

## ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ МАЯТНИКОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА.

В.И. Луковников, Л.В. Веппер, А.Е. Спорик

*Гомельский политехнический институт им.П.О. Сухого, Беларусь*

Отсутствие единой математической модели, описывающей различные принципы построения безредукторных колебательных электроприводов на базе трехфазных асинхронных электродвигателей (АД) с маятником на валу, затрудняет их сравнительный анализ и проработку альтернативных вариантов.

Наиболее перспективные способы и схемы создания как автоколебательных режимов, возникающих при включении трехфазного АД в обычную трехфазную по Х Жордану [1,2] или однофазную по Н П Власову [3] электрическую сеть, так и круговых качающихся полей с помощью фазовой линейной [4] или балансной амплитудной [5] модуляцией фазных напряжений статора, причем с импульсной подпиткой [6] или без нее, обобщаются на единую схему подключения симметричного статора трехфазного АД к несимметричной системе  $e_a, e_b, e_c$  трех источников ЭДС, соединенных по трехфазной схеме с нулевым или без нулевого провода.

В таком случае единую математическую модель колебательного АД можно получить, представляя условия несимметрии по методу пространственных векторов и переходя затем к статорной системе координат  $\alpha - \beta$ .

Она будет отличаться от известной модели, записанной, например, в потокосцеплениях [1] только различными фазными ЭДС  $e_\alpha$  и  $e_\beta$ , а также наличием ЭДС смещения нейтрали  $e_N$  или нулевой последовательности токов  $e_0$  (таблица).

Кроме общепринятых [1], в модели введены новые обозначения:  $\varphi$  – угол колебаний ротора,  $J$  – суммарный момент инерции ротора, маятника и нагрузки;  $G, l$  – вес и длина плеча маятника; коэффициенты

$$a_1 = R_S \cdot L_R / (M^2 - L_S \cdot L_R),$$

$$a_2 = a_1 \cdot M / L_R,$$

$$b_1 = R_R \cdot L_S / (M^2 - L_S \cdot L_R),$$

$$b_2 = b_1 \cdot M / L_S$$

Таблица .ЭДС маятниковых электроприводов различных типов .

ЭДС		Типы привода					
		Автоколебания		Возмущенные колебания			
		Трехфазное включение [1,2]	Однофазное включение [1,3]	Линейная фазовая модуляция [1,4]		Балансная амплитудная модуляция [1,5]	Импульсная подпит [6]
Фазные Статорные Обмотки	$e_A$	$E_m \cdot \sin \omega \cdot t$	$E_m \cdot \sin \omega \cdot t$	$E_m \cdot \sin \omega \cdot t$	$E_m \cdot \sin \omega \cdot t$	$E_m \cdot \sin \omega \cdot t \cdot \sin \Omega \cdot t$	$e_A$
	$e_B$	$E_m \cdot \sin(\omega \cdot t + 120^\circ)$	$E_m \cdot \sin(\omega \cdot t + 180^\circ)$	$E_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \Omega \cdot t)$	$E_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \Omega \cdot t)$	$E_m \cdot \cos \omega \cdot t \cdot  \sin \Omega \cdot t $	$e_B$
	$e_C$	$E_m \cdot \sin(\omega \cdot t - 120^\circ)$	$E_m \cdot \sin(\omega \cdot t - 180^\circ)$	$E_m \cdot \sin(\omega \cdot t - \Omega \cdot t)$	$-E_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \Omega \cdot t)$	$-E_m \cdot \cos \omega \cdot t \cdot  \sin \Omega \cdot t $	$e_C$
Ось $\alpha$ , $e_\alpha$		$E_m \cdot \sin \omega \cdot t$	$\frac{4}{3} \cdot E_m \cdot \sin \omega \cdot t$	$\frac{2}{3} \cdot E_m \cdot (1 - \cos \Omega \cdot t) \sin \omega \cdot t$	$\frac{2}{3} \cdot E_m \cdot \sin \omega \cdot t$	$\frac{2}{3} \cdot E_m \cdot \sin \omega \cdot t \cdot \sin \Omega \cdot t$	$e_\alpha [I(t_1) - I(t_2)]$
Ось $\beta$ , $e_\beta$		$E_m \cdot \cos \omega \cdot t$	0	$\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot E_m \cdot \cos \omega \cdot t \cdot \sin \Omega \cdot t$	$\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot E_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \Omega \cdot t)$	$\frac{2}{\sqrt{3}} E_m \cdot \cos \omega \cdot t \cdot  \sin \Omega \cdot t $	$e_\beta [I(t_1) - I(t_2)]$
Смещение нейтрали $e_N$ , нул. посл. $e_0$		0	$-\frac{2}{3} \cdot \sin \omega \cdot t$	$\frac{2}{3} \cdot E_m \cdot (1 + 2 \cdot \cos \Omega \cdot t) \sin \omega \cdot t$	$\frac{1}{3} \cdot E_m \cdot \sin \omega \cdot t$	$\frac{1}{3} E_m \cdot \sin \omega \cdot t \cdot \sin \Omega \cdot t$	$e_N [I(t_1) - I(t_2)]$

$$\left\{ \begin{aligned}
 \frac{d\Psi_{\alpha S}}{dt} &= a_1 \cdot \Psi_{\alpha S} - a_2 \cdot \Psi_{\alpha R} + e_\alpha, \\
 \frac{d\Psi_{\beta S}}{dt} &= a_1 \cdot \Psi_{\beta S} - a_2 \cdot \Psi_{\beta R} + e_\beta, \\
 \frac{d\Psi_{\alpha R}}{dt} &= b_1 \cdot \Psi_{\alpha R} - b_2 \cdot \Psi_{\alpha S} - \omega \cdot \Psi_{\beta R}, \\
 \frac{d\Psi_{\beta R}}{dt} &= b_1 \cdot \Psi_{\beta R} - b_2 \cdot \Psi_{\beta S} + \omega \cdot \Psi_{\alpha R}, \\
 \frac{d\Psi_0}{dt} &= -\frac{R_0}{L_0} \cdot \Psi_0 + e_0, \\
 \frac{d\omega}{dt} &= -\frac{G \cdot l}{J} \cdot \sin \varphi - \frac{H}{J} \cdot \omega - \frac{M_{Tm}}{J} \cdot \text{sign}(\omega) + \\
 &+ \frac{3 \cdot M}{2 \cdot J \cdot (M^2 - L_R \cdot L_S)} \cdot [(\Psi_{\alpha S} \cdot \Psi_{\beta R} - \Psi_{\beta S} \cdot \Psi_{\alpha R}) + \\
 &+ \Psi_0 \cdot (\Psi_{\beta R} - \Psi_{\alpha R})], \\
 \frac{d\varphi}{dt} &= \omega, \omega(+0) = 0, \varphi(+0) = \varphi_0 \neq 0
 \end{aligned} \right.$$

#### Литература

1. Грачев С.А., Луковников В.И. Безредукторный электромашинный привод периодического движения. - Минск: Высшая школа, 1991.
2. Jordan H. Erzwungene Schwingungen von Asynchronmaschinen// Elektrotechnische Zeitung.-1963. - Vd.A84, N 20. - S.15-20.
- 3.Власов Н.П. Автоколебательная схема с однофазным асинхронным мотором //Журнал технической физики.-1935. - Т.5. - вып. 4. - С.641-653.
4. А.с. N 1417160 СССР, МКИ НО2Р 7/62. Способ возбуждения колебательного движения вала трехфазного асинхронного двигателя.
5. А.с. N 1415400 СССР, МКИ НО2Р 7/62 . Способ управления асинхронным двигателем в режиме колебательного движения .
6. А.с. N 1631689 СССР, МКИ НО2Р 7/62. Способ управления колебательным электроприводом с асинхронным электродвигателем.