

УДК 621.313.333.2

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДА РЕСУРСА ИЗОЛЯЦИИ В АСИНХРОННОМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕ

Островский А.В., асп.*

Таврический государственный агротехнологический университет
тел. (0619) 42-32-63

Аннотация – предложена методика исследования расхода ресурса изоляции в асинхронном двигателе в функции загрузки на валу и температуры окружающей среды.

Ключевые слова – расход ресурса изоляции, температура окружающей среды, коэффициент расхода ресурса изоляции.

Постановка проблемы. Известно, что в электродвигателе наблюдается расход ресурса изоляции в обмотках статора, который зависит от активной мощности на валу. Исследуя эту зависимость, возможно функциональное диагностирование асинхронных электродвигателей, что является важным фактором в бесперебойной их работе.

Анализ последних исследований. Вопросам исследования расхода ресурса изоляции в электродвигателе посвящено ряд работ [1,2,3], в которых найдены зависимости в функции коэффициента загрузки на валу. Однако, в них не учитывается влияние температуры окружающей среды на расход ресурса изоляции.

Формулирование цели статьи. Поэтому целью статьи является исследование расхода ресурса изоляции в асинхронном электродвигателе в функции загрузки на валу и температуры окружающей среды.

Основная часть. Расход ресурса изоляции асинхронного электродвигателя связан с режимом работы последнего и определяется тепловым износом изоляции.

Известно, что скорость теплового износа изоляции показывает, сколько базовых (из 20000) часов расходует за один час работы электродвигателя и рассчитывается по выражению:

$$\varepsilon = \varepsilon_n e^{B \left(\frac{1}{\theta_n} - \frac{1}{\theta_y} \right)}, \quad (1)$$

где ε - скорость теплового износа изоляции, бч/ч;

ε_n - номинальная скорость теплового износа изоляции, бч/ч;

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

© асп. Островский А.В.

θ_n - абсолютная номинальная температура изоляции данного класса, K ;

θ_y - фактическая абсолютная установившаяся температура изоляции, K ;

B – показатель, характеризующий изоляцию данного класса, K .

В свою очередь:

$$\theta_y = \tau_y + \vartheta_{cp} + 273, \quad (2)$$

где ϑ_{cp} - температура окружающей среды, $^{\circ}C$.

Введем понятие - коэффициент расхода ресурса изоляции, который представляет собой отношение скорости теплового износа изоляции ε к номинальному значению ε_n , то есть:

$$k_{p.p} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_n}. \quad (3)$$

Преобразуем данное выражение:

$$k_{p.p} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_n} = \frac{\varepsilon_n e^{B\left(\frac{1}{\theta_n} - \frac{1}{\theta_y}\right)}}{\varepsilon_n} = e^{B\left(\frac{1}{\theta_n} - \frac{1}{\theta_y}\right)}.$$

И получим:

$$k_{p.p} = e^{B\left(\frac{1}{\theta_n} - \frac{1}{\theta_y}\right)}. \quad (4)$$

Для нахождения установившегося превышения температуры обмотки статора асинхронного электродвигателя воспользуемся уравнением теплового баланса. Уравнение теплового баланса асинхронного электродвигателя, рассматривая последний как однородное тело, имеет следующий вид:

$$\frac{C}{L} \frac{d\tau}{dt} + \tau = \frac{\Delta P}{L}, \quad (5)$$

где C - теплоемкость двигателя, $\frac{Дж}{^{\circ}C}$;

τ - превышение температуры обмотки над температурой окружающей среды, $^{\circ}C$;

L - теплоотдача электродвигателя в окружающую среду, $\frac{Дж}{с \cdot ^{\circ}C}$;

ΔP - потери активной мощности в электродвигателе, $Вт$;

t - текущее время, $с$.

В установившемся режиме уравнение (5) принимает вид:

$$\tau_y = \frac{\Delta P_y}{L}, \quad (6)$$

где τ_y - установившееся превышение температуры обмотки статора асинхронного электродвигателя, °C;

ΔP_y - потери активной мощности в электродвигателе в установившемся режиме, Вт.

Последние запишутся следующим образом:

$$\Delta P_y = \Delta P_{с.н} + \kappa^2 \Delta P_{м.н} (1 + \alpha(\tau_y + \vartheta_{cp} - 75)). \quad (7)$$

Подставляем (7) в (8) и получаем:

$$\tau_y = \frac{\Delta P_{с.н} + \kappa^2 \Delta P_{м.н} (1 + \alpha(\tau_y + \vartheta_{cp} - 75))}{L}. \quad (8)$$

Преобразуем (8) и получим:

$$\tau_y = \frac{\Delta P_{с.н} + \kappa^2 \Delta P_{м.н} (1 + \alpha(\vartheta_{cp} - 75))}{L - \alpha \kappa^2 \Delta P_{м.н}}. \quad (9)$$

Выражение (9) в номинальном режиме работы асинхронного электродвигателя принимает вид:

$$\tau_n = \frac{\Delta P_{с.н} + \Delta P_{м.н} (1 + \alpha(\vartheta_{cp} - 75))}{L - \alpha \Delta P_{м.н}}, \quad (10)$$

откуда

$$L = \frac{\Delta P_{с.н} + \Delta P_{м.н} (1 + \alpha(\vartheta_{cp} - 75)) + \alpha \tau_n \Delta P_{м.н}}{\tau_n}. \quad (11)$$

Подставляем (11) в (10) и получаем:

$$\tau_y = \tau_n \frac{\Delta P_{с.н} + \kappa^2 \Delta P_{м.н} (1 + \alpha(\vartheta_{cp} - 75))}{\Delta P_{с.н} + \Delta P_{м.н} (1 + \alpha(\vartheta_{cp} - 75)) - \alpha \tau_n \kappa^2 \Delta P_{м.н} (\kappa^2 - 1)}. \quad (12)$$

Уравнение (12) в другом виде запишется следующим образом:

$$\tau_y = \tau_n \frac{a + \kappa^2 (1 + \alpha(\vartheta_{cp} - 75))}{a + 1 + \alpha(\vartheta_{cp} - 75) - \alpha \tau_n (\kappa^2 - 1)}. \quad (13)$$

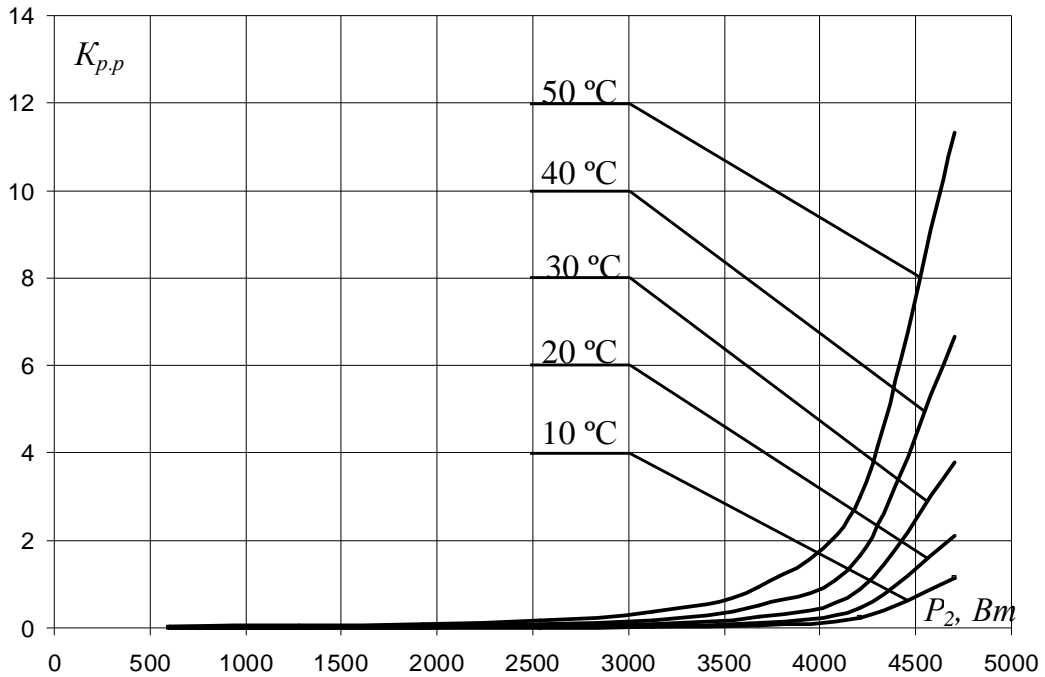


Рис. 1. Зависимости коэффициента расхода ресурса изоляции $K_{p,p}$ в функции активной мощности на валу P_2 при температуре окружающей среды $\vartheta_{\text{нд}}=10\text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{\text{нд}}=20\text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{\text{нд}}=30\text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{\text{нд}}=40\text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{\text{нд}}=50\text{ }^\circ\text{C}$.

Рассчитаем коэффициент расхода ресурса изоляции $\kappa_{p,p}$ в асинхронном электродвигателе типоразмера 4A100S2Y3 с учетом температуры окружающей среды ϑ_{cp} . Зависимость коэффициента расхода ресурса изоляции $\kappa_{p,p}$ в функции активной мощности на валу P_2 при температуре окружающей среды $\vartheta_{cp}=10\text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{cp}=20\text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{cp}=30\text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{cp}=40\text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{cp}=50\text{ }^\circ\text{C}$ показана на рисунке 1.

Из графиков видно, что при увеличении температуры окружающей среды ϑ_{cp} и механической мощности, передаваемой на вал рабочей машины P_2 , коэффициент расхода ресурса изоляции $\kappa_{p,p}$ возрастает.

Выводы: Предложена методика и получены зависимости расхода ресурса изоляции в асинхронном электродвигателе в функции активной мощности на валу и температуры окружающей среды.

Литература.

1. Овчаров С.В. Исследование потерь мощности в асинхронном электродвигателе / С.В. Овчаров, Р.В. Телюта // Проблемы энергобережения та енергобереження в АПК України: Збірник наукових праць. – 2009. – с. 53 – 57.

2. Овчаров В. В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве. – К.: УСХА, 1990. – 168 с.

3. Островский А.В. Диагностирование преобразования электрической энергии в погружном электродвигателе/ Овчаров С.В., Островский А.В., Курашкин С.Ф. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – Вип. 10, т. 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ У АСИНХРОНОМУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІ

А.В. Островський

Анотація - запропоновано методику дослідження витрат ресурсу ізоляції в асинхронному двигуні у функції завантаження валу та температури навколишнього середовища.

RESEARCH OF THE EXPENDITURE RESOURCE OF ISOLATION IN THE INDUCTION MOTOR

A. Ostrovsky

Summary

The method research of the expenditure resource of isolation is offered in the induction motor in the function of load on a billow and ambient temperature.