

ВЛИЯНИЕ УПРУГИХ СВЯЗЕЙ НА МОМЕНТ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИ СИНУСОИДАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ

Согласно [1] момент двигателя с учетом упругих связей между двигателем и механизмом описывается уравнением

$$\frac{T}{\omega^2} \frac{d^3 M_D}{dt^3} + \frac{i}{\omega^2} \frac{d^2 M_D}{dt^2} + T \frac{d M_D}{dt} + M_D = M_M, \quad (1)$$

где T — электромеханическая постоянная времени электропривода;

$\omega = \sqrt{\frac{c(\dot{J}_D + \dot{J}_M)}{J_D J_M}}$ — угловая частота собственных колебаний

двухмассовой системы, c — коэффициент жесткости соединительных элементов;

$i = \frac{\dot{J}_D + \dot{J}_M}{J_D}$ — момент инерции

двигателя и механизма в долях от момента инерции двигателя.

При синусоидальной нагрузке момент механизма можно представить в виде

$$M_M = M_O + M_A \sin \nu t, \quad (2)$$

где M_O — постоянная составляющая момента; M_A — амплитуда переменной составляющей момента; ν — угловая частота колебаний момента механизма.

Решая (1) для установившегося режима с учетом (2), получим

$$M_D = M_O + \frac{M_A \dot{A}}{\sqrt{T^2 \nu^2 (\varphi^2 - 1)^2 + (i \varphi^2 - 1)^2}} \sin(\nu t - \psi), \quad (3)$$

где

$$\psi = \text{arctg} \frac{T \nu (\varphi^2 - 1)}{i \varphi^2 - 1} .$$

Здесь φ — относительная частота колебаний момента, $\varphi = \frac{\nu}{\omega}$.

Зависимости амплитуды переменной составляющей момента двигателя в относительных единицах $\mu_{дА} = \frac{M_{дА}}{M_A} =$

$= \frac{1}{\sqrt{T^2 \nu^2 (\varphi^2 - 1)^2 + (i \varphi^2 - 1)^2}}$ от квадрата относительной частоты представлены на рис. 1, а, б.

Как следует из (3), при абсолютно жестких связях $\varphi = 0$ (так как $\omega = \infty$), момент на валу двигателя

$$M_{д} = M_0 + \frac{M_A}{\sqrt{T^2 \nu^2 + 1}} \sin(\nu t - \psi). \quad (4)$$

Это уравнение полностью совпадает с уравнением момента двигателя при синусоидальной нагрузке без учета упругих связей [2].

Относительные частоты колебаний момента механизма φ_{ϑ} , соответствующие экстремальным значениям амплитуды переменной составляющей двигателя, можно найти из условия

$$\frac{d\Phi}{d\varphi} = 4 T^2 \nu^2 (\varphi^2 - 1) + 4i \varphi (i \varphi^2 - 1) = 0,$$

где $\Phi = T^2 \nu^2 (\varphi^2 - 1)^2 + (i \varphi^2 - 1)^2$ — подкоренное выражение в уравнении (3).

Отсюда находим

$$\varphi_{\vartheta}^2 = \frac{T^2 \nu^2 + i}{T^2 \nu^2 + i^2}. \quad (5)$$

Подставляя в (3) значение φ из (5), можно найти экстремум (максимум) амплитуды переменной составляющей момента двигателя

$$M_{дАм} = \frac{M_A \sqrt{T^2 \nu^2 + i^2}}{T \nu (i - 1)} \quad (6)$$

Так как $i > 1$, то, как видно из (5), максимум амплитуды момента двигателя наступает при $\varphi < 1$, т.е. относительная резонансная частота двухмассового электропривода φ меньше относительной частоты двухмассовой механической системы φ_3 и уменьшается с увеличением параметра i . Как видно из (6) и рис. 1, а, б переменная составляющая момента двигателя при резонансе также уменьшается с увеличением i .

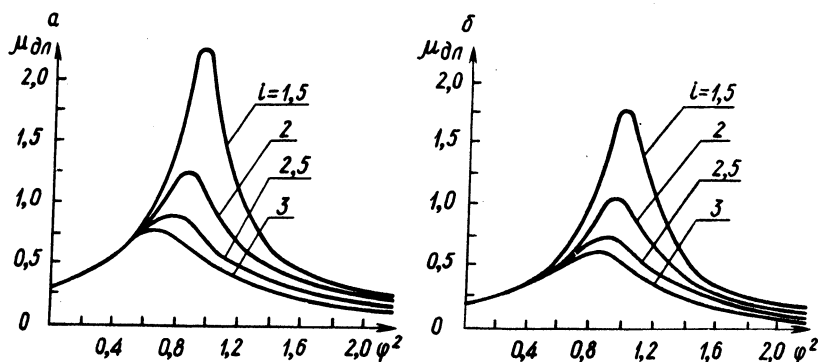


Рис. 1. Зависимость относительной амплитуды переменной составляющей момента двигателя от квадрата относительной частоты соответственно при $T\nu = 3$ (а) и $T\nu = 5$ (б).

Из (3) и (4) следует, что амплитуда переменной составляющей момента двигателя при упругих связях будет меньше, чем при абсолютно жестких, если

$$T^2 \nu^2 (\varphi^2 - 1)^2 + (i \varphi^2 - 1)^2 > T^2 \nu^2 + 1.$$

Отсюда с учетом (5) находим, что при относительных частотах

$$\varphi > \sqrt{\frac{2(T^2 \nu^2 + i)}{T^2 \nu^2 + i^2}} = \sqrt{2} \varphi_3$$

момент двигателя при упругих связях будет меньше, чем при абсолютно жестких, т.е. при относительных частотах, меньших резонансной, момент двигателя при упругих связях будет боль-

ше, чем при абсолютно жестких. Это подтверждают также и кривые на рис. 1, а, б.

В ы в о д ы

Упругие связи в кинематике электропривода оказывают особенно сильное влияние на момент двигателя в сторону его увеличения по сравнению с абсолютно жесткими связями при частотах, близких к резонансной.

Для уменьшения момента двигателя при частотах, близких к резонансной, следует увеличивать относительный момент инерции i путем увеличения момента инерции механизма или путем выбора двигателя с меньшим моментом инерции. При этом относительная резонансная частота также уменьшается.

Как и в случае абсолютно жестких связей увеличение электромеханической постоянной времени электропривода T приводит к уменьшению переменной составляющей момента двигателя.

Л и т е р а т у р а

1. Квартальнов Б.В. Динамика электроприводов с упругими связями. М., 1965. 2. Гейлер Л.Б. Основы электропривода. Минск, 1972.

П.В. Ползик

СИНТЕЗ КВАЗИОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ ЧИСЛЕ ОГРАНИЧЕНИЙ И ЗАДАННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЯХ

Рассмотрим некоторые методы синтеза системы оптимального управления электроприводом, обеспечивающим оптимальность технологического процесса, характерного для деревообработки, металлообработки и др. Здесь динамика процесса имеет решающее значение.

Система линейных уравнений, характеризующая движение электропривода и динамику выходных параметров технологического процесса, может быть приведена к виду

$$\dot{X} = AX + MX, \quad (1)$$

где A и M — матрицы прямоугольной формы постоянных коэффициентов; X — вектор фазовых координат системы.