

С. К. БОХЯН

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ МАГНИТНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ЗУБЦОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Распространенный метод определения магнитного напряжения транцендентальных зубцов статора и ротора электрических машин по величине магнитной индукции на $1/3$ высоты зубца основан на предположении равенства площадей кривой реального распределения напряженности магнитного поля по высоте зубца и прямоугольника с высотой H_{z1} (рис. 1). Ответвление магнитного потока не рекомендуется учитывать лишь при индукциях в зубце, превышающих 1,7—1,8 мЛ. Справедливость этих предположений для зубцовой зоны современных использованных машин не подтверждается в работах ряда авторов [1, 2].

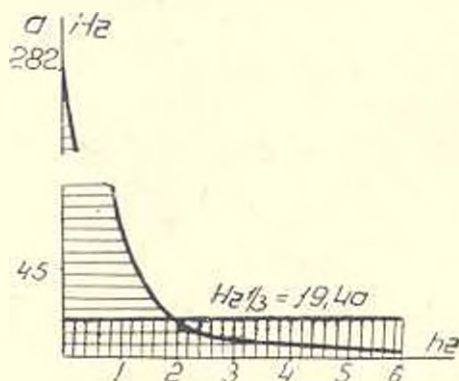


Рис. 1 Изменение напряженности магнитного поля по высоте зубца
 (сталь Э43, $B_{z1} = 1,4$ мЛ, $b_{z\max} = b_{z\min} = 2$)

Для более точного определения магнитного напряжения в зубцах использован метод графического интегрирования кривой изменения напряженности магнитного поля по высоте зубца.

На рис. 2, 3 и 4 приведены значения поправочного коэффициента, рассчитанного как отношение м. д. с., определенной методом графического интегрирования, к м. д. с., определенной по индукции на

1/3 высоты зубца. При этом магнитное напряжение зубца определяется по выражению

$$F_z = \gamma H_{z,13} h_{z,1}$$

Здесь γ — поправочный коэффициент, определяемый по формуле

$$\gamma = \frac{\sum_{x=1}^6 H_{zx}}{x H_{z,13}}$$

где x — число расчетных участков по высоте зубца $h_{z,1}$, принятое в настоящем расчете равным 6;

$H_{z,1}$ — напряженность магнитного поля в расчетном участке (а см).

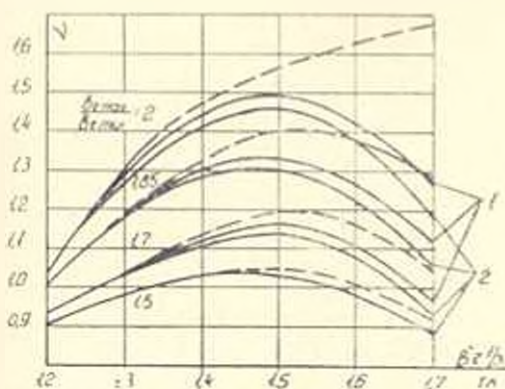


Рис. 2. Поправочные коэффициенты для зубцов из сталей Э11 и Э12

(пунктирные кривые получены без учета отклонения потока):

1 — $k_n = 1,15$; 2 — $k_n = 1,75$.

Кажущаяся индукция в расчетных сечениях равна:

$$B_{z,13} = B_{z,13} \frac{b_{z,13}}{b_{z,1}}$$

где $B_{z,13}$ — кажущаяся индукция на 1/3 высоты зубца, принятая в диапазоне 1,2 — 1,7 тл;

$b_{z,13}$, $b_{z,1}$ — ширина зубца на 1/3 высоты и в середине расчетного участка.

Действительная индукция в расчетных участках определена с учетом отклонения магнитного потока в паз и в пространство, занимаемое межленточной изоляцией, по формуле

$$B_{z,13} = B_{z,13} - k_n H_{z,13} \cdot 10^{-4} \text{ тл},$$

где k_n — коэффициент рассеяния магнитного потока расчетного участ-

ка:

$$k_{\text{за}} = \frac{1,25}{k_{\text{Fe}}} \left(\frac{b_n}{b_{2,3}} + 1 - k_{\text{Fe}} \right);$$

b_n — ширина паза; k_{Fe} — коэффициент заполнения пакета сталью.

Поправочные коэффициенты определены для зубцовых зон из электротехнических сталей марок Э11, Э12, Э31, Э32, Э41, Э42, Э43 толщиной 0,5 мм и стали Э44 толщиной 0,35 и 0,2 мм, имеющих отношение максимальной и минимальной ширины зубца, равное 1,7, 1,85 и

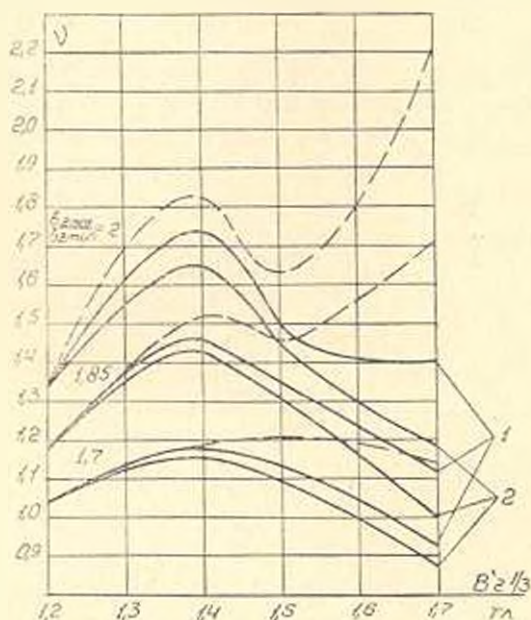


Рис. 3. Поправочные коэффициенты для зубцов из сталей Э31—Э43 (обозначения те же, что и на рис. 2).

2,0, при отношении ширины паза к минимальной ширине зубца, равном 1,25 и 0,8.

Коэффициент заполнения пакета сталью для лакированных листов толщиной 0,5 мм принят равным 0,93. Для лакированных листов толщиной 0,35 мм и оксидированных листов толщиной 0,2 мм коэффициент заполнения принят равным 0,9.

Как видно из приведенных кривых, ошибка в определении магнитного напряжения зубцов по индукции на $1/3$ высоты зубца может достигнуть 160% в случае стали Э44, 110% для сталей Э31—Э43 и 65% для сталей Э11 и Э12. Форма кривых целиком определяется характером намагничивания стали, причем, нетрудно заметить связь между изменением формы и степенью прямоугольности кривой намагничивания стали. В этом отношении стали Э31—Э43 в сравнении со сталями Э11 и Э44 занимают промежуточное положение.

Если принять точность определения магнитного напряжения зубцов равной 5%, то очевидно, что учет отпадения магнитного потока

следует производить, начиная с индукций 1,3—1,45 тл для сталей Э11 и Э12, 1,25—1,40 тл для сталей Э31—Э43 и 1,20—1,35 тл для стали Э44 в зависимости от степени непараллельности зубцов.

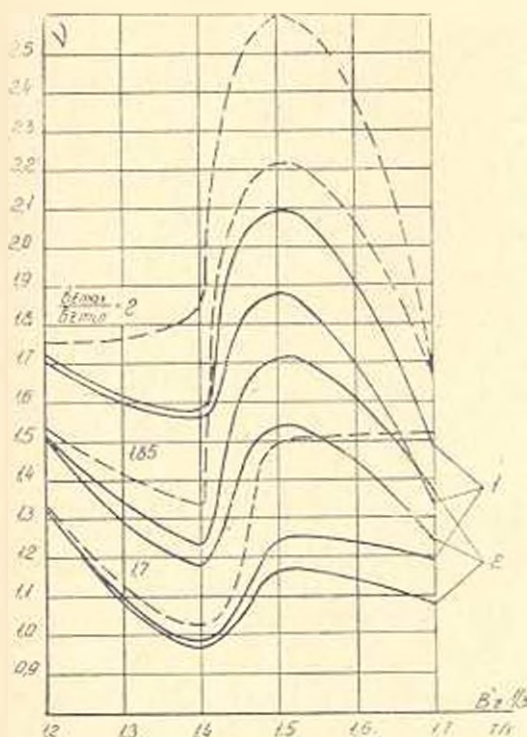


Рис. 4 Поправочные коэффициенты для зубцов из стали Э44:
 $1-k_{11}=1,25$; $2-k_{11}=1,85$.

Применение приведенных кривых в расчетной практике позволит повысить точность определения намагничивающего тока асинхронных машин и т. д. с возбуждения синхронных машин без увеличения громоздкости расчетов.

ВНИИКЭ

Поступило 7 X.1970

И. С. ПИЛЕНКО

ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄԵԲԵՆԱՆԵՐԻ ԱՏԱԿՆԵՐԻ ՄԱԳՆԻՏՈՒԹՅԱՆ ԼՍՐՈՐԱԿԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՀՈՒՐԶԸ

Ա. Մ ՎԻ Ս ՎԻ Ս Վ

Հոդվածում արված է ուղղիչ գործակիցի որոշումը, որը հաշված է որպես գրաֆիկական ինտեգրման մեթոդով որոշված մ-շ-ու-ի և առամի 1/3 բարձրության վրա որոշված մ-շ-ու-ի հարաբերությունը: Ցույց է տրված, որ առամի մ. շ. ու-ը առանց ուղղիչ գործակիցի հաշվառման սրուշերի սխալը կարող է հասնել 65—160% տարրեր պողպատների համար:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Oberrettel K. Die genauere Berechnung des Magnetisierungsstromes von dreiphasigen Asynchronmaschinen. „Bulletin Oerlikon“, 1956, № 355, я. 66—84.
2. Молдасов Д. И. Практический метод расчета магнитного напряжения зубцов электрических машин. „Вестник электротехники“. № 3, 1956.