

УДК:621.314.224.8 (088:8)

Э. В. КАЗАРЯН, М. К. БАГДАСАРЯН

К РАСЧЕТУ УГЛОВОЙ И ТОКОВОЙ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИНДУКЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Разработаны аналитические выражения для определения угловой и токовой погрешностей, в которых учтены неравномерность распределения магнитной индукции по средней длине магнитопровода и наличие технологического зазора, что позволяет достичь необходимой точности расчета для дальнейшего использования этих выражений при проектировании.

Ил. 3. Библиогр.: 3 назв.

Մշակված են անկյունային և հոսքային սխալանքների որոշման վերլուծական արտահայտություններ, որոնցում հաշվի են առնված մագնիսապարփակիչի երկարութամբ մագնիսական ինդուկցիայի անհավասարաչափ բաշխվածությունը և տեխնոլոգիական բացակի առկայությունը, ինչը թույլ է տալիս դրանց նախագծման ընթացքում հասնել հաշվարկի անհրաժեշտ ճշտության:

Вопрос повышения точности индукционных преобразователей требует исследования угловой и токовой погрешностей. Сложность электромагнитного поля приводит к необходимости применения при расчете параметров ряда допущений, к которым относится предположение о равномерности распределения магнитной индукции по средней длине магнитопровода и отсутствие технологических зазоров. Однако эти допущения не обеспечивают достаточной точности расчета угловой и токовой погрешностей, т. к. не учитывается ряд особенностей электромагнитных процессов, обусловленных спецификой конструкции индукционного преобразователя.

Целью настоящей работы является получение эффективных и уточненных выражений для определения угловой и токовой погрешностей. Рассматривается магнитная система индукционного преобразователя с обмоткой, разделенной на две части и расположенной на двух ветвях магнитопровода (рис. 1).

Для определения значений индукции на разных участках магнитопровода использованы результаты экспериментов, которые были проведены с использованием вспомогательных обмоток, поочередно расположенных на участках 1—2, 2—3, 3—4, 4—5 (рис. 1), и определены э. д. с., наводимыми потоком и индукцией на соответствующих участках [1].

На рис. 2 приведена зависимость распределения магнитной индукции по средней длине магнитопровода, откуда следует, что при определении угловой и токовой погрешностей для данной конструкции индукционного преобразователя достаточно учитывать значение магнитной индукции на участке магнитопровода, свободном от обмотки и под обмоткой, что и сделано в дальнейшем.

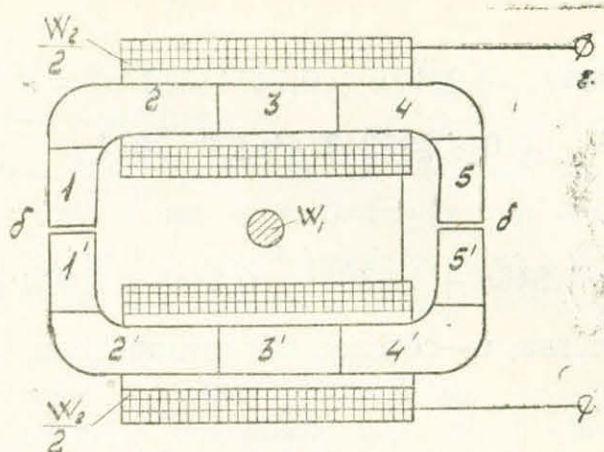
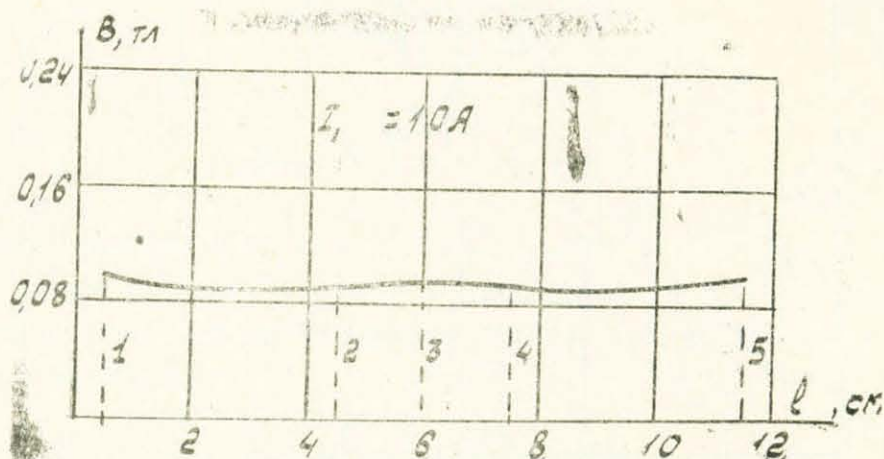
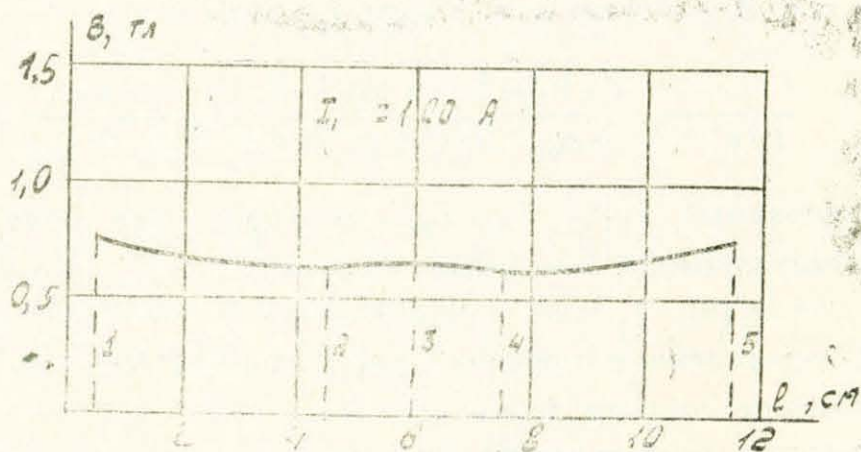


Рис. 1. Схема расположения основных и дополнительных обмоток



а



б

Рис. 2. Распределение магнитной индукции по средней длине магнитопровода: а) при $I = 10 \text{ A}$, б) $I = 100 \text{ A}$

Выражение для магнитной индукции B_n получено методом наименьших квадратов [2]. Для разных значений токов I_1 имеем (для стали марки 3411):

при $I_1 = 10A$ —

$$B_x = (0,2352 - 0,2512n + 0,147466737n^2 - 0,035n^3 + 0,002933337n^4) S^{-1} \cdot 10^{-4}, \quad (1)$$

а при $I_1 = 100A$ —

$$B_x = (1,856 - 1,848n + 1,028n^2 - 0,24n^3 + 0,02n^4) S^{-1} \cdot 10^{-4}, \quad (2)$$

где n, S — номер участка, u — сечение магнитопровода.

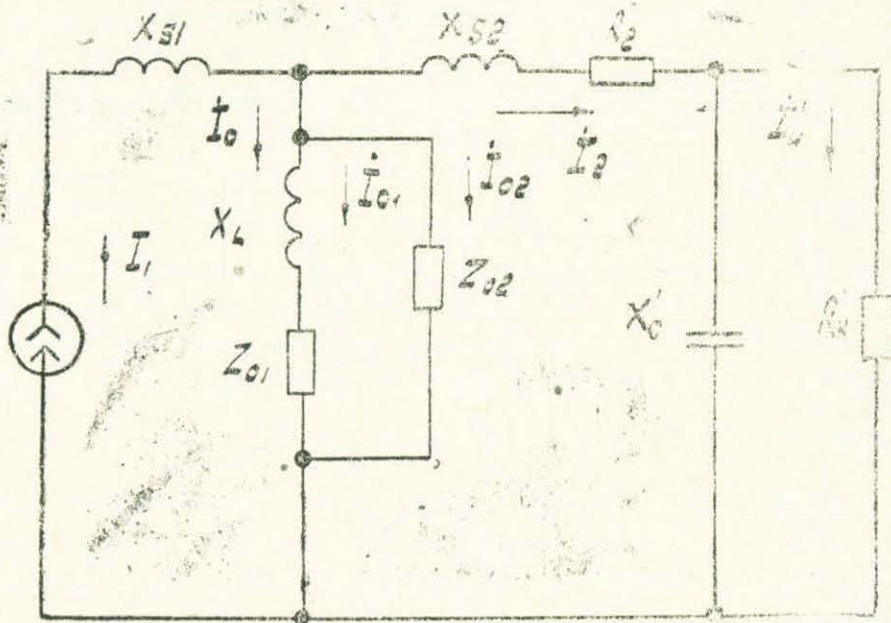


Рис. 3. Эквивалентная электрическая схема индукционного преобразователя.

Определение угловой и токовой погрешностей индукционного преобразователя производилось по электрической схеме замещения, приведенной на рис. 3. Выражение для тока I_2 имеет вид

$$I_2 = \frac{(jx_L + Z_{01}) Z_{02} I_1 - (jx_L + Z_{01} + Z_{02}) U_n'}{(jx_L + Z_{01}) Z_{02} + (R_2 + jx_s')(jx_L + Z_{01} + Z_{02})}, \quad (3)$$

где I_1 — измеряемый ток; Z_{01}, Z_{02} — электрические сопротивления участков магнитопровода, вносимые сердечником; $U_n' = U_n/\omega_2$ — приведенное напряжение; $x_L = \omega L$ — индуктивное сопротивление обмотки; $x_s' = \omega L_s/\omega_2^2$ — приведенное сопротивление рассеяния; $R_2 = R_2/\omega_2^2$ — приведенное активное сопротивление обмотки.

Электрическое сопротивление, вносимое сердечником на участке магнитопровода под обмоткой, равно

$$Z_{01} = j\omega K_1 (\rho_{R1} - j\rho_{x1}), \quad (4)$$

а на участке, свободном от обмотки —

$$Z_{02} = j\omega K_2 [(\rho_{R2} + \delta/l_2) - j\rho_{x2}], \quad (5)$$

где

$$K_1 = \frac{S}{l_1 (\rho_{R1}^2 + \rho_{x1}^2)}, \quad (6)$$

$$K_2 = \frac{S}{l_2 [(\rho_{R2} + \delta/l_3)^2 + \rho_{x2}^2]}, \quad (7)$$

$l_3 = \mu_0 l$; ω — угловая частота; ρ_{R1} , ρ_{x1} — соответственно активная и реактивная удельные сопротивления на участках магнитопровода под обмоткой; ρ_{R2} , ρ_{x2} — активная и реактивная удельные сопротивления на участках магнитопровода, свободных от обмоток; l_1 , l_2 — длина магнитопровода на участке под обмоткой и на участке, свободном от обмотки.

Учитывая, что токовая погрешность — это действительная составляющая и модуль мнимой составляющей комплексной погрешности [3]:

$$\delta_I = \text{Im} \left(\frac{I_2^i - I_1^i}{I_1^i} \right), \quad (8)$$

$$\delta_a = \text{Re} \left(\frac{I_2^i - I_1^i}{I_1^i} \right), \quad (9)$$

и имея в виду выражения (3) — (9), получены соотношения, которые описывают связь токовой и угловой погрешностей индукционного преобразователя с его конструктивными параметрами, характеристиками сердечника и нагрузкой

$$\delta_I = \frac{D_1 D_2 + D_2 D_4}{D_3^2 + D_4^2} 100\%, \quad (10)$$

$$\delta_a = \frac{D_2 D_3 - D_1 D_4}{D_3^2 + D_4^2} 100 \text{ (срад)}, \quad (11)$$

где

$$D_1 = -I_1 R_2' K_2 \rho_{x2} - I_1 R_2' K_1 \rho_{x1} + \omega^2 L L_s' K_1 + \omega L_s' I_1 K_1 \rho_{R1} + \\ + \omega L_s' I_1 K_2 \left(\rho_{R2} + \frac{\delta}{l_3} \right) - U_H' K_2 \rho_{x2} + U_H' K_1 \rho_{x1}, \quad (12)$$

$$D_2 = -\omega L I_1 R_2' - I_1 R_2' K_2 \left(\rho_{R2} + \frac{\delta}{l_3} \right) - I_1 R_2' K_1 \rho_{R1} - \omega L U_H' - \\ - \omega L_s' I_1 K_2 \rho_{x2} - \omega L_s' I_1 K_1 \rho_{x1} - U_H' K_1 \rho_{R1} - U_H' K_2 \left(\rho_{R2} + \frac{\delta}{l_3} \right), \quad (13)$$

$$D_3 = I_1 \left[K_1 K_2 \rho_{x1} \rho_{x2} + R_2' K_1 \rho_{x1} + R_2' K_2 \rho_{x2} - K_1 K_2 \rho_{R1} \left(\rho_{R2} + \frac{\delta}{l_3} \right) - \right. \\ \left. - \omega L K_2 \left(\rho_{R2} + \frac{\delta}{l_3} \right) - \omega^2 L L_s' - \omega L_s' K_1 \rho_{R1} - \omega L_s' K_2 \left(\rho_{R2} + \frac{\delta}{l_3} \right) \right], \quad (14)$$

$$D_4 = I_1 \left[K_1 K_2 \rho_{x1} \left(\rho_{R2} + \frac{\delta}{l_3} \right) + \omega L K_2 \rho_{x2} + K_1 K_2 \rho_{R1} \rho_{x2} + \omega L R_2' + \right. \\ \left. + R_2' K_2 \left(\rho_{R2} + \frac{\delta}{l_3} \right) + R_2' K_1 \rho_{R1} + \omega L_s' K_1 \rho_{x1} + \omega L_s' K_2 \rho_{x2} \right]. \quad (15)$$

Предложенные расчетные формулы позволяют с достаточной точностью оценить угловую и токовую погрешности. Создана возможность анализа погрешностей в довольно широком диапазоне частот и измеряемого тока, что крайне необходимо как для электроизмерительной техники, так и для аппаратостроения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бачурин Н. И. Трансформаторы тока. — М.: Энергия, 1964. — 376 с.
2. Львовский Е. Н. Статические методы построения эмпирических формул. — М.: Высшая школа, 1982. — 224 с.
3. Левин М. И. Основы электроизмерительной техники. — М.: Энергия, 1972. — 324 с. ГИУА 19. XI. 1992.

Изв. НАН Армении (сер. ТН), т. XLVI, № 2—3, с. 72—76.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

УДК 621.762

С. Г. МАМЯН, А. А. АЛЛА ЭЛЬДИН

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ ЦЕМЕНТОВАННЫХ И КВАЗИЦЕМЕНТОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Рассмотрено влияние термомеханической обработки на комплекс механических свойств низкоуглеродистых и высокоуглеродистых порошковых сталей, а также цементованных и квазицементованных сталей. Разработана эффективная технология получения высокопрочных квазицементованных деталей с применением термомеханической обработки, исключая длительный диффузионный процесс цементации.

Ил. 3. Табл. 2. Библиогр.: 2 назв.

Դիտարկված են փոշեմետալուրդիալի ճանապարհով ստացված ցածր և բարձր ածխածնային, ինչպես նաև ցեմենտացված և թվացող ցեմենտացված պողպատների մեխանիկական հատկությունների վրա ջերմամեխանիկական մշակման ազդեցությունը: Մշակված է ջերմամեխանիկական մշակման կիրառմամբ գերամուր թվացող ցեմենտացված մեքենամասերի ստացման արդյունավետ տեխնոլոգիա, որը բացառում է երկարատև դիֆֆուզիոն ցեմենտացման գործընթացը:

Создание высокопрочных материалов с высокими показателями сопротивления усталости и не склонных к хрупкому разрушению является проблемой первостепенной важности. Решение этой проблемы неразрывно связано с изучением явлений хрупкости и усталости, т. к. именно высокая склонность к хрупкому разрушению и низкое сопротивление усталости являются одним из основных тормозов в использовании металлов и сплавов в высокопрочном состоянии в конструкциях.

Данная работа посвящена решению этой проблемы путем совмещения химикотермической и термомеханической обработок.

В работах [1] и [2] доказано, что применение термомеханической обработки (ТМО) приводит к значительному повышению комплекса