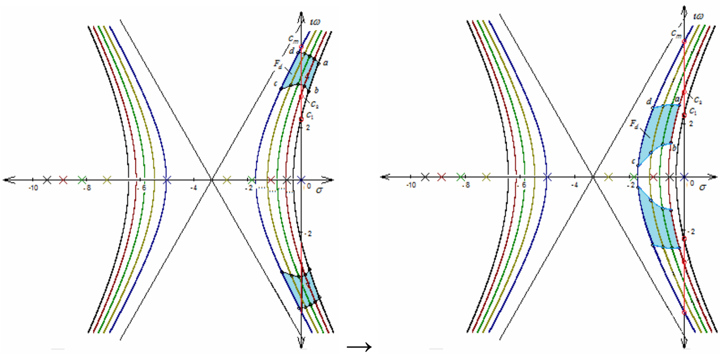

а) б)

Рис. 1. Поля корневых траекторий полинома s3 + 10s2 + a2s + a3 = p(s)
при a3 ϵ [– ∞, + ∞] и доминирующее поле Fd = abcd:
а) исходное неустойчивое при a2 ϵ [5, 25], a3ϵ [130, 250];
б) перемещенное устойчивое при a2 ϵ [10, 25], a3 ϵ [70, 20].

На рис. 1 приведен пример настройки параметров согласно выражениям (2.5), позволившей переместить доминирующее поле из неустойчивого состояния (рис. 1, а) в устойчивое (рис. 1, б).

Точка c_i может выбираться произвольно в соответствии с желанием пользователя.

Результаты работы могут быть использованы при синтезе систем управления объектами, параметры которых подвержены значительным изменениям в процессе функционирования.

Список использованных источников

1. Dorf, R. Modern Control Systems / R. Dorf, R. Bishop. – N.Y.: Prentice Hall, 2011. – 1111 p.

2. Несенчук, А.А. Анализ и синтез робастных динамических систем на основе корневого подхода / А.А. Несенчук. – Мн: ОИПИ НАН Беларуси, 2005. – 234 с.

Опейко О. Ф., к.т.н., доцент

Белорусский национальный технический университет г. Минск,

СИНТЕЗ ПИД РЕГУЛЯТОРА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТУРБОМЕХАНИЗМА

Электропривод турбомеханизма является нелинейным объектом управления с переменными параметрами [1]. Синтез линейного робастного ПИД регулятора для нелинейного объекта возможен после линеаризации объекта и определения интервалов изменения параметров в передаточной функции. Необходимо определить параметры ПИД регулятора по требуемым показателям качества. Система представлена на рисунке 1.

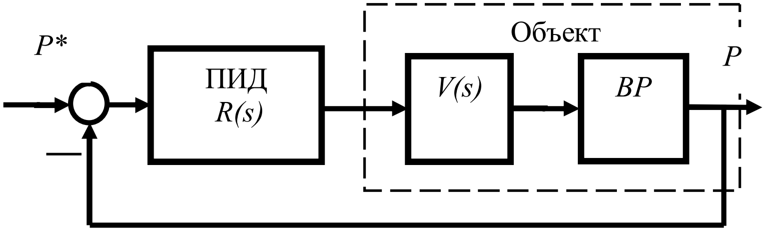

Рисунок 1 – Структура управления с ПИД регулятором напора

Линеаризованный объект и ПИД регулятор описываются передаточными функциями (ПФ) V и R соответственно $V(s) = M_P(s)/N_P(s)$,

$$R(s) = \frac{M_R(s)}{N_R(s)} = \frac{k_I}{s} + k_P + \frac{k_D s}{(s+\gamma)} = \frac{\nu(c_2 s^2 + c_1 s + c_0),}{s(s+\gamma)}$$

Датчик напора BP считается безынерционным с единичным коэффициентом усиления. Коэффициенты c_i, (i=0,1,2) выражаются через коэффициенты k_I, k_P, k_D по формулам $c_0 = k_I, c_1 = k_P + k_I/\gamma, c_2 = k_D + k_P/\gamma$. Параметр $\gamma = 1/\tau$ зависит от малой постоянной времени τ дифференцирующего звена. Система имеет характеристический полином $N(s) = N_R(s)N_P(s) + M_R(s)M_P(s)$.

С учетом зависимости напора от расхода для турбомеханизма [1], передаточная функция линеаризованного объекта содержит параметр $c_P = 2M_H/(J\omega_H)$ который зависит от номинального момента M_H электродвигателя и момента инерции J, $\nu = \omega/\omega_H$ - относительная величина скорости, $a_M = k_e k_M/(R_e J)$ - обратная величина электромеханической постоянной времени, $b_P = b_{P0}\nu$, где $b_{P0} = 2M_H a_M/(\eta Q_H k_e)$ зависит от производительности Q_H и КПД η турбомеханизма. Полиномы системы имеют вид: $M_R(s) = \nu(c_2 s^2 + c_1 s + c_0)$, $N_R(s) = s(s+\gamma)$, $M_P(s) = b_P$, $N_P(s) = (s+a_e)(s+c_P\nu) + a_M = s^2 + a_{P1}s + a_{P0}$, Параметры объекта b_P, $a_{P1}=a_e+c_P v$ и $a_{P0}=a_e c_P v+a_M$ принадлежат зависящим от v интервалам $b_P \in [\underline{b}_P, \overline{b}_P]=[\underline{v}, \overline{v}]\cdot b_{P0}$, $a_{Pi} \in \left[\underline{a}_{Pi}, \overline{a}_{Pi}\right], (i=0,1)$. Учитывая обозначения $c_1^/ = c_1 / c_2$, $c_0^/ = c_0 / c_2$, характеристический полином примет вид $N(s)=s(s+\gamma)(s^2+a_{P1}s+a_{P0})+\gamma c_2 \underline{b}_{P0}(s^2+c_1^/ s+c_0^/)$.

Если порядок полинома объекта $n_P=1$ либо $n_P=2$, выполняются условия М В Меерова [2] устойчивости системы при бесконечном усилении $\gamma c_2 b_{P0}=\infty$, когда полином $M_R(s)$ устойчив. В данном случае $n_P=2$, и дополнительно должно выполняться условие $\gamma+a_{P1}-c_1^/=\gamma+a_e+c_P v-c_1^/>0$ для полинома $N(s)$. Следовательно, расчет параметров ПИД регулятора должен производится исходя из желаемых значений корней вырожденного полинома $(s^2+c_1^/ s+c_0^/)$. Учитывая, что $0<\varepsilon<0,5$ малая величина, Ω_C - частота среза, для расчета параметров ПИД регулятора по желаемым корням $s_{1,2}=-\alpha$, полинома $N(s)$ применимы выражения

$$\gamma > \varepsilon^{-1}\Omega_C, \ \gamma+a_e+c_P\underline{v} > c_1^/ = 2\alpha, \ c_0^/=\alpha^2 \qquad (1)$$

Вследствие свойства устойчивости при бесконечном усилении $\gamma c_2 b_{P0}=\infty$ полином становится равен вырожденному $N(s)=(s_2^2+c_1^/ s+c_0^/)$, и таким образом, свойства системы будут полностью определяться параметрами регулятора и не зависеть от параметров объекта.

При конечном, но достаточно большом усилении

$$\gamma c_2 b_{P0} > \varepsilon^{-1}\left|N_P(s)N_R(s)\right| / \left|s_2^2+c_1^/ s+c_0^/\right| \qquad (2)$$

свойства системы в основном определяются параметрами регулятора и мало зависят от параметров объекта.

Способ позволяет определить все четыре параметра v, c_0, c_1, c_2 ПИД – регулятора на основании выражений (1), (2) и является приближенным.

Список использованных источников

1. Фираго, Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока. / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик, – Мн.: ЗАО «Техноперспектива», 2004. – 527 с.
2. Мееров, М.В. Синтез структур систем автоматического регулирования высокой точности / М.В. Мееров М.: Наука, 1967. – 424 с.