

УДК 621.313.

М. А. Ваганов, И. А. Пименова

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Влияние числа полюсов асинхронного двигателя, а также числа пазов статора и ротора на его оптимальную поперечную геометрию

Показано, что в рамках оптимальной поперечной геометрии число пар полюсов асинхронного двигателя существенно влияет на оптимальные значения относительного диаметра расточки статора и магнитной индукции в воздушном зазоре, а также на уровень использования активных материалов. При фиксированном числе пар полюсов рассмотрено влияние числа пазов статора на параметры оптимальной поперечной геометрии, а также влияние числа пазов ротора при данном числе пазов статора на оптимальную поперечную геометрию.

Асинхронный двигатель, число пар полюсов, числа пазов статора и ротора, оптимальные значения относительного диаметра расточки статора и магнитной индукции в воздушном зазоре, максимум использования активных материалов

В технической литературе по проектированию асинхронных двигателей практически отсутствуют теоретические исследования, выполненные в общем виде безотносительно к мощности асинхронных двигателей и связанные с оценкой влияния числа полюсов этих двигателей на их технико-экономические показатели. Приведенные в [1]–[6] практические рекомендации базируются главным образом на статистических данных, полученных по результатам анализа свойств и показателей существующих серий асинхронных двигателей, при проектировании которых использовалась все та же статистическая база данных, периодически пополняемая по мере создания новых двигателей. Но, к сожалению, не всегда рекомендации и практика

согласуются между собой. В качестве примера можно привести результаты анализа асинхронных двигателей серии 5А и АИР.

На рис. 1 и 2 графически представлены зависимости магнитной индукции B_δ в воздушном зазоре в функции мощности при $2p = 2$ и 4 соответственно.

Представленные зависимости имеют вид ломаных прямых, что свидетельствует об отсутствии достаточно четкого алгоритма выбора значений магнитной индукции в воздушном зазоре двигателей при переходе от одной мощности к другой. Хотя в целом прослеживается тенденция к снижению значений B_δ с возрастанием полезной мощности двигателей, что, впрочем, нахо-

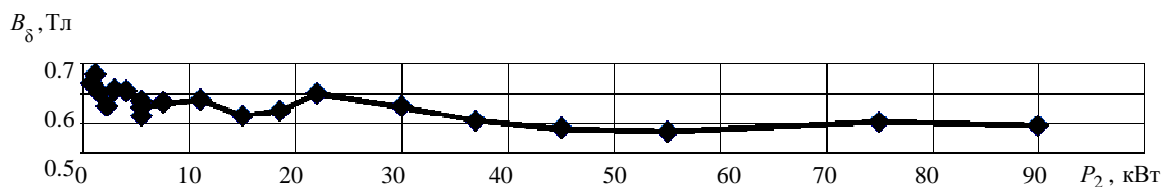


Рис. 1

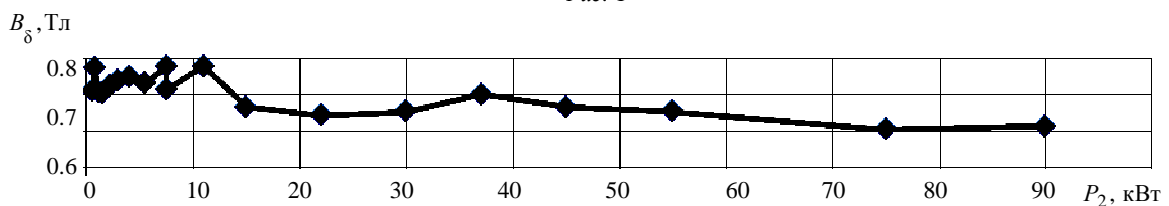


Рис. 2

дится в противоречии с общепринятыми рекомендациями [1]–[6]. При проектировании асинхронных двигателей указанных серий, по всей видимости, использовалось выражение машинной постоянной Арнольда:

$$C = \frac{8.6}{k_{об1} B_{\delta} A_1} = \frac{D_1^2 l_1 n_1}{S}, \quad S = \frac{P_2(1-c_1)}{\eta \cos \varphi_1}, \quad (1)$$

где D_1, l_1 – диаметр расточки и длина пакета стали статора; n_1 – синхронная скорость вращения, об./мин; S – расчетная мощность, В·А; B_{δ} – магнитная индукция в воздушном зазоре, Тл; A_1 – линейная нагрузка статора, А/м; $k_{об1}$ – обмоточный коэффициент обмотки статора; η – КПД; $\cos \varphi_1$ – коэффициент мощности; c_1 – коэффициент, учитывающий падение напряжения на сопротивлении обмотки статора при номинальной нагрузке.

При расчете первого варианта предварительно выбираем, например, в соответствии с рекомендациями числовые значения следующих шести величин: $A_1, B_{\delta}, k_{об1}, \eta, \cos \varphi_1$ и c_1 . Однако при этом сразу же возникают две задачи:

– формирование числовых значений исходных данных очередного варианта расчета, выбор новых числовых значений перечисленных величин;

– формирование критерия сравнения полученных результатов расчета нескольких вариантов и выбора лучшего из них с последующим формированием исходных данных нового варианта. Сложность состоит в том, что перечисленные величины в определенной степени взаимосвязаны и, кроме того, имеют разные весовые коэффициенты в смысле их влияния на итоговые показатели качества машины, тем более что η и $\cos \varphi_1$ сами по себе могут входить в перечень показателей качества или критериев оптимальности проектируемой машины.

На практике список неизвестных величин, значениями которых необходимо задаваться только для реализации выражения машинной постоянной, не ограничивается перечисленными ранее величинами ($A_1, B_{\delta}, k_{об1}, \eta, \cos \varphi_1$ и c_1), к ним следует также добавить при расчете асинхронного двигателя, еще четыре значения магнитных индукций в сердечниках статора и ротора B_{c1}, B_{c2} и в зубцах статора и ротора B_{z1}, B_{z2} , а также два значения для плотности тока в обмот-

ках статора j_1 и ротора j_2 . Итого имеем минимальный набор из 12 величин, числовые значения которых должны быть предварительно определены. Вполне очевидно, что вероятность удачного выбора их оптимальных значений с первого раза ничтожно мала и необходимо создавать специальные алгоритмы даже только для решения этой вспомогательной задачи.

Задача проектирования асинхронного двигателя существенно упрощается, если воспользоваться математической моделью, предложенной в [7], в состав которой входит функциональный множитель

$$F_{M*} = \frac{D_{1*}^4 j_1^2 B_{\delta}^2 \sqrt{k_{п1} k_{п2}}}{\sqrt{\left(k_{л1} l_1 + k_{\beta 1} \frac{D_{1*}}{p}\right) \left(l_1 + \frac{\pi D_{1*} k_j}{z_2 \sin \frac{\pi p}{z_2}}\right)}} \frac{1}{p}, \quad (2)$$

$$k_{п1} = \frac{1}{4} \left(k_{с. з1}^2 k'_{z1} + k_{ш. з1}^2 k''_{z1}\right),$$

$$k_{с. з1} = \left(\frac{1}{D_{1*}} - \frac{B_{\delta}}{p k_{c1} B_{c1}}\right) \sin \frac{\pi}{z_1} - \frac{\pi}{z_1} \frac{B_{\delta}}{k_{c1} B_{z1}},$$

$$k_{ш. з1} = \left(1 + 2h_{ш1*}\right) \sin \frac{\pi}{z_1} - \frac{\pi}{z_1} \frac{B_{\delta}}{k_c B_{z1}},$$

$$k'_{z1} = z_1 \frac{\frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{2}{z_1}\right) + \operatorname{ctg} \frac{\pi}{z_1}}{\left(1 + \sin \frac{\pi}{z_1}\right)^2},$$

$$k''_{z1} = z_1 \frac{\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{2}{z_1}\right) - \operatorname{ctg} \frac{\pi}{z_1}}{\left(1 - \sin \frac{\pi}{z_1}\right)^2},$$

$$k_{п2} = \frac{1}{4} \left(k_{ш. з2}^2 k'_{z2} + k_{с. з2}^2 k''_{z2}\right),$$

$$k_{ш. з2} = \left(1 - \frac{h_{ш2*}}{D_{2H*}}\right) \sin \frac{\pi}{z_2} - \frac{\pi}{z_2} \frac{B_{\delta}}{k_{c2} B_{z2}},$$

$$k_{с. з2} = \left(\frac{D_{2*}}{D_{2H*}} + \frac{B_{\delta}}{p k_{c2} B_{c2}}\right) \sin \frac{\pi}{z_2} - \frac{\pi}{z_2} \frac{B_{\delta}}{k_{c2} B_{z2}},$$

$$k'_{z2} = z_2 \frac{\frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{2}{z_2}\right) + \operatorname{ctg} \frac{\pi}{z_2}}{\left(1 + \sin \frac{\pi}{z_2}\right)^2},$$

$$k''_{z2} = z_2 \frac{\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{2}{z_2}\right) - \operatorname{ctg} \frac{\pi}{z_2}}{\left(1 - \sin \frac{\pi}{z_2}\right)^2},$$

$$D_{2H*} = D_{2H}/D_{1H}, \quad D_{2*} = D_2/D_{1H},$$

$$h_{ш1*} = h_{ш1}/D_{1H}, \quad h_{ш2*} = h_{ш2}/D_{1H}.$$

Коэффициенты $k_{п1}$ и $k_{п2}$ описывают зубцовые зоны статора и ротора двигателя и определяются для пазов статора и ротора овальной формы соответствующими выражениями. В этих выражениях B_{31}, B_{c1} и B_{32}, B_{c2} – магнитные индукции в зубцах и сердечниках статора и ротора соответственно; $D_{2н}$ и $D_{2н*}$ – наружный диаметр пакета стали ротора и его относительное значение соответственно; D_2 и D_{2*} – внутренний диаметр пакета стали ротора и его относительное значение соответственно; $h_{ш1}, h_{ш2}$ и $h_{ш1*}, h_{ш2*}$ – высоты шлицов пазов статора и ротора и их относительные значения соответственно; z_1 и z_2 – числа пазов статора и ротора соответственно; k_{c1} и k_{c2} – коэффициенты заполнения пакетов стали статора и ротора соответственно.

Функция F_{M*} содержит всю информацию, характеризующую взаимосвязи между физическими величинами, определяющими преобразование энергии в асинхронном двигателе, и необходимую для его расчета. На первый взгляд, в сравнении с выражением (1), описывающим машинную постоянную, выражение (2) для функции F_{M*} кажется гораздо более сложным. Но внешняя простота выражения (1) связана с тем, что оно в части, касающейся размеров, достаточно точно описывает лишь ротор асинхронного двигателя, в то время как статор учитывается только косвенно через его линейную нагрузку и магнитную индукцию в воздушном зазоре, а также в какой-то мере через расчетную мощность, передаваемую через статор. Это значит, что в выражении машинной постоянной реальный асинхронный двигатель, представляющий собой в действительности замкнутую электромеханическую систему, описывается как система разомкнутая, чем и вызвана математическая неопределенность решения задачи его проектирования.

Несмотря на внешнюю сложность выражения (2), его практическая реализация не вызывает никаких затруднений. Хотя данное выражение с учетом выражений для коэффициентов $k_{п1}$ и $k_{п2}$ содержит значительное количество величин, они достаточно четко связаны между собой физически или геометрически. Прежде всего, если при расчете в качестве критерия принять степень использования материалов в объеме активного ядра

двигателя, то функция F_{M*} имеет максимум в плоскости двух независимых переменных D_{1*} и B_{δ} . Задача поиска максимума достаточно просто решается с помощью стандартных пакетов, например MathCad. В результате получаем конкретные числовые значения для указанных величин, предполагая, что число пар полюсов p двигателя известно. Остаются пока что неопределенными значения чисел пазов статора z_1 и ротора z_2 , а также значения магнитных индукций B_{31}, B_{c1} и B_{32}, B_{c2} . Выбор значений этих четырех индукций рассмотрен подробно с соответствующим обоснованием в [8].

Теперь можно выполнить частный анализ функционального множителя относительно числа пазов статора и ротора и числа пар полюсов двигателя, т. е. оценить влияние перечисленных величин на оптимальную поперечную геометрию асинхронного двигателя.

Для каждого из чисел пар полюсов были приняты рекомендуемые значения чисел зубцов статора z_1 и соответствующие им рекомендуемые значения чисел зубцов ротора z_2 . Что же касается числа пазов ротора, то во всех случаях расчеты выполнялись только для пары их граничных (т. е. минимальных и максимальных) значений для каждого числа зубцов статора. Такой выбор был обусловлен тем, что, как показали расчеты, соответствующие зависимости в таких интервалах оказались монотонными. Для подтверждения этого был выполнен ряд расчетов и, в частности, для коэффициентов $k_{п1}$ и $k_{п2}$.

На рис. 3, а–е, представлены графически зависимости для коэффициента $k_{п1} = f(z_1)$, характеризующего площадь овальных пазов статора, при значениях числа пар полюсов двигателя $p = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ соответственно и для двух наборов фиксированных значений магнитных индукций на участках магнитной системы двигателя, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Номер набора	$B_{31},$ Тл	$B_{c1},$ Тл	$B_{32},$ Тл	$B_{c2},$ Тл
1	1.7	1.5	1.7	1.2
2	1.8	1.6	1.8	1.3
3	1.9	1.7	1.9	1.4
4	2.0	1.8	2.0	1.5

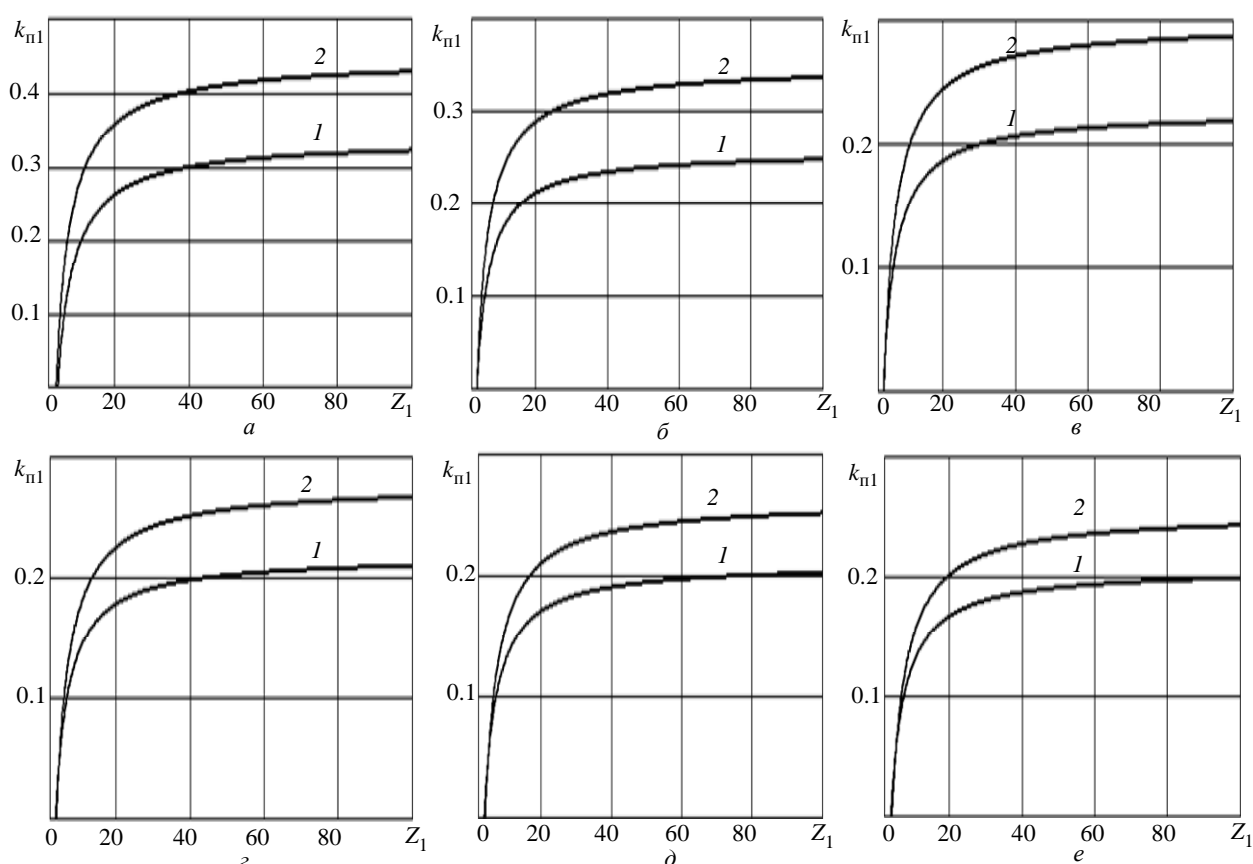


Рис. 3

Прежде всего, следует обратить внимание на общий характер представленных зависимостей. Увеличение числа пазов статора z_1 сопровождается возрастанием коэффициента $k_{п1}$, т. е. суммарной площади пазов статора. При этом скорость нарастания $k_{п1}$ быстро снижается с увеличением z_1 .

Кривые 1 соответствуют первой строке табл. 1, а кривые 2 – четвертой строке, т. е. большим значениям магнитных индукций на участках магнитной цепи двигателя. Увеличение значений магнитных индукций в зубцах и сердечниках статора и ротора сопровождается увеличением полной площади пазов статора и ротора (все кривые 2 располагаются выше кривых 1).

Возрастание числа полюсов приводит к уменьшению площади пазов статора (обе кривые смещаются вниз) с одновременным сближением кривых 1 и 2, т. е. при повышении числа полюсов ослабевает влияние магнитных индукций на площадь пазов статора.

Результаты расчетов, позволяющих оценить влияние числа пазов статора и ротора и числа пар

полюсов асинхронного двигателя на его оптимальную поперечную геометрию представлены в табл. 2. По существу, рассматривается влияние z_1 , z_2 и p на оптимальные значения относительного диаметра расточки статора D_{1*m} и магнитной индукции в воздушном зазоре $B_{\delta m}$, а также на максимум F_{M*m} функции момента F_{M*} , определяющей степень использования активных материалов двигателя в предположении, что длина пакета стали статора фиксирована.

В табл. 2 в первом столбце указаны значения числа пар полюсов p , во втором и третьем столбцах даны значения z_1 и z_2 , в столбцах 4–6 и 7–9 имеем значения для величин D_{1*m} , $B_{\delta m}$, F_{M*m} , причем эти значения в данных столбцах рассчитаны для магнитных индукций в первой и четвертой строчках табл. 1 соответственно.

Из табл. 2 видно, что в асинхронных двигателях независимо от числа пар полюсов при увеличении числа пазов статора оптимальное значение относительного диаметра расточки статора слегка возрастает. При этом в двух- и четырехполюсных

Таблица 2

$2p$	z_1	z_2	D_{1*m} , о. е.	$B_{\delta m}$, Тл	$F_{M*m} \cdot 10^{-3}$, Тл ²	D_{1*m} , о. е.	$B_{\delta m}$, Тл	$F_{M*m} \cdot 10^{-3}$, Тл ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2	18	15	0,6221	0,4827	1,6583	0,6179	0,5948	2,4522	
		22	0,6187	0,4913	1,7271	0,6146	0,6046	2,5493	
	24	15	0,6280	0,4823	1,7217	0,6237	0,5939	2,5433	
		32	0,6223	0,4962	1,8387	0,6182	0,6099	2,7079	
	30	38	0,6251	0,4976	1,8951	0,6209	0,6114	2,7883	
	36	26	0,6293	0,4927	1,8815	0,6251	0,6056	2,7700	
		46	0,6267	0,4990	1,9375	0,6225	0,6128	2,8485	
	42	32	0,6299	0,4952	1,9251	0,6256	0,6083	2,8317	
		52	0,6280	0,4997	1,9655	0,6238	0,6135	2,8883	
	48	38	0,6304	0,4968	1,9564	0,6261	0,6102	2,8760	
58		0,6289	0,5002	1,9870	0,6247	0,6140	2,9189		
4	24	16	0,6491	0,8063	3,0859	0,6483	0,9638	4,4009	
		26	0,6538	0,8027	3,2543	0,6532	0,9585	4,6341	
	36	46	0,6532	0,8039	3,3077	0,6527	0,9596	4,7072	
		34	0,6563	0,8004	3,3281	0,6557	0,9555	4,7363	
	48	64	0,6558	0,8013	3,3712	0,6554	0,9562	4,7951	
		50	0,6577	0,7992	3,3848	0,6572	0,9538	4,8146	
	60	74	0,6575	0,7996	3,4047	0,6570	0,9540	4,4170	
		62	0,6587	0,7982	3,4149	0,6582	0,9525	4,8562	
	72	86	0,6585	0,7985	3,4286	0,6581	0,9526	4,8748	
		26	0,6901	0,8656	3,3405	0,6918	1,0162	4,6711	
6	36	46	0,6901	0,8665	3,3922	0,6917	1,0174	4,7436	
		44	0,6940	0,8619	3,4477	0,6957	1,0121	4,8210	
	54	68	0,6940	0,8621	3,4705	0,6957	1,0124	4,8531	
		56	0,6960	0,8597	3,4913	0,6977	1,0096	4,8820	
	72	88	0,6960	0,8599	3,5093	0,6977	1,0099	4,9072	
		74	0,6972	0,8585	3,5213	0,6989	1,0082	4,9240	
	90	80	0,6972	0,8585	3,5241	0,6989	1,0082	4,9279	
		104	0,6972	0,8585	3,5241	0,6989	1,0083	4,9388	
	8	48	36	0,7218	0,8589	3,1336	0,7236	1,0056	4,3550
			64	0,7218	0,8602	3,1698	0,7236	1,0073	4,4065
72		56	0,7250	0,8568	3,2053	0,7268	1,0034	4,4560	
		90	0,7250	0,8574	3,2240	0,7268	1,0041	4,4822	
84		66	0,7259	0,8562	3,2250	0,7277	1,0027	4,4836	
		104	0,7259	0,8566	3,2400	0,7277	1,0032	4,5046	
96		78	0,7266	0,8557	3,2405	0,7284	1,0021	4,5053	
		113	0,7266	0,8560	3,2511	0,7284	1,0025	4,5201	
10		60	44	0,7436	0,8472	2,8552	0,7452	0,9919	3,9599
			76	0,7437	0,8486	2,8827	0,7453	0,9936	3,9983
	90	68	0,7464	0,8460	2,9098	0,7480	0,9906	4,0360	
		106	0,7464	0,8467	2,9238	0,7480	0,9914	4,0557	
	120	102	0,7477	0,8455	2,9386	0,7493	0,9900	4,0764	
		56	0,7592	0,8377	2,5989	0,7606	0,9811	3,6008	
12	72	88	0,7593	0,8387	2,6164	0,7606	0,9824	3,6252	
		68	0,7606	0,8371	2,6221	0,7620	0,9804	3,6331	
	90	106	0,7607	0,8379	2,6358	0,7620	0,9814	3,6522	
		86	0,7616	0,8368	2,6400	0,7630	0,9802	3,6580	
	108	130	0,7616	0,8374	2,6498	0,7630	0,9809	3,6717	

двигателях при фиксированном числе пазов статора возрастание числа пазов ротора имеет своим следствием незначительное снижение D_{1*m} , в то время как при $2p \geq 6$ число пазов ротора совершенно не влияет на D_{1*m} оптимальное значение магнитной индукции в воздушном зазоре двига-

теля незначительно возрастает. Что же касается оптимального значения магнитной индукции в воздушном зазоре $B_{\delta m}$, то в двух полюсных двигателях повышение z_1 сопровождается некоторым возрастанием $B_{\delta m}$, а при $2p \geq 4$ наоборот

Таблица 3

Источник информации	Число полюсов $2p$					
	2	4	6	8	10	12
Рекомендации	0.52...0.57	0.64...0.68	0.70...0.72	0.74...0.77	0.74...0.77	0.74...0.77
Серия 4А	0.54...0.58	0.62...0.68	0.65...0.73	0.65...0.73	0.65...0.73	0.65...0.73
Теория	0.62...0.63	0.649...0.659	0.690...0.697	0.722...0.727	0.744...0.748	0.759...0.762

повышение z_1 приводит к уменьшению $B_{\delta m}$. При фиксированном числе пазов статора независимо от числа полюсов двигателя магнитная индукция $B_{\delta m}$ слегка возрастает. Максимум функции момента F_{M^*m} возрастает как при увеличении z_1 , так и при увеличении z_2 независимо от $2p$.

Рассмотрим влияние числа полюсов $2p$ асинхронного двигателя на оптимальное значение относительного диаметра расточки статора D_{1^*m} . Средние значения D_{1^*m} относительно числа пазов статора при фиксированном значении $2p$ представлены в табл. 3. В качестве источника информации были взяты рекомендации из [5], технические данные по асинхронным двигателям серии 4А из [9] и соответствующие значения из табл. 2 (теория).

Из табл. 3 видно, что значения D_{1^*m} , полученные на базе предлагаемой математической модели, лишь незначительно отличаются как от рекомендуемых, так и от реальных значений, соответствующих двигателям серии 4А, и, в целом, располагаются между ними, что свидетельствует о достаточно хорошей адекватности модели и реальных двигателей. Причем теоретические значения D_{1^*m} имеют более узкий диапазон их изменения. Теоретические значения D_{1^*m} практически совпадают с рекомендуемыми за исключением двухполюсных двигателей, имеющих несколько меньшие значения D_{1^*m} .

На рис. 4 графически представлена зависимость $B_{\delta m} = f(p)$, характеризующая влияние числа полюсов асинхронного двигателя на оптимальное значение $B_{\delta m}$ магнитной индукции в воздушном зазоре и построенная по данным табл. 2. Кривые соответствуют четырем значениям набора магнитных индукций из табл. 1. Зависимость имеет несколько своеобразный вид, принципиально отличающийся от соответствующих реко-

мендаций [4]–[6]. Своеобразие заключается в наличии максимума этой величины для шести-полюсных двигателей, в то время как существующая практика электромашиностроения предполагает монотонное повышение значений магнитной индукции в воздушном зазоре с увеличением числа полюсов. При повышении магнитных индукций на участках магнитной цепи двигателя кривые перемещаются вверх, т. е. оптимальные значения магнитной индукции в воздушном зазоре возрастают.

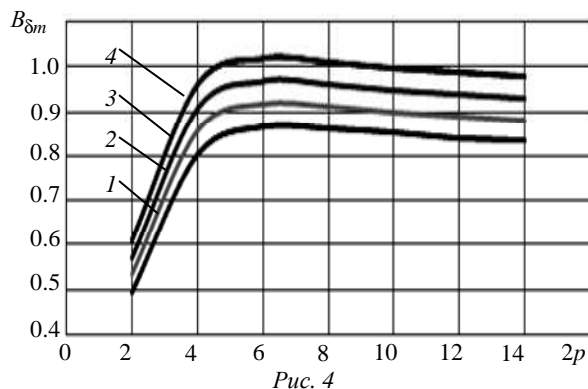


Рис. 4

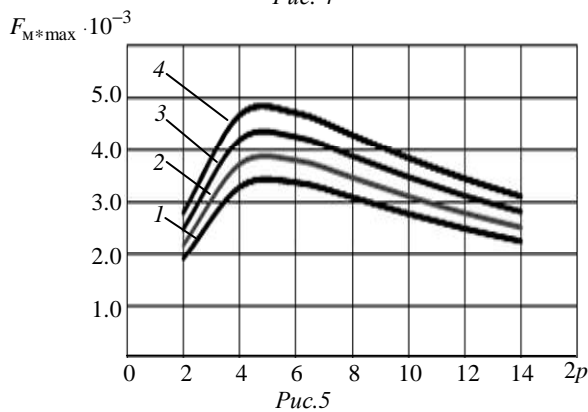


Рис. 5

Наглядное представление о степени влияния числа полюсов двигателя на оптимальное значение F_{M^*max} функции момента F_{M^*} дают кривые, представленные на рис. 5 и соответствующие четырем строкам табл. 1. Эта зависимость также имеет максимум относительно числа полюсов. Физически это означает, что четырех- и шести-полюсные асинхронные двигатели имеют наилучшее использование материалов в объеме активного ядра. Традиционно считается, что снижение

синхронной скорости вращения асинхронного двигателя сопровождается снижением мощности, приходящейся на единицу его активного объема.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Число пазов статора и ротора при фиксированном числе полюсов двигателя практически не влияет на оптимальные значения относительного диаметра расточки статора и магнитной индукции в воздушном зазоре, в то время как с увеличением числа пазов статора максимум функции момента

повышается, но это влияние быстро ослабевает по мере возрастания числа полюсов.

2. Полученные теоретическим путем значения оптимального диаметра расточки статора практически совпадают с рекомендуемыми.

3. Магнитная индукция в воздушном зазоре двигателя имеет максимум при $2p = 6$.

4. Наилучшее использование активных материалов имеют четырех и шести полюсные асинхронные двигатели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постников И. М. Проектирование электрических машин. Киев: Гос. изд-во техн. лит. УССР, 1960. 910 с.
2. Ермолин Н. П. Электрические машины малой мощности. М.: Высш. шк., 1967. 503 с.
3. Шуйский В. П. Расчет электрических машин. Л.: Энергия, 1968. 730 с.
5. Сергеев П. С., Виноградов Н. В., Горяинов Ф. А. Проектирование электрических машин. М.: Энергия, 1969. 632 с.
6. Копылов И. П. Проектирование электрических машин. М.: Энергия, 1980. 495 с.
7. Гольдберг О. Т., Гурин Я. С., Свириденко И. С. Проектирование электрических машин. М.: Высш. шк., 2001. 430 с.
8. Ваганов М. А., Пантюхов Д. С. Оптимальное значение магнитной индукции в воздушном зазоре асинхронного двигателя // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2010. № 2. С. 31–38.
9. Ваганов М. А., Пименова И. А. Оптимальные значения магнитных индукций в магнитной цепи асинхронных двигателей // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. № 10. С. 38–44.
10. Копылов И. П., Клоков Б. К. Справочник по электрическим машинам: в 2 т. Т. 2. М.: Энергоатомиздат, 1989. 688 с.

M. A. Vaganov, I. A. Pimenova
Saint-Petersburg state electrotechnical university «LETI»

INFLUENCE OF THE NUMBER OF POLES OF THE INDUCTION MOTOR, AND THE NUMBER OF PAS CALL OF THE STATOR AND ROTOR AT ITS OPTIMUM TRANSVERSE GEOMETRY

It was shown that under optimal geometry of the transverse pole pair number of the induction motor substantially affect the optimal values of the relative diameter of the stator bore, and the magnetic induction in the air by-set, as well as the level of utilization of active materials. For a fixed number of pole pairs consider the influence of stator slots on the parameters of the optimal transverse geometry, as well as the influence of the number of rotor slots for a given number of slots of the stator to the optimum transverse geometry.

An induction motor, the number of pole pairs of the stator and rotor slots, the optimum value of the relative diameter of the bore of the stator and the magnetic induction in the air gap, the maximum utilization of the active material