

Значительное усложнение схем машин К-53 и МК-10 с целью снижения вероятности получения положительных оценок при случайном угадывании является неоправданным.

---

А. И. БЛЯХМАН

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ ПОДАЧ С ВРЕМЕННЫМ ПРИНЦИПОМ ДОЗИРОВАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПОДАЧИ

Особенность работы электрических приводов подач с временным принципом дозирования величины подачи заключается в том, что для отработки заданной величины подачи исполнительный двигатель подключается к источнику питающего напряжения на определенный дозированный промежуток времени.

Величина подачи, таким образом, является функцией времени дозирования и для ее регулировки необходимо менять установку временного интервала.

Приводы подач подобного рода обладают достаточно высокой надежностью, долговечностью и имеют сравнительно несложные схемные решения, поскольку технически они осуществимы на базе асинхронных короткозамкнутых электродвигателей с применением серийно выпускаемых элементов бесконтактной автоматики и коммутации.

Эти приводы целесообразно применять там, где необходимы регулирование величины подачи в достаточно широком диапазоне, при условии сравнительно невысоких требований к точности подач, достаточно высокое быстродействие и большая частота включений.

Примером могут служить приводы подач крестового суппорта плоскошлифовального станка.

Теория приводов подач с временным принципом дозирования величины подачи до настоящего времени не разработана, потому что, во-первых, это сравнительно новое направление в области развития электропривода и, во-вторых, точные математические описания функциональных зависимостей величины подачи от времени дозирования чрезвычайно сложны; зависят от вида двигателя, поскольку различные виды двигателей имеют различные математические описания двигательного момента; от выбранного способа торможения двигателя, поскольку при этом будет то или иное аналитическое выражение тормозного момента; от характера нагрузки и т. д.

Целесообразно для изучения процессов подачи с временным дозированием величины подачи и для практических це-

лей аппроксимировать реальные функциональные зависимости величины подачи от времени дозирования.

Прежде чем рассматривать основные виды аппроксимаций, необходимо дать некоторые определения.

Полная угловая величина подачи  $\alpha$  при временном принципе дозирования определяется как сумма величины подачи на двигательном участке  $\alpha_d$  (включенное состояние двигателя) и величины подачи на тормозном участке  $\alpha_T$  (выбег двигателя после его отключения от сети питающего напряжения):

$$\alpha = \alpha_d + \alpha_T$$

Выражения  $\alpha_d$  и  $\alpha_T$  могут быть найдены из известных дифференциальных уравнений движения вала двигателя в двигательном и тормозном режимах.

С учетом передаточного отношения и, принимая во внимание, что большинство механизмов имеют линейную, а не угловую подачу, и, следовательно, кроме редуктора, содержат пару ходовой винт-гайка, линейная величина подачи

$$l = i s \alpha,$$

где  $i$  — передаточное отношение редуктора,

$s$  — шаг винта,  $\alpha$  — угловая величина подачи.

В зависимости от величины подачи исполнительный двигатель может работать на двигательном участке без выхода и с выходом на установившуюся скорость.

Наиболее простыми видами аппроксимаций функциональной зависимости  $\alpha = f(t_d)$ , где  $t_d$  — время дозирования величины подачи, будут линейные треугольная и трапециевидальная аппроксимации.

Треугольная (линейный разгон и линейное торможение) — применяется в случае, когда исполнительный двигатель не выходит на установившуюся скорость на двигательном участке подачи.

Трапециевидальная (линейный разгон, установившаяся скорость и линейное торможение) — применяется в случае, когда исполнительный двигатель выходит на установившуюся скорость на двигательном участке подачи.

При треугольной аппроксимации

$$\alpha = \frac{(M_d - M_c)(M_d + M_T)}{2J(M_T + M_c)} t_d^2,$$

где  $M_d$  — средний двигательный момент,  $M_r$  — средний тормозной момент,  $J$  — момент инерции, приведенный к валу двигателя,  $M_c$  — статический момент сопротивления, приведенный к валу двигателя.

В относительных единицах

$$\alpha^2 = \frac{(M_d^0 - M_c^0) (M_d^0 + M_r^0)}{J^0 (M_r^0 + M_c^0)} t_d^2.$$

За номинальные значения при переходе к относительным единицам приняты  $M_n$  — номинальный момент двигателя,  $J_p$  — момент инерции ротора двигателя,  $\omega_n$  — номинальная угловая скорость двигателя,  $t_n = \frac{\omega_n J_p}{M_n}$  — номинальное время разгона двигателя и  $\alpha_n = \frac{\omega_n t_n}{2} = \frac{\omega_n^2 J_p}{2 M_n}$  номинальная величина подачи.

При трапециедальной аппроксимации

$$\alpha = \omega_{уст.} \left[ t_d + \frac{\omega_{уст.} J (M_d - M_r - 2M_c)}{2(M_d - M_c) (M_r + M_c)} \right]$$

и в относительных единицах

$$\alpha^2 = 2\omega_{уст.}^2 \left[ t_d^2 + \frac{\omega_{уст.}^2 J^0 (M_d^0 - M_r^0 - 2M_c^0)}{2(M_d^0 - M_c^0) (M_r^0 + M_c^0)} \right]$$

Эти формулы удобны при проведении различных прикидочных расчетов, что часто необходимо при проектировании.

Проведя частное дифференцирование по всем переменным и перейдя к конечным приращениям, можно найти зависимость погрешности подачи от погрешностей аргументов.

Эти зависимости позволяют, задавшись приемлемыми значениями параметров, оценить предполагаемую точность привода.

В специальном конструкторском бюро зубообрабатывающих, шлифовальных и заточных станков (г. Витебск) разработан бесконтактный асинхронный электрический привод поперечной подачи крестового суппорта плоскошлифовальных станков с временным дозированием величины подачи.

Этот привод внедрен на серийных плоскошлифовальных станках моделей 3701, 3711, 3Б70В и 3Г71М завода «Красный борец» (г. Орша).

В докладе излагается работа и особенности схемных решений некоторых приводов подачи.