

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСА ПИТАНИЯ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

А. И. Беликова, А. А. Мигдаленок

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научные руководители: В. В. Тодарев, А. В. Емелин

Одним из перспективных направлений развития колебательных электроприводов является импульсный асинхронный электропривод, работающий в режиме механического резонанса [1].

Подпитка механического колебательного контура активной энергией, равной энергии нагрузки, в этом случае осуществляется в наиболее благоприятной по энергетике двигателя момент – при номинальном скольжении.

Величина отдаваемой в колебательный контур энергии зависит от длительности импульса  $T_{и}$ . Это означает, что среднее за время импульса скольжение должно быть равно номинальному, т. е.  $S_{ср.и} = S_{ном}$ , причем максимальная длительность импульса будет при  $S_{min} = 0$ , т. е. когда максимальная угловая частота ротора равна угловой частоте поля статора, т. е.  $\omega_{pmax} = \omega_1$ .

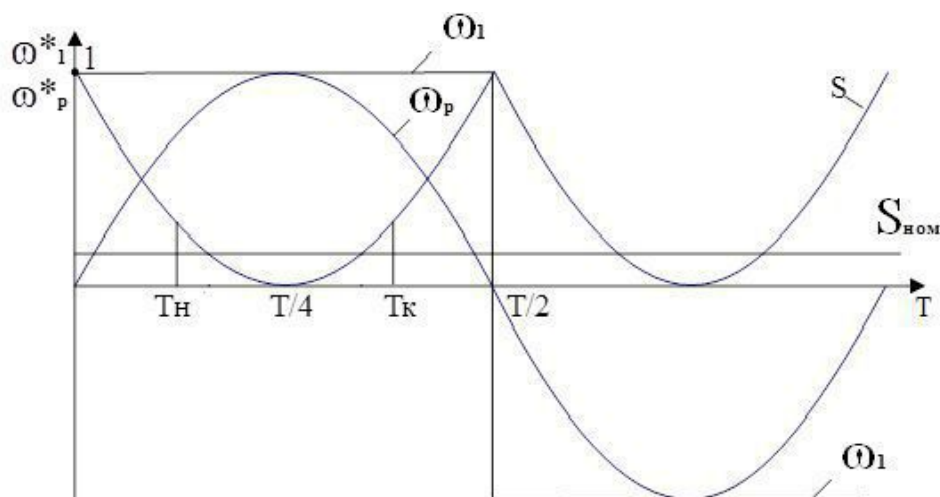


Рис. 1. Временные зависимости параметров колебательного движения

На рис. 1 показаны соотношения угловой частоты поля статора  $\omega_1(t)$ , вращения ротора  $\omega_p(t)$ , скольжение  $S(t)$  за период колебательно движения. Принимаем, что в режиме механического резонанса

$$\omega_p = \omega_{pmax} \cdot \sin \Omega t, \quad (1)$$

где  $\Omega = 2\pi f_k$ ;  $f_k$  – частота колебаний.

Режим  $S_{min} = 0$  можно получить, введя в состав электропривода частотный преобразователь, а частоту подводимого к двигателю напряжения определять по максимальным параметрам механической резонансной колебательной системы, т. е.  $\omega_{pmax}$ .

Поскольку предельные механические показатели маятникового колебательного электропривода определяются параметрами этой самой механической части, то восполнение активной механической энергии, расходуемой в колебательном контуре, в необходимых (достаточных) для устойчивого режима величинах со стороны асинхронного двигателя может осуществляться при любом скольжении, главное, чтобы

$$P_{2\text{ср}} = P_{\text{мех.ср}},$$

где  $P_{2\text{мех.ср}} = P_{\text{мех.пол}} + \Delta P_{\text{мех}}$  – среднее за период колебания активная мощность нагрузки, включая полезную нагрузку  $P_{\text{мех.пол}}$  и потери мощности  $\Delta P_{\text{мех}}$ .

Критерием выбора максимальной длительности импульса подпитки механического контура активной мощностью, или, что одно и то же, будет:  $S_{\text{нач}}, S_{\text{мин}} (T_{\text{н}} \text{ и } T_{\text{к}})$ .

$$S_{\text{ср}} = S_{\text{ном}};$$

$$S_{\text{ср}} = \frac{1}{T_{\text{н}} T_{\text{кон}}} \int_{T_{\text{нач}}}^{T_{\text{кон}}} S(t) dt, \quad (2)$$

считая, что  $S = 1 - \sin \Omega t$ .

Если  $\omega_{\text{рmax}} = \omega_1$ , где  $\omega_1$  – синхронная угловая частота, получим и  $\omega_{\text{р}} = \omega_{\text{рmax}} \cdot \sin \Omega t$ , где  $\Omega = 2\pi f_{\text{к}} \frac{1}{p}$  – угловая частота колебательного движения;  $f_{\text{к}}$  – частота колебаний

Минимальная величина механической мощности, отдаваемой в сеть, стремится к нулю, к нулю стремится и длительность импульсов в области номинальных скольжений.

При решении интеграла появилась проблема невозможности выразить значение  $T_{\text{н}}$  ( $T_{\text{к}}$ ) из данного уравнения, а следовательно, и невозможность решить уравнение аналитическим (обычным) способом.

В дальнейшем было принято решение решить это уравнение для нахождения  $T_{\text{н}}$  ( $T_{\text{к}}$ ) приближенным методом.

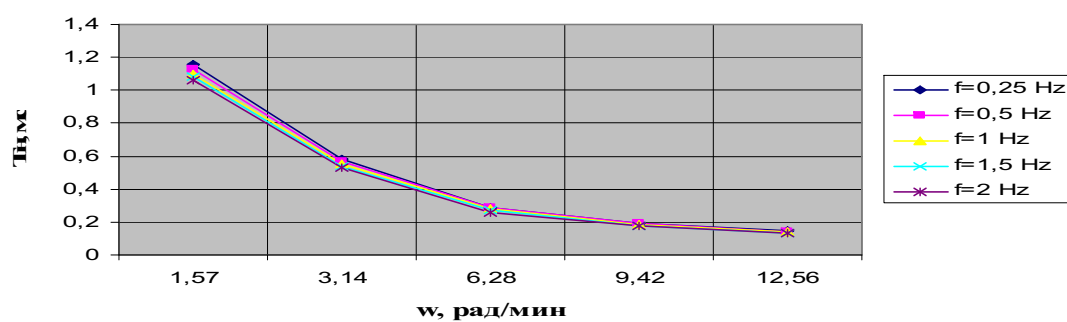
Исходя из этого была получена формула, с помощью которой мы произвели расчеты  $T_{\text{н}}$  ( $T_{\text{к}}$ ), по которому можно определить  $S_{\text{нач}} = S_{\text{кон}}$ ,  $S = 1 - \sin \Omega t$ :

$$\frac{S_{\text{н}}}{4f} + \frac{S_{\text{н}}}{2\pi f} \cos \frac{1}{4f} 2\pi f - T_{\text{н}} S_{\text{н}} - \frac{S_{\text{н}}}{2\pi f} \cos 2\pi f T_{\text{н}} = 0,34 T_{\text{н}} - \frac{0,34}{4f}. \quad (3)$$

Были определены максимальные длительности импульсов  $T_{\text{и}} = T_{\text{к}} - T_{\text{н}}$  в зависимости от угловой частоты вращения поля статора  $\omega_1$  и частоты колебаний  $f_{\text{к}}$ . Результаты решения приведены в табл. 1 и 2 и на рис. 2 и 3.

Результаты расчета  $T_H$ 

	$T_H$				
	$f = 0,25 \text{ Hz}$	$f = 0,5 \text{ Hz}$	$f = 1 \text{ Hz}$	$f = 1,5 \text{ Hz}$	$f = 2 \text{ Hz}$
1,57	1,16	1,13	1,1	1,08	1,06
3,14	0,58	0,57	0,55	0,54	0,53
6,28	0,29	0,29	0,28	0,27	0,26
9,42	0,193	0,188	0,183	0,18	0,177
12,56	0,145	0,1413	0,1375	0,135	0,1325

Рис. 2. Диаграммы расчета  $T_H$ 

## Результаты исследования колебательного контура при различных частотах

$\omega_1$	$S$				
	$f = 0,25 \text{ Hz}$	$f = 0,5 \text{ Hz}$	$f = 1 \text{ Hz}$	$f = 1,5 \text{ Hz}$	$f = 2 \text{ Hz}$
52,36	0,97	0,94	0,88	0,82	0,76
78,54	0,98	0,96	0,92	0,88	0,84
104,72	0,985	0,97	0,94	0,91	0,88
157,08	0,99	0,98	0,96	0,94	0,92
314,159	0,995	0,99	0,98	0,97	0,96

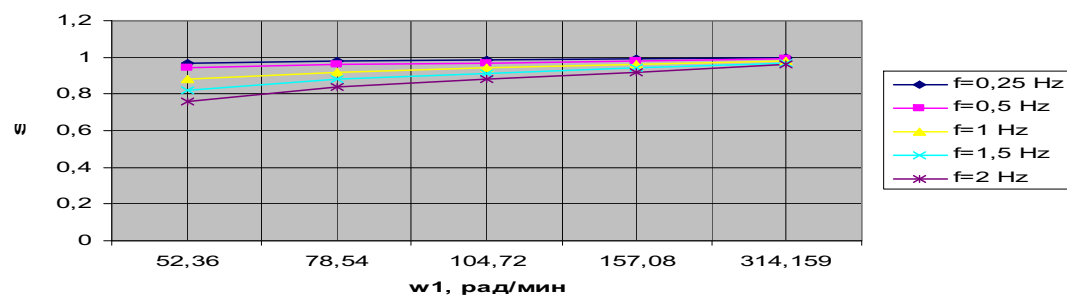


Рис. 3. Диаграммы исследования колебательного контура при различных частотах

## Литература

1. Грачев, С. А. Безредукторный электромашинный привод периодического движения / С. А. Грачев, В. И. Луковников. – Минск : Высш. шк., 1991. – 160 с.