

К ВЫБОРУ ЗАКОНА ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ И НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ЧАСТОТНОМ УПРАВЛЕНИИ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

В. И. ПАНТЕЛЕЕВ, Б. П. СОУСТИН

(Представлена научно-техническим семинаром НИИ АЭМ)

Динамические характеристики частотноуправляемого асинхронного привода определяются не только соотношением напряжения и частоты, но и законом изменения этих величин во времени и длительностью переходного режима. В этом направлении достаточно полно рассмотрены рекомендации по управлению ударного момента, т. е. получение плавности [1], но такой важный вопрос, как получение быстродействия при заданной плавности в разомкнутых системах, еще не ставился. При регулировании по замкнутому циклу возможно формирование любых механических динамических характеристик, но не всякий привод позволяет построить замкнутые системы.

Обеспечение плавности и быстродействия в переходных режимах — задачи различные, но достигаются они одинаковым путем — исключением периодических составляющих из кривой переходного электромагнитного момента. При решении задачи быстродействия обычно основываются на опытном определении законов для конкретного привода [2] без получения общих рекомендаций.

Периодический затухающий характер имеют шесть составляющих выражения переходного электромагнитного момента [3], причем их можно сгруппировать по коэффициентам затухания и частотам колебаний в три группы.

$$M_1 = [(m_{a2} - m_{a1} - 1) \cos \omega_1 t - k \sin \omega_1 t] e^{-\alpha_1 t}, \quad (1)$$

$$M_2 = [(m_{a1} - m_{a2} - 1) \cos \omega_2 t + k \sin \omega_2 t] e^{-\alpha_2 t}, \quad (2)$$

$$M_3 = [(-m_{a1} - m_{a2} - 1) \cos(\omega_1 - \omega_2)t + k \sin(\omega_1 - \omega_2)t] e^{-(\alpha_1 + \alpha_2)t}, \quad (3)$$

где

$$m_{a1} = \frac{(s - \omega_1)(\alpha_2^2 + \omega_2^2)}{s[(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2]} ; \quad m_{a2} = \frac{(s - \omega_2)(\alpha_1^2 - \omega_1^2)}{s[(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2]} ;$$

$$k = \frac{\alpha_1}{s - \omega_1} m_{a1} - \frac{\alpha_2}{s - \omega_2} m_{a2} + \frac{2(\alpha_1 \omega_1 - \alpha_1 \cdot \omega_2)}{(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2} ;$$

s — относительное скольжение, а $\alpha_{1,2}$ и $\omega_{1,2}$ — вещественные и мнимые части корней характеристического уравнения АД, определяющие скорость затухания и частоту колебаний периодических составляющих момента.

$$\alpha_1 = 0,5[\alpha_s' + \alpha_r'] - a,$$

$$\alpha_2 = 0,5[(\alpha_s' + \alpha_r') + a],$$

$$\omega_1 = 0,5[(1+s) \mp b],$$

$$\omega_2 = 0,5[(1+s) \pm b],$$

где α_s' и α_r' — коэффициенты затухания статора (ротора) при замкнутой обмотке ротора (статора); величины a и b являются функциями относительного скольжения и определяются при решении характеристического уравнения.

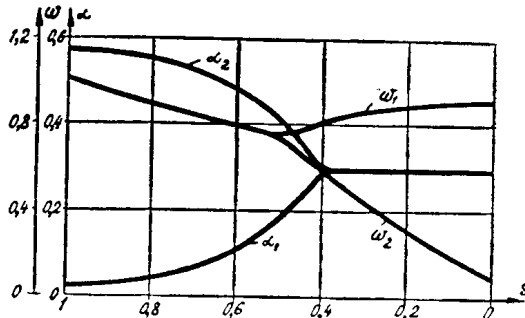
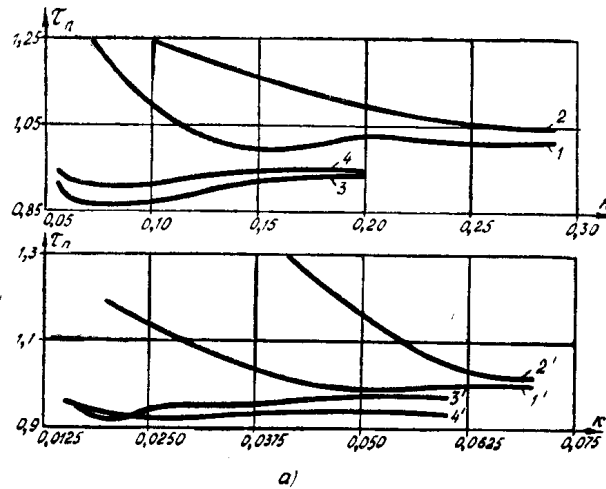


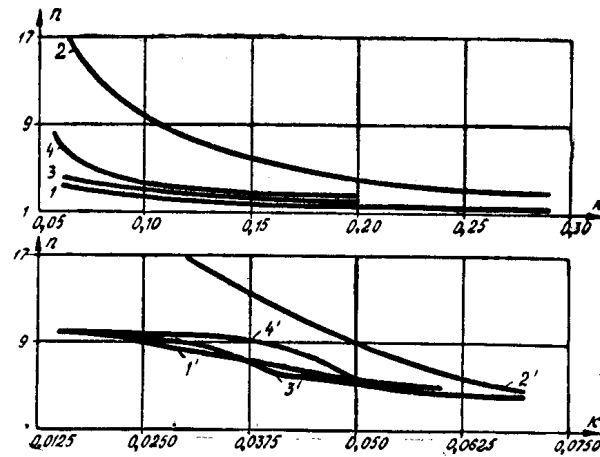
Рис. 1

Зависимость α_1 , α_2 и ω_1 , ω_2 от скольжения в области пуска для двигателя ДАТ 250-8 представлена на рис. 1, откуда видно, что время затухания свободных колебаний электромагнитного момента определяется коэффициентом α_1 , то есть при частотном пуске АД время, в течение которого частота и напряжение изменяются, должно быть примерно равно времени затухания α_1 .

Это подтверждено на аналоговой модели частотного пуска при экспоненциальном и линейном законах изменения частоты и напряжения для двигателей ДАТ 250-8, А51-6 и МТК11-6. Параметры этих



а)



б)

Рис. 2

двигателей имеют максимальное отличие по значениям коэффициентов затухания.

На рис. 2, а, б представлены зависимости относительного времени пуска τ_n и относительной плавности Π от коэффициентов затухания при экспоненциальном законе (кривые 1—4) и от коэффициентов наклона при линейном законе (кривые 1'—4') для двигателя ДАТ 250-8; масштаб по оси абсцисс выбран так, что время изменения частоты и напряжения от нуля до установившихся значений одинаково для обоих законов. Относительное время пуска τ_n определялось как отношение времени частотного пуска ко времени пуска прямым включением в сеть.

Так как плавность — величина обратная производной от электромагнитного момента в момент времени, равный нулю [4], то относительная плавность определялась как отношение производной от момента при пуске прямым включением в сеть к производной от момента при частотном пуске.

Выводы

При частотном пуске для получения максимального быстродействия при достаточной плавности необходимо, чтобы время изменения частоты и напряжения определялось меньшим из коэффициентов затухания свободных составляющих электромагнитного момента. При утяжелении режима пуска искомое значение коэффициента смещается в область больших значений скольжения s . При этом наиболее легкие режимы — идеальный холостой ход и вентиляторная нагрузка, а наиболее тяжелые — $M = \text{const}$ и разгон значительных маховых масс. Лучшее быстродействие обеспечивает экспоненциальный закон, а лучшую плавность — линейный.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. Гильдебранд, В. М. Кирпичников. Анализ начального участка частотного пуска асинхронной машины. Изв. вузов, «Электромеханика», № 4, 1970.
 2. И. Ф. Калинин, В. И. Пантелеев, Б. П. Соустин. Исследование рациональных способов частотного регулирования асинхронных двигателей. Изв. ТПИ, т. 225, Изд-во ТГУ, Томск, 1970.
 3. М. М. Соколов и др. Электромагнитные переходные процессы в асинхронном электроприводе. «Энергия», 1967.
 4. И. И. Петров, А. М. Мейстель. Специальные режимы работы асинхронного электропривода. «Энергия», 1968.
-