

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамиконян Б.М. Измерительные магнитные мосты. - Ереван: Айастан, 1985. - 134 с.
2. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин, измерительные преобразователи. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - 320 с.
3. Шишкинский В.И. Магнитоанизотропные монолитные силоизмерители. - М.: Машиностроение, 1981. - 90 с.
4. Манукян С.А., Гамбарян А.А. Магнитоупругий преобразователь усилий: А.с. СССР. - №1080036. - БИ. - 1984. - №10. - 3 с.
5. Манукян С.А., Гамбарян А.А. Магнитоупругий преобразователь усилий. Патент РФ №1080036, 1993. - 3 с.

ГИУА

25.05.1999

Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2000. Т. LIII, № 1.

УДК 621.313.33.01

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Р.М. АВАГЯН

РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ КУСОЧНОЙ ЛИНЕАРИЗАЦИИ

Մասնատումով գծայնացման մեթոդի պոտենցիալ հնարավորությունների լիարժեք օգտագործման նպատակով [1] առաջարկվում է վերջինիս կատարելագործված տարբերակը:

С целью более полного использования потенциальных возможностей метода расчета переходных процессов в АД [1] предлагается его усовершенствованный вариант.

Ил.1. Библиогр.: 2 назв.

To use more completely the potential opportunities of the asynchronous generator transient process calculation method [1], its improved version is proposed.

Ил.1. Ref. 2.

Предложенный в [1] метод исследования переходных процессов асинхронного двигателя (АД) позволяет получать решение дифференциальных уравнений в численно-аналитической форме при произвольном законе изменения подведенных к обмотке статора напряжения и момента сопротивления нагрузки. Однако при практическом изменении метода возникают трудности, связанные с тем, что при переходе с одного закона изменения управляющих переменных к другому приходится заново проделывать громоздкие аналитические преобразования. При этом меняются порядок и структура коэффициентов дробно-рациональной

функции, представляющей операторные изображения переменных состояния.

Для устранения вышеприведенных недостатков и более полного использования потенциальных возможностей метода приводится его усовершенствованный вариант, позволяющий выделить в алгоритме не зависящее от формы управляющих воздействий ядро и построить стандартным образом вектор решения при произвольных законах изменения последних. Одновременно переходом к новым переменным состояния снижаются порядки многочленов в числителе и знаменателе дробно-рациональной функции и упрощаются вычисления. Система уравнений, описывающая динамические процессы в АД в относительных единицах, имеет вид [2]:

$$\begin{cases} \psi'_d = -A_1 \psi_d + \omega_c \psi_q + A_2 \psi_D + U_d, \\ \psi'_q = -\omega_c \psi_d - A_1 \psi_q + A_2 \psi_Q + U_q, \\ \psi'_D = A_3 \psi_d - A_4 \psi_D + (\omega_c - \omega_R) \psi_Q, \\ \psi'_Q = A_3 \psi_q - (\omega_c - \omega_R) \psi_D - A_4 \psi_Q, \\ \omega'_R = A_5 (\psi_q \psi_D - \psi_d \psi_Q) - A_6 M, \end{cases} \quad (1)$$

где (') над переменной означает дифференцирование по относительному времени α ; $\psi_d, \psi_q, \psi_D, \psi_Q$ - составляющие потокоцеплений статора и ротора по осям d, q ; U_d, U_q - составляющие приложенного к обмотке статора напряжения по осям d, q ; ω_c - круговая частота напряжения, приложенного к обмотке статора; ω_R - частота вращения ротора АД; M - момент сопротивления нагрузки.

Коэффициенты $A_1, \dots, A_6$ зависят от электромагнитных и механических параметров АД и определяются в виде

$$\begin{aligned} A_1 &= r_S x_R / (x_S x_R - x_{SR}^2), & A_2 &= r_S x_{SR} / (x_S x_R - x_{SR}^2), \\ A_3 &= r_R x_{SR} / (x_S x_R - x_{SR}^2), & A_4 &= r_S x_S / (x_S x_R - x_{SR}^2), \\ A_5 &= H^{-1} x_{SR} / (x_S x_R - x_{SR}^2), & A_6 &= H^{-1}, \end{aligned} \quad (2)$$

где r_S, r_R - активные сопротивления обмоток статора и ротора АД соответственно; x_S, x_R, x_{SR} - индуктивные сопротивления обмоток статора, ротора и намагничивания соответственно.

В общем случае индуктивные сопротивления и активное сопротивление ротора АД зависят от токов обмоток статора, ротора и частоты вращения ротора:

$$\begin{aligned} x_{SR} &= x_{SR}(I_S, I_R), & x_S &= x_S(I_S, I_R), \\ x_R &= x_R(I_S, I_R, \omega_R), & r_R &= r_R(I_R, \omega_R), \end{aligned} \quad (3)$$

где I_S, I_R - модули токов обмоток статора и ротора:

$$I_S = \sqrt{I_d^2 + I_q^2}, \quad I_R = \sqrt{I_D^2 + I_Q^2}, \quad (4)$$

а токи определяются через потокосцепления по формулам

$$\begin{aligned} I_d &= [x_R / (x_S x_R - x_{SR}^2)] \psi_d - [x_{SR} / (x_S x_R - x_{SR}^2)] \psi_D, \\ I_q &= [x_R / (x_S x_R - x_{SR}^2)] \psi_q - [x_{SR} / (x_S x_R - x_{SR}^2)] \psi_Q, \\ I_D &= [x_S / (x_S x_R - x_{SR}^2)] \psi_D - [x_{SR} / (x_S x_R - x_{SR}^2)] \psi_d, \\ I_Q &= [x_S / (x_S x_R - x_{SR}^2)] \psi_Q - [x_{SR} / (x_S x_R - x_{SR}^2)] \psi_q. \end{aligned} \quad (5)$$

Инерционная постоянная определяется по формуле

$$H = I \omega_\delta^3 / P_0 P_\delta,$$

где I - сумма моментов инерции ротора АД и приведенного момента инерции механизма спаренного с ротором двигателя; ω_δ, P_δ - соответственно базисная круговая частота и базисная мощность; P_0 - число пар полюсов АД.

Так как момент сопротивления нагрузки в общем случае является функцией частоты вращения ротора и времени, поэтому представим его в виде суммы составляющих, зависящих, с одной стороны, от частоты вращения, а с другой – от времени:

$$M = M_1(\omega_R) + M_2(t).$$

Формулы (1)- (5) представляют собой замкнутую систему уравнений, решение которой при известных управляющих переменных U_d, U_q, ω_c и возмущающей переменной M с заданными начальными условиями полностью описано на некотором отрезке времени $[t_0, T]$.

Предположим, что начальные условия заданы в виде

$$\begin{aligned} t &= t_0, \psi_d(t_0) = \psi_d^0, \psi_q(t_0) = \psi_q^0, \\ \psi_D(t_0) &= \psi_D^0, \psi_Q(t_0) = \psi_Q^0, \omega_R(t_0) = \omega_R^0 \end{aligned}$$

и определяются в результате расчета предшествующего процесса (переходного или установившегося).

Для построения вектора решения системы (1), следуя [1], разобьем отрезок интегрирования $[t_0, T]$ точками $t_0, t_1, \dots, t_i, \dots, t_n = T$ на n частей (в общем случае неравных между собой) и на произвольном отрезке $[t_i, t_{i+1}]$ проведем линеаризацию системы (1).

Для большинства встречающихся на практике законов изменения управляющих переменных $Y_n(\tau)$ интегралы без труда вычисляются в аналитическом виде. Однако, имея в виду малость шага интегрирования, интегралы эффективнее вычислять кусочно-постоянной, кусочно-линейной или кусочно-параболической аппроксимацией функции $Y_n(\tau)$ на каждом шаге интегрирования. Обычно, если необходимая точность при численном обращении преобразования Лапласа обеспечивается удерживанием членов до третьего или четвертого порядка, то кусочно-постоянная или кусочно-линейная аппроксимация $Y_n(\tau)$ дает достаточно высокую точность при вычислении.

Для оценки точности и численной устойчивости метода были проведены расчеты некоторых переходных процессов короткозамкнутых АД из серии 4А. В качестве тестовых были применены переходные процессы пуска (без момента нагрузки на валу и с моментом нагрузки, изменяющейся по квадратичному закону), наброса момента нагрузки на двигатель, работающий в режиме идеального холостого хода, и частичного сброса момента нагрузки.

Построены кривые токов, частоты вращения и электромагнитного момента (рис.).



Рис. Кривые токов, частоты вращения и электромагнитного момента нагрузки на двигатель мощностью 75 кВт, работающий в режиме идеального холостого хода

ЛИТЕРАТУРА

1. **Арешян Г.Л.** Новый метод исследования переходных процессов в АД // Изв.НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 1998. - Т.51, №3. - С. 314 -322.
2. **Арешян Г.Л.** Обратное преобразование Лапласа для рациональных алгебраических функций с разложением оригинала по степеням. - Деп. в АрмНИИТИ, № 27- АР 92 от 11.11.1992.

ГИУА

23.09.1999

Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2000. Т. LIII, № 1.

ՀՏԴ 621.396.671

ԷԼԵԿՏՐԱՏԵԽՆԻԿԱ

Մ.Ա. ԱՐԱՄՅԱՆ, Վ.Ս. ՍԻՄՈՆՅԱՆ, Գ.Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԱՆՀԱՄԱՍԵՌ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԴԻՍՊԵՐՍ ՖԱԶԻ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ԷՆԵՐԳԻԱՆ ՈՐՊԵՍ ԱՅՐ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԻ ՖՈՒՆԿՑԻԱ

Հետազոտվում են անհամասեռ համակարգեր, որոնց դիսպերս ֆազի պարամետրը փոփոխական մեծություն է: Առաջարկված մեթոդը թույլ է տալիս ներառումների բևեռացման էներգիան ներկայացնել որպես ֆունկցիա իր իսկ պարամետրից, որը հնարավորություն կտա հաշվել այդ համակարգերի միջինացված պարամետրերը:

Исследуются неоднородные системы, параметр дисперсной фазы которых является переменной величиной. Предложенный метод дает возможность представить энергию поляризации включений как функцию от своего же параметра, что позволит вычислить усредненные параметры этих систем.

Библиогр.: 9 назв.

Inhomogeneous systems are studied, their dispersion phase parameter being a variable. The proposed method enables to present the polarity energy inclusions as a function of its own parameter which allows to calculate the averaging parameters of these systems.

Ref. 9.

Դիսպերս համակարգերը լայն կիրառություն ունեն գիտության և տեխնիկայի բոլոր բնագավառներում: Այդ պատճառով նման համակարգերի էլեկտրական, մագնիսական, ջերմային և այլ հատկությունների հետազոտությամբ զբաղվում են ավելի քան հարյուր տարի: Այդ հետազոտությունները վերջին հաշվով հանգեցնում են անհամասեռ համակարգերում դաշտերի հաշվարկի և այդ համակարգերի միջինացված պարամետրերի որոշմանը: Չնայած բազմաթիվ հետազոտությունների առկայությանը (տես. մենագրությունները և ակնարկային հոդվածները [1-2]), անհամասեռ համակարգերի տարատեսակությունը և բարդ կառուցվածքը թույլ չեն տվել ստանալ վերը