Запишем комплекс действующего значения силы электрического тока в другой ветви схемы замещения

$$\dot{I}_0 = \frac{\dot{U}}{R_1' + R_2'' + j(x_1' + x_2'') + R_2'' \frac{1-s}{s}}. \quad (4)$$

Введем обозначение

$$Z = R_1' + R_2'' + j(x_1' + x_2''). \quad (5)$$

Тогда

$$\dot{I}_0 = \frac{\dot{U}}{Z + R_2'' \frac{1-s}{s}}. \quad (6)$$



Преобразуем (6)

$$\dot{I}_0 = \frac{\frac{\dot{U}}{Z}}{1 + \frac{R_2'' \frac{1-s}{Z}}{s}} = \frac{\dot{I}'_{\kappa}}{1 + \frac{R_2'' \frac{1-s}{z} e^{j\psi}}{s}} . \quad (7)$$

где:

$$\dot{I}'_{\kappa} = \frac{\dot{U}}{Z} ; \quad (8)$$

$$Z = z e^{j\psi} ; \quad (9)$$

$$\varphi = \operatorname{arcctg} \frac{R_1' + R_2''}{x_1' + x_2''} ; \quad (10)$$

$$z = \sqrt{(R_1' + R_2'')^2 + (x_1' + x_2'')^2} ; \quad (11)$$

$$\psi = -\varphi ; \quad (12)$$

$$\dot{U} = U e^{j\psi_u} . \quad (13)$$

Уравнение (7) представляет собой уравнение круговой диаграммы тока  $\dot{I}_0$ . Запишем комплекс действующего значения напряжения, приняв  $\psi_u = 0$

$$\dot{U} = U . \quad (14)$$

Запишем комплекс полной мощности в указанной ветви

$$\tilde{S}' = \dot{U} \dot{I}^* , \quad (15)$$

где

$$\dot{I}^* = I' e^{j\varphi'} . \quad (16)$$

Тогда

$$\tilde{S}' = U I' e^{j\varphi'} = S' e^{j\varphi'} . \quad (17)$$

В другом виде

$$\tilde{S}' = \dot{U} \frac{\dot{I}'_{\kappa}^*}{1 + \frac{R_2'' \frac{1-s}{z} e^{j\psi}}{s}} , \quad (18)$$



Окончательно можем записать

$$P = P_0 + P' . \quad (22)$$

На основании проведенного исследования составляем структурную схему преобразователя активной мощности, потребляемой асинхронным электродвигателем (рис. 4).

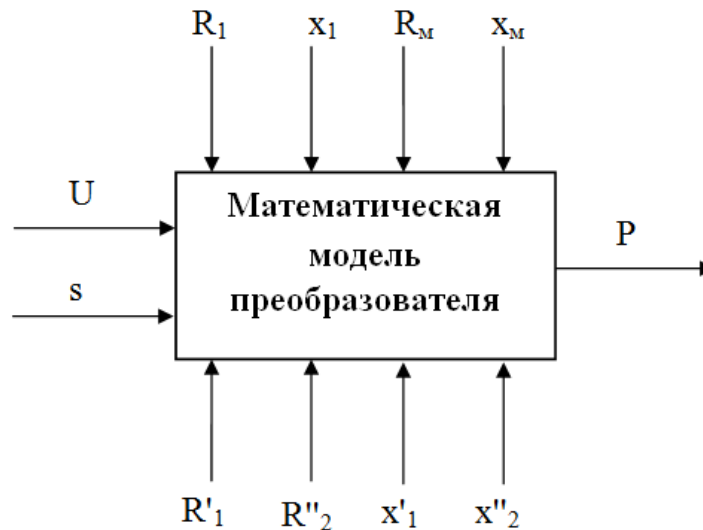


Рис. 4. Структурная схема преобразователя активной мощности, потребляемой асинхронным электродвигателем

*Выводы:*

В качестве параметра диагностирования активной мощности, потребляемой асинхронным электродвигателем, используется величина скольжения асинхронного электродвигателя.

*Литература*

1. В.В. Овчаров. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / Киев: Изд-во УСХ. 1990.-168 с. – ISBN 5-7987-0044-5.
2. Овчаров, С. В. Исследование потерь активной энергии в асинхронном электродвигателе в эксплуатационных условиях / С. В. Овчаров, А. А. Стребков. // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2015. – Т. 2, N 8(74). - С. 22-28.
3. Sun, D. S. Research on Voltage-Chopping and Energy-Saving Controlling Technology for Three-Phase AC Asynchronous Motor [Text] / D. S. Sun // *Advanced Materials Research*. – 2012. – Vol. 433-440. – P. 1033–1037.



**ПЕРЕТВОРЮВАЧ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ,  
ЯКА СПОЖИВАЄТЬСЯ АСИНХРОННИМ  
ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ**

В. В. Овчаров, С. В. Овчаров, О.А. Стребков

*Анотація* – досліджена та розроблена математична модель перетворювача активної потужності, яка споживається асинхронним двигуном.

**THE ACTIVE POWER CONVERTER,  
CONSUMED ASYNCHRONOUS MOTOR**

V. Ovcharov, S. Ovcharov, A. Strebkov

*Summary*

**A mathematical model of the converter active power, consumed by the asynchronous motor is investigated.**