

РАБОТА АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТ ИСТОЧНИКА СТАБИЛИЗИРОВАННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Климчук В.А., Климчук Р.В. (Украина),

Хинди Айман Тахер (Иордания)

Винницкий государственный технический университет

The work of an asynchronous drive in conditions of a modification of main voltage is considered. The modification of a sliding of a drive and number of revolutions is analyzed. It is offered to realize a feed of asynchronous drives for want of to work them in aims of special purpose from a source of the stabilized variable voltage - source of a reactive power. The operational modes of the device are considered.

Имеется целый ряд потребителей и технологических процессов, которые требуют неизменности питающего напряжения. Такими потребителями являются асинхронные двигатели в прецизионных установках, в образователях, в системах измерения и автоматического управления с сельсинными датчиками и приемниками и т.п., которые требуют неизменной скорости вращения, а, следовательно, и неизменности рабочего скольжения [1].

Как известно [2], зависимость скольжения, а, следовательно, и скорости вращения от напряжения питающей сети электромагнитный момент двигателя определяется формулой

$$M = \frac{u^2 R_2 s}{[R_2^2 + (X_s \cdot s)^2]} \omega, \quad (1)$$

где M - электромагнитный момент двигателя; R_2, X_s - параметры асинхронного двигателя в соответствии с упрощенной Г-образной схемой замещения двигателя (рис.1); s - скольжение двигателя; ω - круговая частота

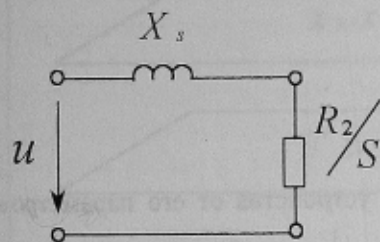


Рисунок 1

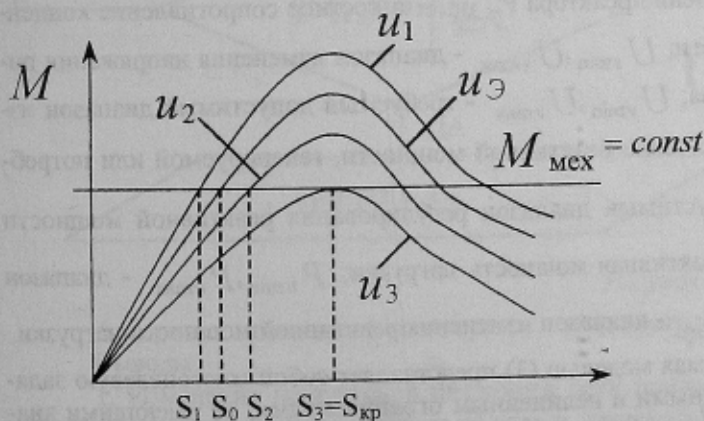


Рисунок 2

При изменении напряжения u на зажимах двигателя при неизменном вращающем моменте двигателя $M_{\text{мех}} = \text{const}$ (рис. 2) изменяется скольжение двигателя, а, следовательно, изменяется и скорость двигателя, то при увеличении или уменьшении скольжения от s_0 до s_1 или s_2 ,

$$s = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0}; \quad (2)$$

соответственно, что приводит к изменению скорости вращения приводимого механизма и, следовательно, вносит ошибку в работу механизма.

При снижении напряжения до u_3 скольжение увеличивается до $s_3 = s_{\text{кр}}$, что приводит к опрокидыванию двигателя.

Для предотвращения этих явлений достаточно осуществить питание двигателей от сети через регулятор напряжения, который позволял бы компенсировать изменение напряжения сети.

В качестве такого устройства может быть применен регулятор-стабилизатор напряжения и источник реактивной мощности РСН-ИРМ [3],

который обладает целым рядом преимуществ по сравнению с другими регуляторами и стабилизаторами, в том числе:

- обладает малыми потерями мощности;
- отсутствие подмагничивания позволяет повысить коэффициент полезного действия регулятора;
- обладает малым коэффициентом искажения;
- позволяет осуществлять компенсацию реактивной мощности, потребляемой двигателем, а, следовательно, снижать потери в питающей сети и т.п.

Принципиальная однолинейная схема регулятора напряжения – источника реактивной мощности приведена на рис. 3. В состав РСН-ИРМ входят: трехобмоточный трансформатор-реактор ТР, конденсаторная батарея КБ, реактор Р и тиристорный ключ ТК.

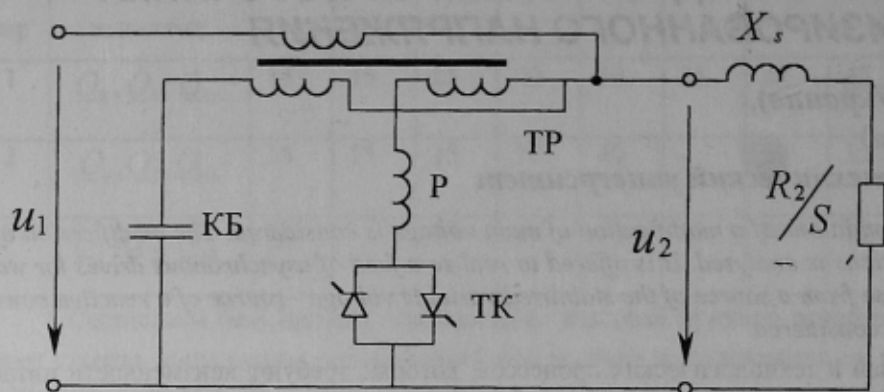


Рисунок 3

РСН-ИРМ работает в трех основных режимах:

- 1) в режиме регулирования напряжения (режим короткого замыкания – при полностью открытых тиристорах);
- 2) в режиме компенсации реактивной мощности (режим холостого хода – при полностью открытых тиристорах);
- 3) в промежуточных режимах: регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности –

при открывании тиристора на угол $0 < \alpha < 90^\circ$.

Расчет параметров устройства для питания асинхронного двигателя или группы двигателей в зависимости от их суммарной мощности может быть выполнен в соответствии со следующей математической моделью

$$\begin{cases}
 Z(\Pi) \rightarrow \min, \\
 U_{s \min} \leq U_s \leq U_{s \max}, \\
 U_{v \min} \leq U_v \leq U_{v \max}, \\
 Q_{\min} \leq Q_p \leq Q_{\max}, \\
 P_n \in [P_{n \min}; P_{n \max}], \\
 Q_n \in [Q_{n \min}; Q_{n \max}], \\
 U_s \in [U_{s \min}; U_{s \max}]
 \end{cases} \quad (3)$$

где $Z(\Pi)$ – зависимость годовых приведенных затрат на внедрение устройства от его параметров; Π – вектор параметров оптимизирующего устройства, $\Pi = [x_1, x_2, x_3, x_4, x_c]$; x_1, x_2, x_3 – индуктивные сопротивления, соответственно сетевой, компенсирующей и вентиляющей обмоток вольтодобавочного трансформатора-реактора ТР; x_4 – индуктивное сопротивление реактора Р; x_c – емкостное сопротивление конденсаторной батареи КБ; U_s – напряжение питающей сети; $U_{s \min}, U_{s \max}$ – диапазон изменения напряжения питающей сети; U_v – напряжение на выходе устройства; $U_{v \min}, U_{v \max}$ – требуемый допустимый диапазон изменения напряжения на выходе устройства; Q_p – значение реактивной мощности, генерируемой или потребляемой устройством; Q_{\min}, Q_{\max} – требуемый допустимый диапазон регулирования реактивной мощности устройства; P_n, Q_n – соответственно, активная и реактивная мощность нагрузки; $P_{n \min}, P_{n \max}$ – диапазон изменения активной мощности нагрузки; $Q_{n \min}, Q_{n \max}$ – диапазон изменения реактивной мощности нагрузки.

Оптимизация параметров устройства, описываемая моделью (3) представляет собой многоцелевую задачу нелинейного программирования с шестью переменными и нелинейными ограничениями, не имеющими аналитического выражения и неопределенностью исходной информации для формирования функции приведенных годовых затрат. Решение этой задачи может быть выполнено на основе алгоритма оптимизации параметров устройства, приведенного на рис. 4.

Алгоритм предусматривает многоцелевую оптимизацию отдельных подзадач выбора оптимальных параметров, которые по уровню промежуточности можно расположить в следующем порядке:

1. Алгоритм минимизации модифицированной функции затрат $Z'(x_c)$, в которой все остальные параметры оптимизации выражены через x_c ;
2. Алгоритм поиска значений параметров устройства x_1 и x_2 обеспечивающих выполнение заданных ограничений по реактивной мощности и по напряжению на выходе устройства;

3. Алгоритм поиска значений параметров x_3, x_4 , обеспечивающих выполнение заданных ограничений по реактивной мощности и по напряжению на входе и выходе устройства.

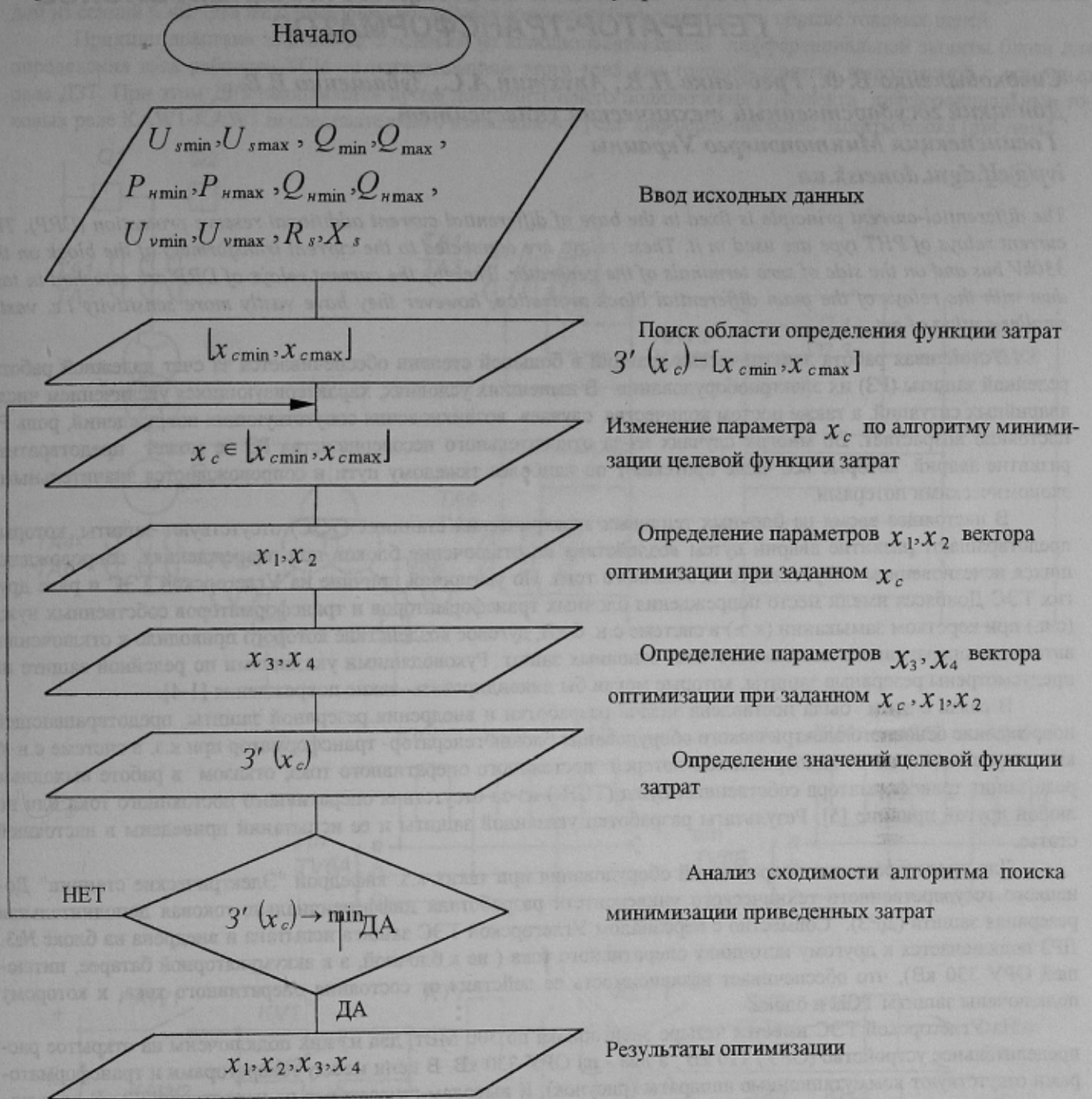


Рисунок 4

Алгоритм оптимизации реализуется в виде программы расчета параметров на ПЭВМ.

Выводы.

1. Изменение напряжения питающей сети приводит к изменению рабочего скольжения асинхронного двигателя при неизменном моменте на валу и, следовательно, к изменению скорости вращения;
2. Питание асинхронных двигателей от регулятора напряжения – источника реактивной мощности позволяет поддерживать значение напряжения на зажимах двигателя в заданных пределах и осуществлять компенсацию реактивной мощности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кухарчук В. Систематизация математических моделей контролю параметров электрических машин. // В кн. "Контроль и управление в складных системах КУСС-99" за материалами МНТК. – Винница, 1999, т.2. – С.175-181.
2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высш. шк., 1985. – 536 с.
3. Климчук В.А., Бланар О.В. и др. Применение многофункционального устройства для регулирования напряжения и реактивной мощности. – Промышленная энергетика, 1986, №7, с.51-54.