

Академик В. П. НИКИТИН и Н. П. КУНИЦКИЙ

ТОЧНОСТЬ АМПЛИДИННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА

Для регулирования напряжения генератора в электроприводе в настоящее время часто применяются электромашинные регуляторы, особенно амплидинные. В работе даются формулы, позволяющие оценить и сравнить различные схемы амплидинного регулирования.

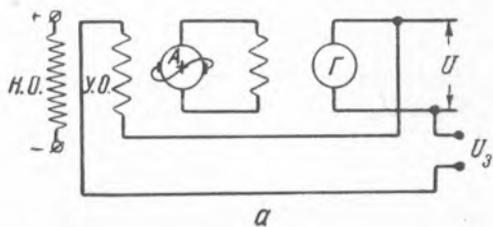
Допустим, что напряжение U генератора, например, вследствие роста его нагрузки, уменьшилось на величину δE_0 , где E_0 — напряжение генератора при холостом ходе. Вследствие действия регулятора напряжение генератора поднимается до величины

$$U = E_0(1 - \gamma) < E_0,$$

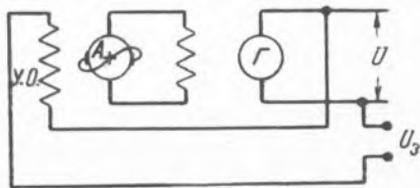
где γ характеризует точность регулирования; чем больше γ , тем меньше точность.

Амплидин увеличивает свои ампервитки настолько, что обуславливает создание эдс генератора $E_0 + E_0(\delta - \gamma)$.

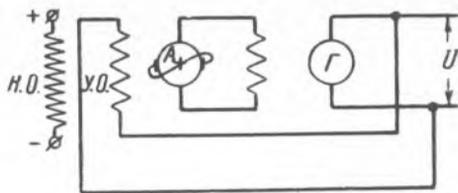
В системе регулирования с электрической обратной связью (рис. 1, а и б) управляющая обмотка У. О. амплидина включена на разность задающего напряжения U_3 и напряжения U , независимая Н. О. — на постоянное напряжение. Независимая обмотка должна создавать эдс E_0 , ее ампервитки $AW_n = \frac{E_0}{k_r \varepsilon}$, где ε — эдс амплидина,



а



б



в

Рис. 1

вызванная одним его ампервитком, k_r — коэффициент усиления напряжения генератора. Ампервитки управляющей обмотки должны создавать эдс генератора $E_0(\delta - \gamma)$, поэтому ее ампервитки

$$AW_y = a w_y (U_3 - U) = \frac{E_0(\delta - \gamma)}{k_r \varepsilon}, \quad (1)$$

где $a\omega_y$ — ампервитки управляющей обмотки, создаваемые 1 V напряжения $U_3 - U$, приложенного к этой обмотке. Полные ампервитки амплидина

$$AW_a = AW_n + AW_y.$$

Введем коэффициент усиления напряжения системы

$$k = k_r k_a = \frac{E_0(\delta - \gamma)}{U_3 - U}, \quad (2)$$

который является напряжением на выходе, создаваемым единицей напряжения на входе; здесь $k_a = \varepsilon a\omega_y$ — коэффициент усиления амплидина. Задающее напряжение U_3 должно быть равно напряжению холостого хода E_0 .

Тогда из выражений (1) и (2) имеем:

$$k = \frac{\delta - \gamma}{\gamma}. \quad (3)$$

Точность регулирования:

$$\gamma = \frac{\delta}{1 + k}. \quad (4)$$

С увеличением k γ уменьшается.

При $U_3 = 0$

$$\gamma = \frac{k + \delta}{1 + k},$$

и точность регулирования минимальная.

В системе с электрической связью с одной управляющей обмоткой $У.О.$ (рис. 1, б) имеем ампервитки амплидина

$$AW_a = AW_y = a\omega_y(U_3 - U) = \frac{E_0 + E_0(\delta - \gamma)}{k_r \varepsilon}. \quad (5)$$

Так как $U_3 = E_0$, то

$$k = \frac{1 + \delta - \gamma}{\gamma} \quad (6)$$

и

$$\gamma = \frac{1 + \delta}{1 + k}. \quad (7)$$

При магнитной связи (рис. 1, в) амплидин имеет две обмотки: независимую $Н.О.$ и управляющую $У.О.$, приключенную к якорию генератора.

Ампервитки амплидина $AW_a = AW_n - AW_y$ при нагрузке генератора должны создавать эдс $E_0 + E_0(\delta - \gamma)$, т. е.

$$k_r \varepsilon (AW_n - U a\omega_y) = E_0 + E_0(\delta - \gamma). \quad (8)$$

С другой стороны, при холостом ходе генератора ампервитки амплидина должны создавать эдс E_0 , поэтому

$$k_r \varepsilon (AW_n - E_0 a\omega_y) = E_0. \quad (9)$$

Будем под коэффициентом форсировки α_0 ампервитков независимой обмотки подразумевать отношение их к номинальным ампервиткам

$$AW_{a0} = \frac{E_0}{k_r \varepsilon},$$

создающим эдс E_0 холостого хода генератора, т. е.

$$\alpha_0 = \frac{AW_n}{AW_{a0}} = \frac{AW_n k_r \varepsilon}{E_0}. \quad (10)$$

Из уравнений (8), (9) и (10) находим

$$\alpha_0 = \frac{\delta}{\gamma}, \quad (11)$$

$$k = \frac{\delta - \gamma}{\gamma}, \quad (12)$$

$$k = \alpha_0 - 1. \quad (13)$$

Точность регулирования, характеризуемая

$$\gamma = \frac{\delta}{k + 1} = \frac{\delta}{\alpha_0} \quad (14)$$

растет с увеличением α_0 .

Формулы для коэффициентов усиления и точности регулирования при электрической обратной связи с двумя обмотками амплидина и при магнитной связи одинаковы. Однако точность регулирования при электрической связи может быть получена значительно выше, чем в системе с магнитной связью.

Пусть $\delta = 10\%$.

Если $\gamma = 1\%$, то при электрической связи с двумя обмотками и при магнитной связи необходимо иметь

$$k = \frac{0,1 - 0,01}{0,01} = 9.$$

При этом в системе с магнитной связью $\alpha_0 = 10$, что вполне достижимо практически по условиям нагрева обмоток управления амплидина.

Для получения $\gamma = 0,1\%$ необходим $k = 99$.

Если попытаться получить такую точность при магнитной связи, то надо было бы иметь $\alpha_0 = 100$, что практически осуществить невозможно из-за недопустимого нагрева обмоток.

В системе же с электрической связью $k = 99$ можно допустить, так как по управляющей обмотке проходит ток под действием разности U_3 и U .

В системе с электрической связью с одной обмоткой для получения $\gamma = 0,1\%$ надо взять $k = \frac{1 + 0,1 - 0,001}{0,001} = 1099$, что практически не-

возможно. Если же взять $k = 99$, то $\gamma = 1,1\%$.

Таким образом, точность регулирования, достижимая в системе с электрической связью, значительно выше, чем при магнитной связи. При прямом возбуждении генератора, когда генератором является амплидин, во всех предыдущих формулах надо положить $k_r = 1$ и $k = k_a$.

Выше рассматривалось регулирование напряжения генератора, но те же выводы можно сделать и для регулирования скорости двигателя.

Поступило
29 V 1948