

УДК 621.313.30

Н. Г. ШКНЯН

О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ
ЗУБЧАТЫХ КОЛЬЦЕВЫХ СЕРДЕЧНИКОВ ПРИ
НАМАГНИЧИВАНИИ ОСЕВЫМ ТОКОВОДОМ

Задача о распределении магнитного поля решена методом конечных элементов. По результатам расчета показано, что магнитным потоком в зубцовом слое по сравнению с полем в ядре и влиянием сдвига токовода на равномерность распределения поля в нем можно пренебречь. Такой способ достаточно точен для поперечного контроля в производстве.

Ил. 1. Библиогр. 1 назв.

Հանրահայտ գոյաբար բաշխման համակարգի մեթոդով է լուծված էլեկտրամագնիսական դաշտի բաշխումը և արդյունքները ցուցաբերվում են գրաֆիկական աղյուսակներով: Հաշվարկի արդյունքով է ցուցվում, որ առանձին շերտի մագնիսական հոսքը հոսքից է անտեսելի: Իսկ շերտի գոյաբար բաշխումը միայն համապատասխան շերտի աղյուսակները լինելի փոքր է: Տեղի է կանգնում բաշխման հարթի և արտադրության մեջ ստացման համար:

Одним из условий обеспечения заданного уровня качества электрических машин малой мощности в серийном производстве является пооперационный контроль, в частности, контроль магнитных свойств сердечников. В настоящее время известен высокопроизводительный способ контроля магнитных свойств кольцевых сердечников малых размеров при намагничивании их тоководом, проходящим сквозь отверстие сердечника. Способ применяется при разбраковке ферритовых сердечников для устройств магнитной памяти и является перспективным при контроле магнитных свойств кольцевых сердечников электрических машин. Однако применительно к последним возникают особенности, связанные с наличием зубцового слоя и большими размерами сердечников.

Для сердечников статоров асинхронных двигателей с высотой оси вращения (ВОВ) 50...80 мм (соответственно 60...2200 Вт) величина намагничивающего тока токоведущей шины находится в пределах 70...120 А. Необходимо обеспечить включение и отключение столь значительного тока в шине без возникновения электрической дуги. Эта задача решается выполнением коммутации в первичном контуре трансформатора (ток не более 5 А), питающего намагничивающий контур испытуемого сердечника.

Наличие зубцов статора приводит к тому, что магнитный поток замыкается не только по ядру, но и по зубцовому слою — поперек зубцов. Магнитная индукция в ядре определяется по величине ЭДС, наведенной в измерительном контуре, охватывающем испытуемый сердечник аналогично намагничивающему контуру. При этом магнитный поток в зубцовом слое оказывается отнесенным к потоку в ядре. Если магнитный поток в зубцовом слое составляет хотя бы несколь-

ко проентов потока в ярме, то это приводит к значительной погрешности намерения характеристики намагничивания ярма. Другая погрешность может возникнуть при смещении токоведущей шины с оси отверстия статора, если при этом нарушается равномерное распределение магнитного потока в ярме.

В данной статье приведены результаты расчетного исследования магнитного поля в сердечнике статора, когда токоведущая шина расположена по оси отверстия, а также при разных удалениях ее от оси. Задача о распределении магнитного поля решалась с помощью метода конечных элементов. Разбиение расчетной области (лист статора с сечением токоведущей шины, расположенной в отверстии) выполнялось с помощью ЭВМ по программе, разработанной в Рижском политехническом институте.

Усредненное значение индукции в сечении определялось по методике расчета среднелинтельного значения функции в соответствующей области. При этом были рассчитаны интегральные значения нормальной B_n и тангенциальной B_{τ} составляющих индукции в выбранном секторе зубца, а также в секторе ярма B_n и B_{τ} , расположенном над пазом статора.

Объектом исследования служил сердечник статора двигателя 4АА63А2 (370 Вт, 2800 об/мин), собранный из термообработанных листов стали 2012 толщиной 0,5 мм. Расчеты были выполнены для намагничивающего тока $I=100$ А при четырех положениях токоведущей шины: а) по оси отверстия, б) при удалениях от оси на $\frac{5}{13}$, $\frac{10}{18}$ и $\frac{15}{18}$ R радиуса отверстия ($R=27$ мм, размеры поперечного сечения шины 2×20 мм).

Когда шина занимает центральное положение, то большая ось ее сечения расположена по диаметру отверстия, проходящему по зубцам 1 и 13. При этом среднее значение тангенциальной составляющей B_{τ} индукции в ярме составляет 1,259 Тл (рис.). Для оценки этой величины укажем, что расчетная индукция в ярме при номинальном напряжении и холостом ходе двигателя равна 1,389 Тл.

В сечениях ярма, примыкающих к зубцам с номерами $1 + \frac{Z}{2 \cdot 2p} k$ (Z — число зубцов, $2p$ — число полюсов, $k=1, 2, 3, \dots$), значения B_{τ} колеблются в пределах $\pm 0,24\%$ от среднего значения.

Тангенциальная составляющая индукции в зубцовом слое B_{τ} определяется по зубцам неравномерно, что объясняется, по-видимому, грубостью дискретизации зубцового слоя при расчетах (рис.). Максимальное значение B_{τ} не превосходит $0,29\%$, B_{τ} в среднем значение по зубцам — $0,25\%$. Нормальные составляющие индукции в зубцах B_n и ярме B_n на 2,3 и более порядков меньше соответствующих тангенциальных составляющих, поэтому ими можно пренебречь.

При максимальном удалении от оси шина приближена к зубцу 7. В прилегающем к нему сечении ярма B_{z1} возрастает на 0,56%, а в диаметрально противоположном сечении (прилегающем к зубцу 19) убывает на 0,16% по сравнению с центральным положением (рис.). Значения B_{z1} при этом не изменяются.

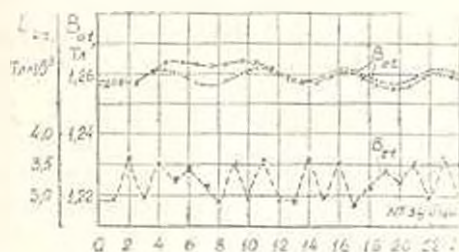


Рис. Распределение тангенциальных составляющих индукции в ярме B_{z1} и зубцовом слое B_{z2} при падающей токе $I = 100$ А. — ток в питающей шине, — ток в отводящей шине, — ток в воздушном зазоре

шина удалена от оси на $\frac{15}{18}$ радиуса отверстия

Для промежуточных положений шины значения индукций находились в интервале между значениями, соответствующими положениям «а» и «б».

Таким образом, при центральном расположении токоведущей шины и при удалении ее от оси вплоть до $\frac{15}{18}$ магнитный поток в зубцовом слое можно принять равным нулю при изменении магнитных свойств с целью производственного контроля. При этом распределение индукции в сечениях ярма с достаточной точностью можно принять равномерным.

Отношение среднего радиуса зубцового слоя R_z к среднему радиусу ярма R_y для испытуемого сердечника двухполюсного двигателя составляет 0,732. Для четырехполюсного двигателя с той же ВОВ оно равно 0,788, поэтому можно допустить, что соотношение магнитных потоков в зубцовом слое и ярме для $2p=4$ будет практически таким же, как и при $2p=2$.

Описанный способ контроля обладает также достаточно высокой чувствительностью и позволяет обнаружить отклонения магнитных свойств от нормированных при нарушении режима термообработки [1].

Указанные выше достоинства позволяют рекомендовать рассмотренный способ к реализации в испытательных стендах для поперечного контроля кольцевых сердечников в серийном производстве электрических машин малой мощности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитин Н. Г., Нондеи М. Е., Джанибеков Г. К. Контроль магнитных свойств сердечников электрических машин малой мощности // Изв. АН АрмССР. Сер. Физ.-матем. науки. — 1989. — Т. XI.11, № 1. — С. 12—14.

