

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ВНЕШНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСФОРМАТОРА-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Была предложена методика расчета внешних характеристик трансформатора-преобразователя частоты методом разложения по малому параметру с использованием итераций [1].

Ниже приводится алгоритм расчета внешних характеристик трансформатора-преобразователя частоты при поперечной емкостной компенсации с учетом потерь на вихревые токи, блок-схема которого приведена на рис. 1.

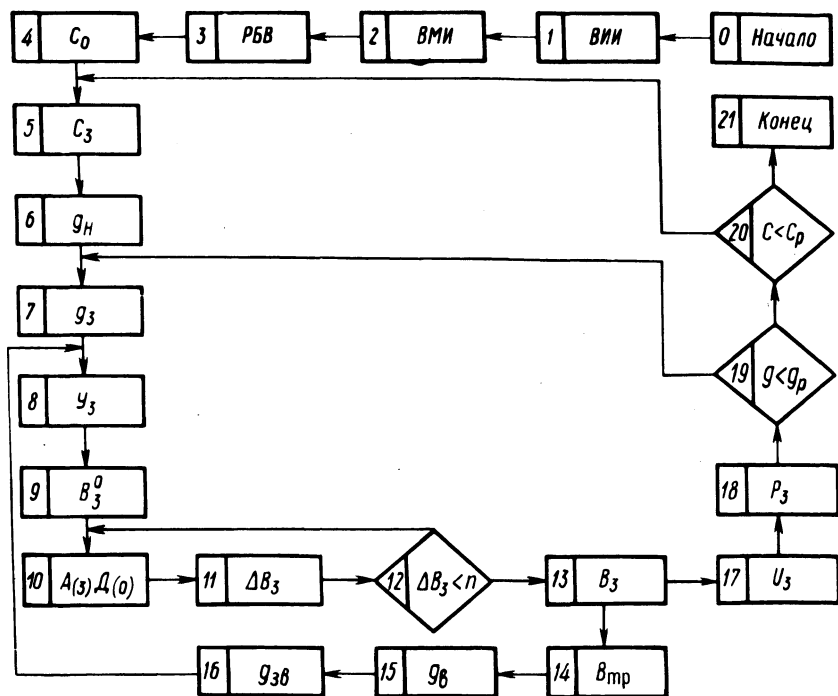


Рис. 1. Блок-схема программы расчета внешних характеристик: ВИИ – ввод исходной информации; ВМИ – ввод массива информации; РБВ – расчет базисных величин.

Все расчеты ведутся в относительных единицах, пренебрегая 9-ой гармоникой.

Первое приближение индукции третьей гармоники для схемы замещения (рис. 2) находим по формуле

$$\dot{B}_3^0 = - \frac{\dot{A}_3}{\dot{D}_0 + j3Y_3} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{Здесь } \dot{A}_3 = 2 \left[\dot{i}_{01} \dot{i}_{13} + \dot{i}_{31} \dot{i}_{03} + \dot{i}_{31}^* \dot{i}_{23} + \dot{i}_{61} \dot{i}_{13}^* + \right. \\ \left. + \dot{i}_{61}^* \dot{i}_{33} + \dot{i}_{91} \dot{i}_{43} \right]; \\ \dot{D}_0 = \dot{i}_{01} \dot{i}_{03} + 2 \left[\dot{i}_{31} \dot{i}_{13}^* + \dot{i}_{61} \dot{i}_{23}^* + \dot{i}_{91} \dot{i}_{33}^* \right], \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где Y_3 - полная проводимость нагрузки; $I_{кр} = I_{кр}(B_p)$ - модифицированные функции Бесселя.

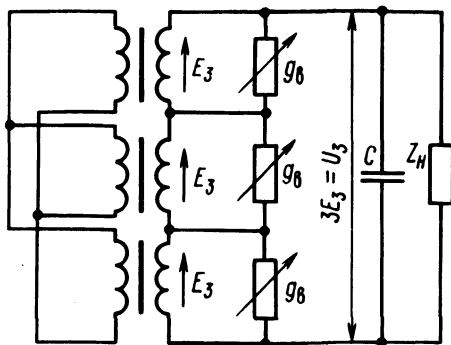


Рис. 2. Схема замещения трансформатора-преобразователя частоты для третьих гармоник.

Следующее приближение находим по формуле

$$\dot{B}_3^1 = B_3^0 + \Delta \dot{B}_3^1 \quad (3)$$

$$\text{где } \Delta B_3 = - \frac{j3\dot{B}_3^0 Y_3 + \dot{A}_3}{\dot{D}_0 + j3Y_3}.$$

Процесс расчета повторяем до тех пор, пока ΔB_3 не станет равным заданному значению.

Проводимость, обусловленная потерями на вихревые токи при расчетной индукции B_{mp} , которая определяется с учетом найденного значения индукции третьей гармоники

$$g_B = \frac{2 \gamma_{ст} P_{об} \beta}{\omega B_{mp}^2} \quad (5)$$

где $\gamma_{ст}$ - удельный вес материала сердечника; $P_{об}$ - удельные потери на вихревые токи при синусоидальной индукции с амплитудой $B_{1m} = B_{mp}$.

Приведенная вихревая проводимость

$$g_{зв} = \left(\frac{2 W_1}{W_3} \right)^2 g_v, \quad (6)$$

где W_1 , W_3 - число витков первичной и вторичной обмоток.

Полная проводимость нагрузки с учетом вихревой проводимости

$$y'_3 = y_3 + g_{зв}. \quad (7)$$

По формулам (1) - (4) расчет повторяется для нового значения полной проводимости нагрузки.

Действующее значение напряжения третьей гармоники определяется по формуле

$$U_3 = 3 \cdot V_3 \frac{U_6}{\sqrt{2}}$$

где U_6 - базисное напряжение.

Мощность, потребляемая нагрузкой, определяется по выражению

$$P_3 = U_3^2 g_n.$$

Данные трансформатора-преобразователя частоты (рис. 2), такие как: сечение, число витков обмоток, базисная частота вводятся в ЭВМ в качестве исходной информации (ВИИ, блок 1). Блок 2 (ВМИ) описывает массив информации: индукцию основной частоты V_{1m} и коэффициенты аппроксимации α , β . Исходя из этих данных производится расчет базисных величин: сопротивления x_6 , емкости C_0 (РВВ, блок 3), проводимостей емкости C_3 (блок 5) и нагрузки g_3 (блок 7) в относительных единицах по заданным начальным значениям поперечной компенсации C_0 (блок 4) и проводимости нагрузки g_n (блок 6). По рассчитанным значениям C_3 и g_3 определяется полная проводимость нагрузки y_3 (блок 8).

Следующим этапом является определение первого приближения индукции третьей гармоники \dot{V}_3^0 (1) и последующих приближений (3) (блок 11). Расчет модифицированных функций Бесселя от V_1 и V_3 для определения коэффициентов A_3, D_0 (блок 10) выведен в отдельную подпрограмму. Процесс расчета ΔV_3 (4) повторяется по циклу (12-10-11-12) до тех пор, пока ΔV_3 не станет меньше ранее заданной величины. После определения V_3 (блок 13) производится расчет

амплитуды результирующей индукции B_{mp} (блок 14), а по формуле (5) определяется вихревая проводимость g_v (блок 15) и приведенная к виткам обмотки третьей гармоники вихревая проводимость g_{3v} (блок 16). В последующем расчет повторяется до определения нового значения B_3 с учетом потерь на вихревые токи. Определенное в результате расчета значение напряжения третьей гармоники U_3 (блок 17) и мощности P_3 (блок 18) выводится на печать.

Для других значений проводимости нагрузки, меньших g_p (блок 19), расчет повторяется с блока 7, а для других значений емкости (блок 20) - с блока 5.

Резюме. Представленный алгоритм пригоден для расчета внешних характеристик трансформатора-преобразователя частоты при поперечной емкостной компенсации с учетом потерь на вихревые токи.

Л и т е р а т у р а

1. Бладыко В.М., Сончик Л.И., Мехедко В.Ф. Исследование работы трансформатора-преобразователя частоты с витым пространственным магнитопроводом. - В сб.: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. "Современные задачи преобразовательной техники", вып. 3. Киев, 1975.