

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РЕАКЦИИ КОММУТАЦИОННЫХ И ВИХРЕВЫХ ТОКОВ В ЭЛЕКТРОМАШИННЫХ УСИЛИТЕЛЯХ С ПОПЕРЕЧНЫМ ПОЛЕМ

А. И. СКОРОСПЕШКИН, Б. И. КОСТЫЛЕВ, А. Г. ОСТАНИЙ

(Представлена научным семинаром кафедр электрических машин и общей
электротехники)

Коммутационные и вихревые токи оказывают значительное влияние на работу ЭМУ поперечного поля, уменьшая н.с. обмотки управления. Поэтому правильное определение н.с. от коммутационных и вихревых токов крайне необходимо.

В [1] приводится экспериментальный метод, позволяющий определить суммарную н.с. F_{Σ} и отдельные значения н.с. F_k и F_b соответственно от действия коммутационных и вихревых токов. Данный метод исключает недостатки методов [2, 3], так как позволяет учесть влияние несимметрии магнитной системы, проводить контроль равенства магнитных потоков поперечной цепи усилителя и дополнительной поперечной обмотки и дает возможность учесть смещение щеток с нейтрали.

По методу [1] были проведены испытания трех электромашинных усилителей со следующими номинальными данными:

	P квт	U в	I а	n об/мин
ЭМУ-12 АР	0,42	190	2,2	2900
ЭМУ-5 ПМБ	1,7	110	15,4	6000
ЭМУ-12 ПМ	2	110	18,2	5200

Результаты испытаний сведены в табл. 1

Таблица 1

ЭМУ—12 АР	I_{qa}	0,2 0,33 0,48 0,65 0,81 0,95 1,1 1,25 1,35 1,4
	$F_{kb,a}$	1 2,2 3,8 5,6 7,3 9,2 11,4 14 16 17,6
	$F_{k,a}$	0,6 0,4 0,6 0,4 0,9 1,6 2,8 3,8 4,8 6
	$F_{b,a}$	0,4 1,8 3,2 5,2 6,4 7,6 8,6 10,2 11,2 11,6
ЭМУ—12 ПМ	I_q	1,3 4 6,6
	F_{kb}	3 7,85 12
	F_k	0,75 1,5 5,25
	F_b	2,25 6,35 6,75

ЭМУ-5 ПМБ	I_q	0,8	1,1	1,5	1,9	2,1	2,5	2,65	2,8	3	3,1
	F_{kb}	6,5	14	23	31	40,5	50	59	68,5	78	87
	F_k	1	0,5	1	0,5	3	7	9,5	16	21,5	27
	F_b	5,5	13,5	22	30,5	37,5	43	49,5	52,5	56,5	60

Примечание: н. с. F_{kb} , F_k , F_b определяются на один полюс.

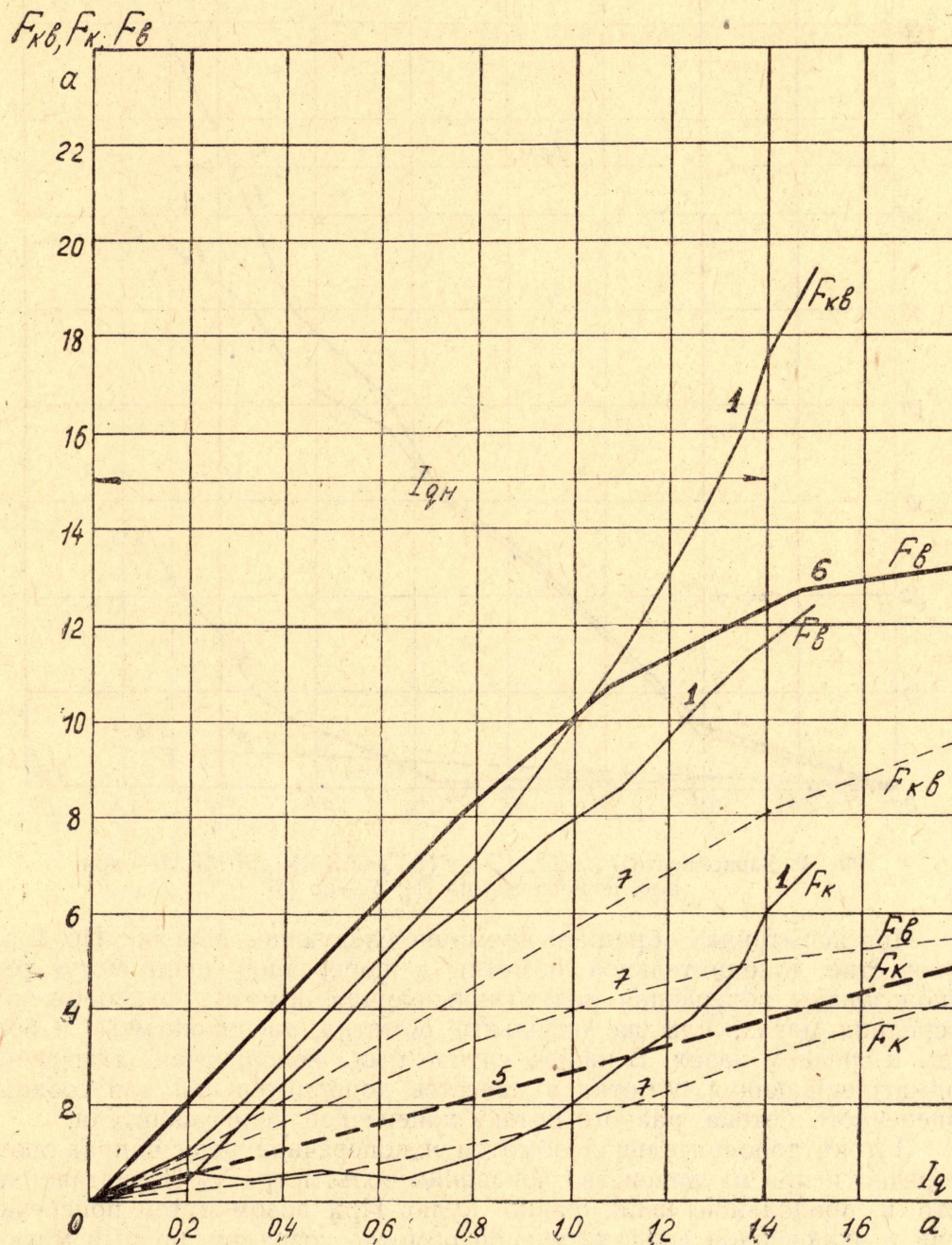


Рис. 1. Зависимости F_{kb} , F_k , $F_b = f(I_q)$ для ЭМУ-12АР: 1—кривые, полученные по [1]; 5— по [5], 6— по [6], 7— по [7].

По данным результатов испытаний построены зависимости н.с. от тока поперечной цепи: $F_{kb} = f(I_q)$, $F_k = f(I_q)$ и $F_b = f(I_q)$, представленные на рис. 1, 2 и 3.

Анализ кривых показывает, что в пределах номинальных значений тока I_q н.с. $F_{кв}$ составляет порядка $70 \div 80\%$ от н.с. обмотки управления, при этом F_k составляет $20 \div 25\%$ и F_v составляет $50 \div 55\%$.

$F_{кв}, F_k, F_v$

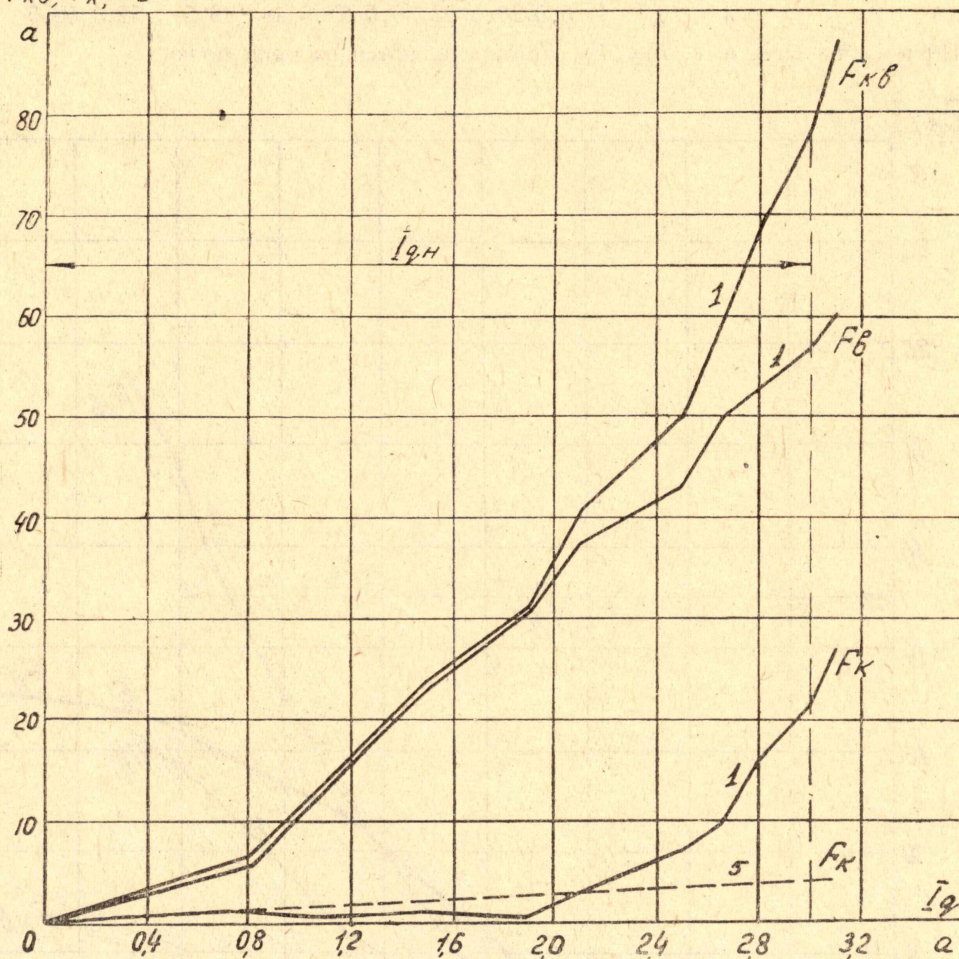


Рис. 2. Зависимости $F_{кв}, F_k, F_v = f(I_q)$ для ЭМУ—5ПМБ: 1 — кривые, полученные по [1]; 5 — по [5].

При испытаниях обращает внимание следующее явление. По [2 и 1] в качестве дополнительной обмотки в поперечной цепи могут быть использованы поперечная подмагничивающая обмотка, расположенная в средних пазах, или же отдельные обмотки, расположенные в большом и среднем пазах. В нашем случае была использована поперечная подмагничивающая обмотка в качестве дополнительной для создания поперечного потока, равного потоку поперечной цепи усилителя.

Потоки дополнительной обмотки и поперечной цепи направляются встречно и при их равенстве показания вольтметра V_2 [1], установленного в продольной цепи, равно нулю. При разомкнутой поперечной цепи и включенной дополнительной обмотке создается равный магнитный поток. При определенном токе обмотки управления вольтметр V_1 [1] показывает значение э. д. с. в поперечной цепи с учетом размагничивающего действия только от вихревых токов, созданных поперечным потоком дополнительной обмотки. При симметрии магнитной системы и положении щеток на нейтрали при отключенной обмотке управления показания вольтметра V_1 , при наличии тока в дополнитель-

ной обмотке, должны быть равны нулю. В действительности этого не получается. Показания вольтметра V_1 значительны и их необходимо учитывать при определении величины э. д. с. E_{q2} и соответственно н.с. Зависимости $E_{\text{ост.}}$ от тока поперечной обмотки $I_{\text{по}}$ приведены на рис. 4, 5 для усилителей ЭМУ-12 АР и ЭМУ-5 ПМБ.

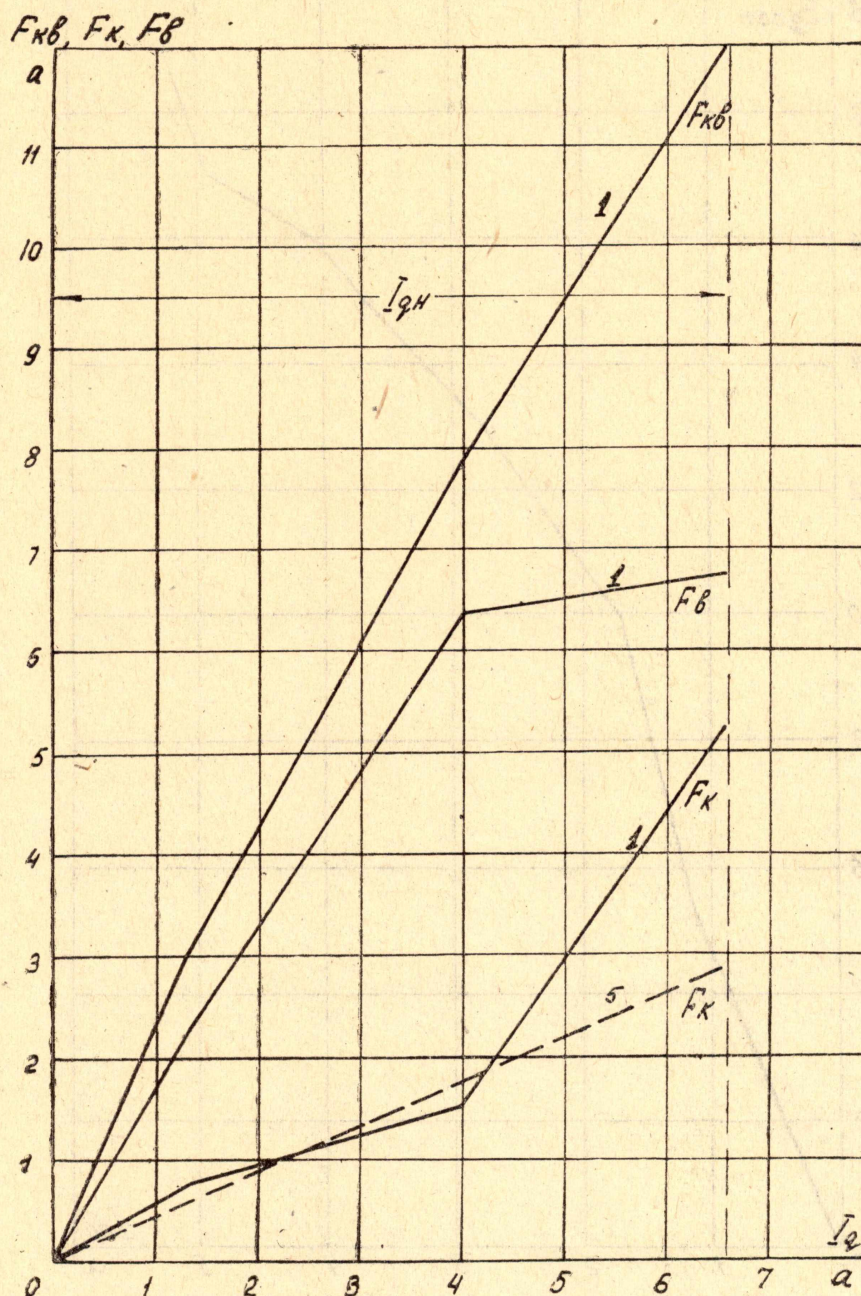


Рис. 3. Зависимости $F_{KB}, F_K, F_B = f(I_q)$ для ЭМУ-12ПМ;
1 — кривые, полученные по [1]; 5 — по [5].

Показания вольтметра V_1 обусловлены наличием магнитной несимметрии и смещением щеток с нейтрали. В результате появляется продольная составляющая от поперечного потока, создающая напряжение на поперечных щетках.

При испытаниях были сняты и построены зависимости $E_q = f(I_y)$ и $I_q = f(I_y)$. Это дает возможность проверить метод [4], который позволяет определить результирующую н.с. $F_{кв}$. Метод рекомендован для определения н.с. F_k от коммутационных токов в машинах нормального

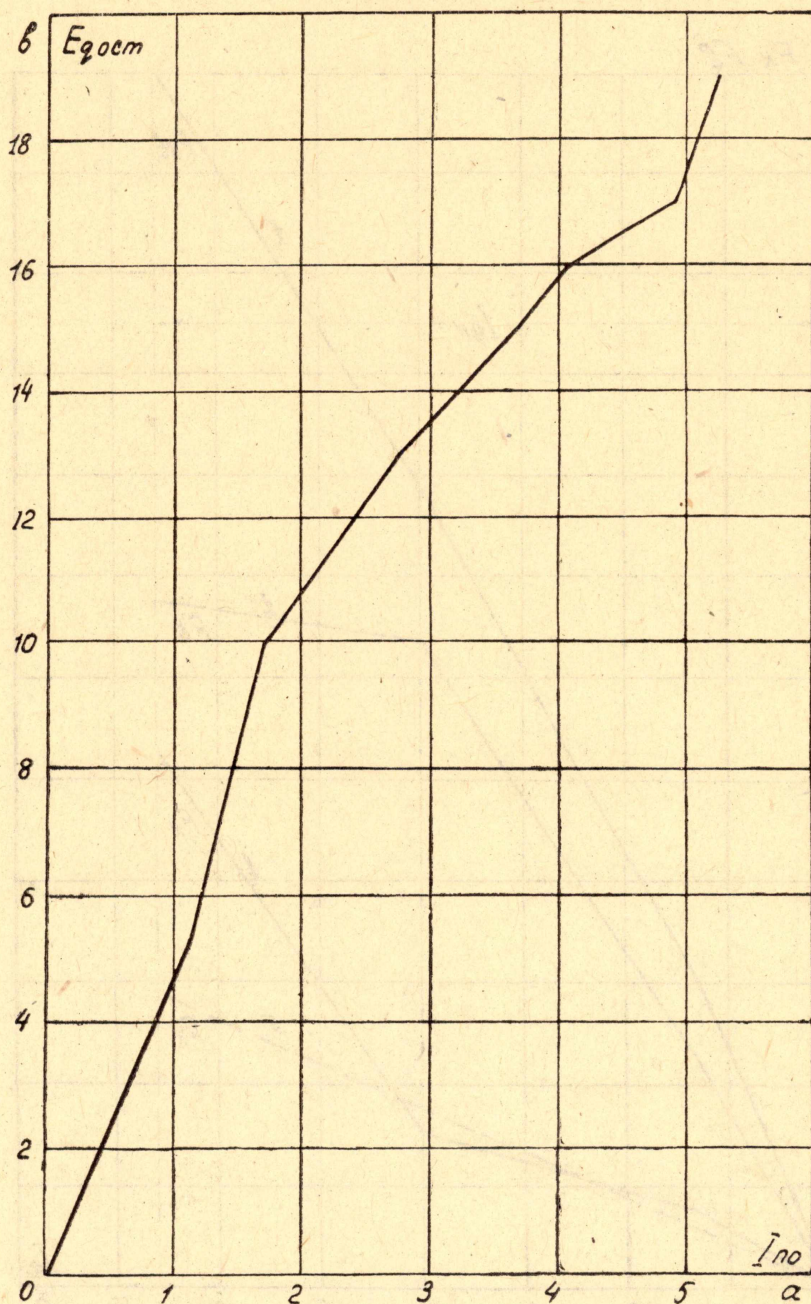


Рис. 4. Зависимость $E_{qост} = f(I_{по})$ при $I_y' = 0$ в ЭМУ-12АР.

исполнения средней и большой мощности, в которых можно пренебречь н.с. от вихревых токов. Метод [4] основан на использовании треугольника короткого замыкания, горизонтальный катет которого определяет н.с. F_k .

В ЭМУ с поперечным полем пренебречь н.с. от вихревых токов нельзя. Поэтому следует считать, что горизонтальный катет треугольника короткого замыкания определяет результирующую н.с. $F_{кв}$.

Зависимости $F_{кв} = f(I_q)$ по [4] полностью совпадают с [1]. Это говорит о том, что метод [4] применим и к ЭМУ с поперечным полем для определения н.с. $F_{кв}$.

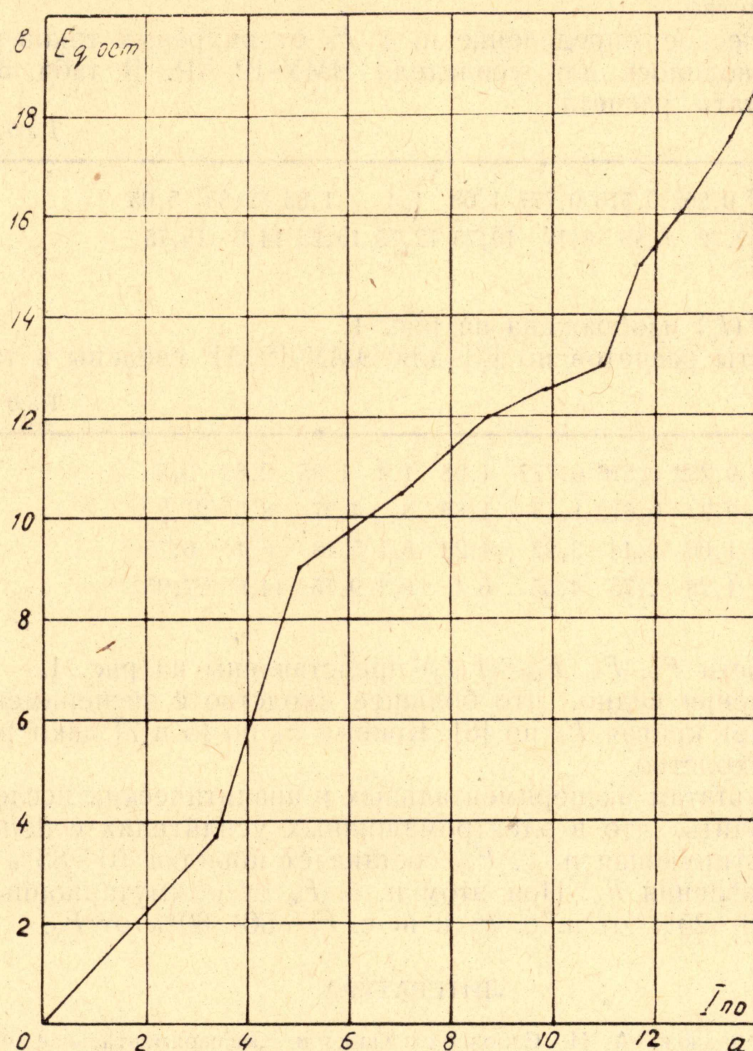


Рис. 5. Зависимость $E_{qост} = f(I_{по})$ при $I_y = 0$ в ЭМУ-5ПМБ.

Аналитическое определение F_k и F_v проводилось по методикам [5, 6, 7].

Результаты расчетов по методике [5] сведены в табл. 2.

Таблица 2

ЭМУ-12 АР	$I_{q,a}$	0,2 0,33 0,48 0,65 0,81 0,95 1,1 1,25 1,35 1,4
	$F_{k,a}$	0,545 0,9 1,31 1,77 2,21 2,59 3,0 3,405 3,68 3,82
ЭМУ-5 ПМБ	$I_{q,a}$	0,8 1,1 1,5 1,9 2,1 2,5 2,65 2,8 3 3,1
	$F_{k,a}$	0,952 1,31 1,78 2,26 2,5 2,98 3,15 3,33 3,57 3,69
ЭМУ-12 ПМ	I_q	0,5 1,0 1,3 2,0 2,5 3 3,5 4 5 6
	F_k	0,216 0,432 0,562 0,865 1,08 1,31 1,51 1,79 2,16 2,86

По расчетным данным построены кривые $F_k=f(I_q)$, изображенные на рис. 1, 2, 3. Сравнение этих кривых с экспериментальными по [1] в пределах номинальных значений тока I_q дает удовлетворительное сходство.

Аналитическое определение н. с. F_v от вихревых токов по методике [6] проводилось для усилителя ЭМУ-12 АР. В табл. 3. приведены результаты расчета.

Таблица 3

$I_{q,a}$	0,262	0,516	0,777	1,08	1,4	1,85	2,83	5,05
$F_{b,a}$	2,72	5,45	8,17	10,75	12,75	13,25	14,5	15,75

Кривая $F_v=f(I_q)$ изображена на рис. 1.

Результаты расчетов по [7] для ЭМУ-12 АР сведены в табл. 4.

Таблица 4

$I_{q,a}$	0,282	0,516	0,777	1,08	1,4	1,85	2,83	5,5
$F_{k,a}$	0,22	0,612	1,13	1,88	3	4,27	8,5	21,2
$F_{b,a}$	1,06	2,14	3,22	4,23	5,1	5,48	6,1	6,75
$F_{kb,a}$	1,28	2,75	4,35	6,1	8,1	9,75	14,6	27,95

Зависимости F_k , F_v , $F_{kv}=f(I_q)$ представлены на рис. 1.

Из сравнения видно, что большее сходство с экспериментальной кривой F_v дает кривая F_v по [6]. Кривые F_k по [5 и 7] дают примерно одинаковое сходство.

По результатам экспериментальных и аналитических исследований можно заключить, что в электромашинных усилителях с поперечным полем результирующая н. с. F_{kv} составляет порядка 70—85% от н. с. обмотки управления F_y . При этом н. с. F_k от коммутационных токов составляет 20—25% от н. с. F_y и н. с. F_v —50—60% от F_y .

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. А. Сердюк, А. И. Скороспешкин. Экспериментальное определение реакции коммутационных и вихревых токов в электромашинных усилителях с поперечным полем. Электромеханика, № 3, 1961.
2. В. И. Радин. Реакция коммутационных токов в ЭМУ с поперечным полем. Электричество, № 9, 1957.
3. М. И. Алябьев. Опытное определение коммутационной реакции в электромашинных усилителях с поперечным полем и в машинах постоянного тока. Электричество, № 2, 1952.
4. А. Я. Бергер. О реактивном треугольнике машин постоянного тока и его использовании для построения характеристик. Электричество, № 2, 1954.
5. А. И. Скороспешкин. К вопросу реакции коммутационных токов в ЭМУ с поперечным полем. Электромеханика, № 12, 1958.
6. Н. М. Якименко. ЭМУ как элемент регулирующей системы. Электричество, № 9, 1948.
7. Л. С. Эпштейн. Методика и теоретическое обоснование расчета ЭМУ. Тех. отчет ОБ 126000, 1953.