

УДК 62-83(075.8)

СИНТЕЗ ЗАКОНА ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Киришин А.И., магистрант; Мартиросян А.Э., магистрант
(Ухтинский государственный технический университет,
г. Ухта, Республика Коми, Россия)

Асинхронный двигатель может быть описан системой дифференциальных уравнений, которая приведена в [1]. В соответствии с этой системой разработана модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АДКЗ) и преобразователем координат (ПК) из подвижной системы в неподвижную. На основе указанной модели получена структура системы векторного управления АДКЗ (СВУ АДКЗ), представленная функциональной схемой на рис. 1.

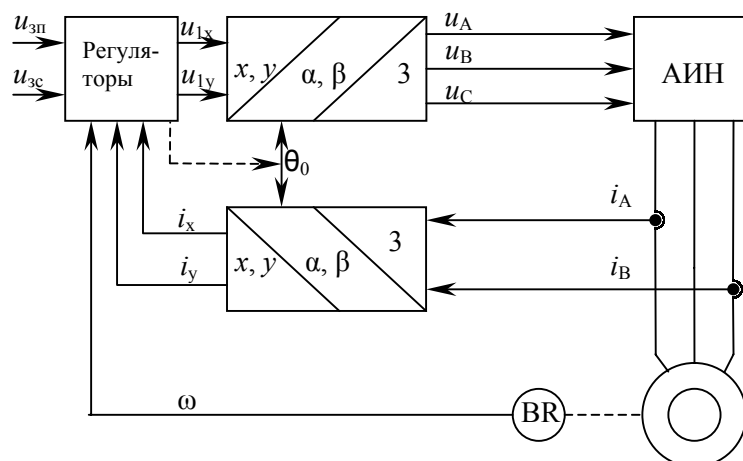


Рисунок 1 – Функциональная схема СВУ АДКЗ

Система содержит два канала управления: канал потокосцепления (КПс), на входе которого действует управление $u_{зп}$, а выходной величиной является потокосцепление ротора ψ_2 , определяемое косвенным методом через i_{ix} , и канал скорости (КС) со входным сигналом $u_{зс}$ и выходной величиной в виде угловой скорости вращения вала ротора ω , получаемой на выходе датчика скорости (BR). С помощью ПК осуществляется последовательное преобразование координат: вначале, из подвижной двухфазной системы координат (СК) (x, y) в неподвижную двухфазную (α, β) , как $u_{\alpha} = u_x \cos \theta_0 - u_y \sin \theta_0$, $u_{\beta} = u_x \sin \theta_0 + u_y \cos \theta_0$ (где θ_0 – угол между век

тором потокосцепления и осью α), а затем, из двухфазной в трёхфазную, как $u_{yA} = u_\alpha$, $u_{yB} = -0,5u_\alpha + \sqrt{3}u_\beta/2$, $u_{yC} = -0,5u_\alpha - \sqrt{3}u_\beta/2$. В цепи обратной связи стоит ПК, выполняющий обратное преобразование: из трёхфазной СК в двухфазную (α, β) ($i_{1\alpha} = i_{1A}\sqrt{3}/2$, $i_{1\beta} = (i_{1A} + 2i_{1B})/\sqrt{2}$), а затем из неподвижной СК в подвижную ($i_{1x} = i_{1\alpha} \cos \theta_0 + i_{1\beta} \sin \theta_0$, $i_{1y} = -i_{1\alpha} \sin \theta_0 + i_{1\beta} \cos \theta_0$).

Допустимо считать, что автономный инвертор напряжения (АИН), имеет передаточную функцию (ПФ) $W_{\text{АИН}}(p) = k_{\text{АИН}}/(T_\mu p + 1)$, где $T_\mu = 0,001 - 0,002$ с – малая постоянная времени, $k_{\text{АИН}}$ – отношение амплитуды напряжения преобразователя ($u_{1A}^m = u_{1B}^m = u_{1C}^m$) к амплитуде сигнала управления ($u_A^m = u_B^m = u_C^m$).

Блок регуляторов СВУ раскрыт на рис. 2. Имеются регуляторы проекций тока статора: PT_x – в КПс и PT_y – в КС. Кроме того, имеется регулятор потокосцепления (РП) в КПс и регулятор скорости (РС) в КС.

Синтез закона управления заключается в определении структуры и параметров каждого регулятора при следующих допущениях: обратные связи по ψ_2 и по ЭДС считаются несущественными (это обоснованно в [1]) и не учитываются; блок деления на выходе РС (см. рис. 2) полностью компенсирует влияние потокосцепления в КС. Передаточные функции (ПФ) регуляторов определяются методом последовательной оптимизации контуров с настройкой на технический оптимум (ТО). Приравнивая ПФ разомкнутого контура управления током по КПс к оптимальной для ТО [2], получаем выражение:

$$W_{PTx}(p)W_{\text{АИН}}(p)k_{\text{ос.х}}^I/(R'(T_3 p + 1)) = 1/(2T_\mu p(T_\mu p + 1)),$$

где: $T_3 = L'/R'$, $L_1 - L_m^2/L_2 = L'$; $R_1 + R_2 L_m^2/L_2 = R'$; $L_1 = L_{\sigma 1} + L_m$, $L_2 = L_{\sigma 2} + L_m$, $L_{\sigma 1}, L_{\sigma 2}$ – индуктивности рассеяния обмоток статора и ротора; L_{12} – взаимная индуктивность фазных обмоток статора и ротора; $L_m = 3L_{12}/2$ – индуктивность от главного потока; R_1, R_2 – сопротивления обмоток фаз статора и ротора соответственно $k_{\text{ос.х}}^I$ – коэффициент обратной связи по току в КПс.

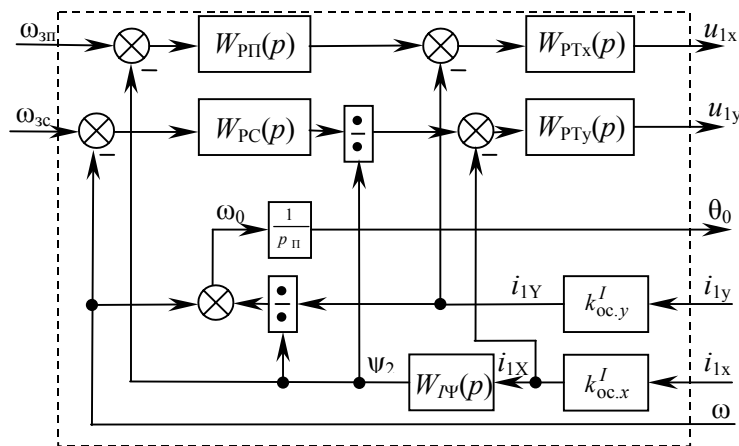


Рисунок 2 – Блок регуляторів

Отсюда ПФ регулятора

$$W_{PTx}(p) = R'(T_3 p + 1) / (2T_\mu k_{oc.x}^I k_{AИH} p).$$

В результате замкнутый контур тока будет иметь оптимальную ПФ

$$W_{КПс}^I(p) = 1 / (k_{oc.x}^I (2T_\mu^2 p^2 + 2T_\mu p + 1)).$$

Далее определяется ПФ регулятора потокосцепления:

$$W_{PI}(p) W_{КПс}^I(p) W_{T\Psi}(p) = 1 / (4T_\mu p (2T_\mu^2 p^2 + 2T_\mu p + 1)),$$

где $W_{T\Psi}(p) = L_m / (T_2 p + 1)$, $(T_2 = L_2 / R_2)$.

Откуда

$$W_{PI}(p) = (T_2 p + 1) k_{oc.x}^I / (4T_\mu L_m p).$$

Полученный ПИ-регулятор обеспечит астатизм контура потокосцепления.

Аналогично определяются ПФ регуляторов тока и скорости в КС. Пренебрегая обратной связью по ЭДС, при $k_{oc.x}^I = k_{oc.y}^I$, получим

$$W_{PTx}(p) = W_{PTy}(p) = R'(T_3 p + 1) / (2T_\mu k_{oc.y}^I k_{AИH} p).$$

Для определения ПФ П-регулятора скорости запишем условие ТО

$$W_{PC}(p) W_{КС}^I(p) \frac{\Psi_2 k_m k_{oc}^\omega}{Jp} = \frac{1}{4T_\mu p (2T_\mu^2 p^2 + 2T_\mu p + 1)},$$

где $W_{КС}^I(p)$ – ПФ замкнутого контура тока в КС ($W_{КС}^I(p) = W_{КПс}^I(p)$); Ψ_2 – потокосцепление ротора; J – момент инерции; $k_m = (3p_n L_m) / (2L_2)$; p_n – число пар полюсов; k_{oc}^ω – коэффициент обратной связи по скорости.

Отсюда

$$W_{PC}(p) = \frac{k_{oc.y}^I}{k_{oc}^\omega} \cdot \frac{J}{4T_\mu \Psi_2 k_m}.$$

Так как Ψ_2 – переменная величина, то на выходе регулятора скорости с ПФ

$$W_{PC}(p) = \frac{k_{oc.y}^I}{k_{oc}^\omega} \cdot \frac{J}{4T_\mu k_m}$$

устанавливается блок деления на Ψ_2 , как показано на рис. 2.

Полученные ПФ регуляторов могут использоваться для предварительного моделирования и настройки промышленных систем управляемого электропривода.

Перечень ссылок

1. Анхимюк В.Л., Опейко О.Ф., Михеев Н.Н. Теория автоматического управления.– Минск: Дизайн ПРО, 2000. – 352 с.
2. Иванов Б.А. Системы управления электроприводами: Учебное пособие.– Ухта: УИИ, 1997.– 107 с.

УДК 629.10

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ТРАЛОВОЙ ЛЕБЕДКИ ПРИ СЛУЧАЙНЫХ КОЛЕБАНИЯХ МОМЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ

Левенко В.В., студент, Дворак Н.М., доцент, к.т.н.
(*Керченский морской технологический институт,
г. Керчь, Украина*)

При управлении электроприводом траловой лебедки приходится иметь дело с колебаниями момента сопротивления, возникающими от качки судна на волнах. Вследствие качки меняется относительная скорость судна и трала, а с ней и момент сопротивления на валу траловой лебедки. Так как период колебаний момента сопротивления много больше постоянной времени электропривода, то равновесие моментов имеет вид

$$M = \varphi \cdot \omega^{1,5},$$

где ω – угловая скорость вращения двигателя;
 φ – случайная функция времени, отражающая влияние качки судна на момент сопротивления.