

УДК 631.363

ОБЛЕГЧЕНИЕ ПУСКОВЫХ РЕЖИМОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ СОИЗМЕРИМОЙ МОЩНОСТИ

Стойчев Д.В., аспирант.*

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

Аннотация – предложен метод облегчения пускового режима асинхронного электродвигателя в условиях соизмеримой мощности.

Ключевые слова – пусковой, минимальный, критический моменты электродвигателя, дополнительный тепловой износ изоляции, симметричные составляющие напряжения прямой и обратной последовательностей, вольтодобавочный трансформатор.

Постановка проблемы. В условиях соизмеримой мощности самым неблагоприятным режимом работы асинхронного электродвигателя является пусковой, сопровождающийся затяжным пуском и, как следствие, повышенными температурными режимами.

Анализ последних исследований. Установлено, что в послепусковой период наблюдается значительный дополнительный тепловой износ изоляции в период охлаждения асинхронного электродвигателя до номинального превышения температуры его обмотки[1,2]. Критерием оценки пускового режима электродвигателя предложено значение дополнительного теплового износа изоляции, который является функцией импульса квадрата пускового тока. Отключение электродвигателя в случае, если дополнительный тепловой износ изоляции превышает допустимое значение не желателен, так как при повторном пуске ситуация еще более усугубится.

Формулирование цели статьи. Поэтому в задачу исследования входит обоснование метода облегчения пускового режима асинхронного электродвигателя в условиях соизмеримой мощности.

Основная часть. Для успешного запуска электродвигателя привода рабочей машины предусмотрим однофазный вольтодобавочный трансформатор, вторичная обмотка которого будет включаться в цепь одной фазы электродвигателя, если импульс квадрата кратности пускового тока превысит заданную уставку.

Рассмотрим пусковой режим асинхронного электродвигателя, облегченный с помощью вольтодобавочного трансформатора.

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

© аспирант Стойчев Д.В.

Проаналізуємо декілька випадків таких пускових режимів.

Случай 1: кратность приложенного симметричного напряжения по фазам равна 0,8; вольтодобавочный трансформатор в фазе **a** увеличивает напряжение до 330 В, то есть:

$$\dot{U}_a = 0,8 \cdot U_{ан} + U_\delta = 330В; \quad (1)$$

$$\dot{U}_\epsilon = 0,8 \cdot U_{\epsilonн} e^{-j120} = 176 \cdot e^{-j120} В; \quad (2)$$

$$\dot{U}_c = 0,8 \cdot U_{сн} e^{+j120} = 176 \cdot e^{+j120} В. \quad (3)$$

Найдем симметричные составляющие нулевой, прямой и обратной последовательностей описанного несимметричного напряжения:

$$\dot{U}_{a0} = \frac{1}{3} \left(\dot{U}_a + \dot{U}_\epsilon + \dot{U}_c \right); \quad (4)$$

$$\dot{U}_{a1} = \frac{1}{3} \left(\dot{U}_a + a \cdot \dot{U}_\epsilon + a^2 \cdot \dot{U}_c \right); \quad (5)$$

$$\dot{U}_{a2} = \frac{1}{3} \left(\dot{U}_a + a^2 \cdot \dot{U}_\epsilon + a \cdot \dot{U}_c \right). \quad (6)$$

Операторы поворота запишем в алгебраической форме:

$$a = -\frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2}; \quad (7)$$

$$a^2 = -\frac{1}{2} - j \frac{\sqrt{3}}{2}. \quad (8)$$

Перепишем комплексы фазных напряжений в алгебраической-форме:

$$\dot{U}_a = 330 В; (9)$$

$$\dot{U}_\epsilon = 176 \cdot \left(-\frac{1}{2} - j \frac{\sqrt{3}}{2} \right); (10)$$

$$\dot{U}_c = 176 \cdot \left(-\frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2} \right). (11)$$

Подставляем (7), (8), (9), (10), (11) в (4), (5), (6) и получаем

$$U_{a0} = 51,3В;$$

$$U_{a1} = 226,6В;$$

$$U_{a2} = 52 В.$$

Находим кратность напряжения симметричной составляющей прямой последовательности

$$K_{u1} = 226,6/220 = 1,03.$$

Находим кратность напряжения симметричной составляющей обратной последовательности

$$K_{u1} = 52/220 = 0,24.$$

Находим кратность пускового момента

$$(\kappa_{u1}^2 - \kappa_{u2}^2) \cdot \kappa_n = (1,03^2 - 0,24^2) \cdot \kappa_n = 1 \cdot \kappa_n,$$

что больше $\kappa_u^2 \cdot \kappa_n = 0,8^2 \cdot \kappa_n = 0,64 \cdot \kappa_n$.

Случай 2: кратность приложенного симметричного напряжения по фазам равна 0,85; вольтдобавочный трансформатор в фазе **a** увеличивает напряжение до 330 В, то есть:

$$\dot{U}_a = 0,85 \cdot U_{ан} + U_\delta = 330B; \quad (12)$$

$$\dot{U}_b = 0,85 \cdot U_{бн} e^{-j120} = 187 \cdot e^{-j120} B; \quad (13)$$

$$\dot{U}_c = 0,85 \cdot U_{сн} e^{+j120} = 187 \cdot e^{+j120} B. \quad (14)$$

Подставляем (7), (8), (12), (13), (14) в (4), (5), (6) и получаем:

$$U_{a0} = 47 B;$$

$$U_{a1} = 235 B;$$

$$U_{a2} = 48 B.$$

Находим кратность напряжения симметричной составляющей прямой последовательности

$$\kappa_{u1} = 235/220 = 1,07.$$

Находим кратность напряжения симметричной составляющей обратной последовательности

$$\kappa_{u2} = 48/220 = 0,22.$$

Находим кратность пускового момента

$$(\kappa_{u1}^2 - \kappa_{u2}^2) \cdot \kappa_n = (1,07^2 - 0,22^2) \cdot \kappa_n = 1,1 \cdot \kappa_n,$$

что больше $\kappa_u^2 \cdot \kappa_n = 0,85^2 \cdot \kappa_n = 0,72 \cdot \kappa_n$.

Случай 3: кратность приложенного симметричного напряжения по фазам равна 0,9; вольтдобавочный трансформатор в фазе **a** увеличивает напряжение до 330 В, то есть:

$$\dot{U}_a = 0,9 \cdot U_{ан} + U_\delta = 330B; \quad (15)$$

$$\dot{U}_b = 0,9 \cdot U_{бн} e^{-j120} = 198 \cdot e^{-j120} B; \quad (16)$$

$$\dot{U}_c = 0,9 \cdot U_{сн} e^{+j120} = 198 \cdot e^{+j120} B. \quad (17)$$

Подставляем (7), (8), (15), (16), (17) в (4), (5), (6) и получаем:

$$U_{a0} = 44 B.$$

$$U_{a1} = 242 B.$$

$$U_{a2} = 44 B.$$

Находим кратность напряжения симметричной составляющей прямой последовательности

$$\kappa_{u1} = 242/220 = 1,1.$$

Находим кратность напряжения симметричной составляющей обратной последовательности

$$\kappa_{u2} = 44/220 = 0,2.$$

Находим кратность пускового момента

$$(\kappa_{u1}^2 - \kappa_{u2}^2) \cdot \kappa_n = (1,1^2 - 0,2^2) \cdot \kappa_n = 1,17 \cdot \kappa_n,$$

что больше $\kappa_u^2 \cdot \kappa_n = 0,9^2 \cdot \kappa_n = 0,81 \cdot \kappa_n$.

Выводы. 1. Использование однофазного вольтодобавочного трансформатора увеличивает пусковой, минимальный и критический моменты запускаемого электродвигателя, тем самым облегчая запуск электродвигателя при пониженном напряжении сети.

2. Параметром управления устройством, облегчающим пуск электродвигателя, является заданный допустимый дополнительный тепловой износ изоляции в послепусковой период, приходящийся на один пуск, определяемый импульсом квадрата пускового тока.

Литература

1. *Овчаров С.В.* Методика аналитического исследования пусковых режимов асинхронных электродвигателей в условиях соизмеримой мощности / *С.В.Овчаров, Д.В. Стойчев, В.А. Витер*// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – Вип. 8, т.10. – С.147-155.

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

ПОЛЕГШЕННЯ ПУСКОВИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ В УМОВАХ СУМІРНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Стойчев Д.В.

Анотація

Запропоновано метод полегшення пускового режиму асинхронного електродвигуна в умовах сумірною потужності.

SIMPLIFICATION OF STARTING MODES ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS IN THE CONDITIONS OF COMMENSURABLE CAPACITY

D. Stoychev

Summary

The method of simplification of a starting mode of the asynchronous electric motor in the conditions of commensurable capacity is offered.