

использования электромагнита с насыщенным шунтом. Как известно, такая конструкция позволяет существенным образом изменить вид тяговой характеристики электромагнита и добиться соответствия привода в целом предъявляемым к нему требованиям по стабилизации усилия. На рисунке приведена известная из литературы [2] кривая зависимости $P=P(\delta)$ в общем виде (график 3) для втяжного электромагнита с насыщенным шунтом, полученная экспериментально. Как видно из рисунка, существует такой участок графика — отрезок ab , в пределах которого электромагнит при различных положениях якоря обеспечивает стабильную тяговую силу, т. е. не уступает по своим параметрам захватным устройствам с пневматическим приводом. Еще одним преимуществом магнитного шунта является то, что его использование позволяет увеличить начальный зазор магнитной системы, а значит, расширить рабочий интервал перемещения штока электромагнитного механизма.

Очевидно, использование электромагнита с насыщенным шунтом значительно улучшает показатели электромагнитного привода, тем самым существенно расширяя область его возможного применения для захватных устройств промышленного робота.

Список литературы: 1. *Маринчев М. Г.* Метод расчета электромагнитных захватов с постоянной силой зажима//Изв. на ВМЭИ. Болгария. 1985. 39. Кн. 8. С. 9—12. 2. *Любчик М. А.* Оптимальное проектирование силовых электромагнитных механизмов. М., 1974. 394 с.

Поступила в редколлегию 24.11.88

УДК 621—229.72(088.8)

*М. А. ЛЮБЧИК, д-р техн. наук,
Т. И. БРИВКО, ДЖАМАЛЬ ОМЛА,
Ю. А. ОРЕХОВА*

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БРОНЕВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЗАХВАТОВ С ВНЕШНИМ БАЗИРОВАНИЕМ ОБЪЕКТА МАНИПУЛИРОВАНИЯ

Исполнения электромагнитных захватов броневых типа, применяемые в робототехническом производстве, требуют уточнения методик расчета в связи с особенностями задачи. Кроме обеспечения требований по минимуму массы активных материалов, максимуму грузоподъемности, допустимому нагреву, должны удовлетворяться габаритные ограничения, связанные с условиями эксплуатации и параметрами технологического оборудования — высота H_0 захватного устройства, ограничивается возможностью размещения его в зоне захвата, и наружный диаметр захватного устройства D_0 , ограничивается условиями наибольшего размера области захвата.

Расчет параметров электромагнита с учетом указанных ограничений осуществляется в следующей последовательности.

Учитывая требования грузоподъемности P_0 , превышения температуры θ_0 и заполнения окна катушки $k_{з0}$, определяем основные параметры катушки: диаметр сердечника d_c , сечение провода S_m и число витков ω [1]:

$$\frac{d_c}{\delta_0} = \sqrt[5]{\frac{2\rho}{p_{\tau}^2 \mu_0 h} \cdot \frac{\tau_m}{\lambda_{\text{п}} \lambda_{\text{ок}} \lambda_{\text{ок}}} \cdot \frac{P_0}{\theta_0 \delta_0^3 k_{з0}} \cdot \frac{1}{\varphi_0^2(x) \varepsilon_q^2(x) \psi(x)}}; \quad (1)$$

$$S_m = \sqrt{\frac{2\rho}{\mu_0 U_{01}^2} \cdot \frac{\tau_m}{\lambda_{\text{п}}} P_0 \delta_0^2 \frac{1}{\varphi_0^2(x) \varepsilon_q^2(x)}}; \quad (2)$$

$$\omega = \frac{U_{\text{н}}}{p_{\tau} \sqrt{\frac{h_0 \theta_0 \rho}{k_{з0}} \cdot \frac{\lambda_{\text{ок}} \tau_m}{\lambda_{\text{ок}}} d_c}}, \quad (3)$$

где P_0 , δ_0 , θ_0 , $k_{з0}$ — фиксированные постоянные по силе притяжения, начальному зазору, нагреву и заполнению окна намагничивающей катушки; ρ , μ_0 , h — удельное сопротивление обмоточного провода, магнитная характеристика среды и условия теплоотдачи; τ_m , $\lambda_{\text{ок}}$, $\lambda_{\text{ок}}$, $\lambda_{\text{п}}$ — кратности длины среднего радиуса обмотки, сечения ее окна, поверхности ее охлаждения и полюса магнитопровода; φ_0 , ε_q , ψ_0 — корректирующие функции, учитывающие падение намагничивающей силы на рабочем зазоре, выпучивания в нем потока и условий охлаждения; U_{01} , p_{τ} — условия питания катушки по отклонению напряжения и продолжительности включения.

Для определения корректирующих функций используется итеративная процедура пошагового расчета.

Учитывая требования по ограничению габаритных размеров электромагнита, принимаем

$$D(c, x) = D_0 = \text{const}; \quad H(c, x) = H_0 = \text{const},$$

откуда может быть найден определяющий размер d_c через принятые кратности ядра электромагнита:

$$d_c = \frac{D_0}{\tau_D}, \quad \text{или} \quad d_c = \frac{H_0}{\tau_{\text{н}}}, \quad \text{где кратности}$$

$$\tau_D = 1 + 2(q + n + u + i_{\text{кп}}); \quad \tau_{\text{н}} = m + 2n + i_{\text{фл}}.$$

Здесь q — кратность толщины каркаса катушки; n — кратность ширины окна катушки; u — кратность технологического запаса; $i_{\text{фл}}$ — кратность толщины фланца корпуса; $i_{\text{кп}}$ — кратность толщины стенки корпуса.

В качестве определяющих параметров принимают кратности окна намотки катушки

$$n = \frac{A_{\text{к}}}{d_c}; \quad m = \frac{H_{\text{к}}}{d_c} = \beta n; \quad \beta = \frac{H_{\text{к}}}{A_{\text{к}}},$$

где H_k — высота намотки катушки; A_k — ширина намотки катушки.

Кратность $\beta = \frac{H_k}{A_k}$ определяется графо-аналитическим методом при фиксированной кратности $n = \frac{A_k}{d_c}$, которая практически изменяется в узких пределах.

Конструктивные параметры электромагнита с учетом ограничений по его высоте определяются следующим образом:

$$H_n = H_k + 2A_3 + \Delta_{\text{фл}} = (m + 2n + i_{\text{фл}}) d_c = H_0, \quad (4)$$

где H_n — общая высота электромагнита; A_3 — толщина каркаса; $\Delta_{\text{фл}}$ — толщина фланца.

Отсюда

$$d_c = \frac{H_0}{\beta n + 2u + i_{\text{фл}}}. \quad (5)$$

Решая совместно уравнения (1), (5), выделяя при этом функцию, не зависящую (6) и зависящую (7) от β , получаем

$$f_m = \frac{2\rho}{\rho_1 \mu_0 h} \cdot \frac{P_0 \delta_0^2}{\theta_{\text{вкз0}}} = \text{const}; \quad (6)$$

$$f_m(\beta) = \frac{\lambda_n \cdot \lambda_{\text{ок}} \cdot \lambda_{\text{ок}}}{\tau_m} \cdot \varphi_0^2 \left(\frac{\Gamma_0}{\beta n + 2u + i_{\text{фл}}} \right)^5. \quad (7)$$

После сопоставления этих выражений определяем значение β для электромагнита с заданным усилием захвата и заданным сграницением по высоте электромагнита. На основе полученного значения β определяются габаритные размеры электромагнита и параметры намагничивающей катушки.

Аналогично производится расчет конструктивных размеров электромагнита и обмоточных данных намагничивающей катушки при наличии ограничений по наружному диаметру электромагнита.

Список литературы: 1. Любчик М. А. Проектирование электромагнитных механизмов устройств автоматки методами геометрического программирования: Учеб. пособие. Х., 1986. 99 с. 2. Теоретическое исследование и разработка рекомендаций по созданию эффективных конструкций электромагнитных захватывающих устройств промышленных роботов для оснащения технологических комплексов производства НВА: Отчет о НИР/Харьк. политехн. ин-т; Руководитель М. А. Любчик; № ГР 0186.0126048; Инв. № 02880037625. Х., 1987. 318 с.

1

Поступила в редколлегию 24.11.88