ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

Єгоров Олексій Борисович

РІЗНІ СХЕМИ УВІМКНЕННЯ ОБМОТОК ОДНОФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ІХ ПАРАМЕТРІВ

05.09.01 - електричні машини

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Харків-1995

ЛННБ України ім.В.Стефаника
00777462 (X)

АВ31.07.1

Дисертація є рукопис.

Робота виконана у Акціонерному товаристві "Укрелектромаш" та у Харківській державній академії міського господарства.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Фінкельштейн
Володимир Борисович.

Офіційні опоненти – доктор технічних наук, професор
Новиков
Юрій Дмитрович;
– кандидат технічних наук
Ковальов
Павло Павлович.

Провідна організація – НВО "Електроважмаш", м. Харків.

Захист дисертації відбудеться "16" 03 1995 р. на засіданні спеціалізованої вченої ради К 068.39.04 у Харківському державному політехнічному університеті (310002, м.Харків, вул. Фрунзе, 21).

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці університету.

Автореферат розісланий 14.02 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Клименко Б.В.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

АВ-31.874

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Важливим фактором поліпшення техніко-економічних показників однофазних асинхронних двигунів (ОАД) є підвищення якості проектування на основі поглибленого аналізу співвідношень різних параметрів обмоток, фазозсувних елементів, активних частин статора та ротора.

Існуючі методики, що застосовуються у практиці проектування, в своїй більшості не враховують обмеження, які накладаються при розробках ОАД при наявності технологічних, економічних та інших міркувань.

При цьому у всіх методиках враховується, що найбільший коефіцієнт корисної дії (ККД), $\cos\varphi$ мають місце при нульовому значенні струма зворотньої послідовності. У методиках, що використовуються для розрахунку параметрів обмоток та ємності робочого конденсатора, припускають, що розробник має у своєму розпорядженні обмоточні провідники та конденсатори у необмеженому номенклатурному діапазоні. З іншого боку, в існуючих методиках по проектуванню ОАД не дано практичних порад для врахування технологічних погрішностей при опрацюванні дослідних зразків на стадії експерименту. Усе це обумовлює помітні погрішності при проектуванні ОАД, не дає можливості досягнути максимально можливо високі енергетичні характеристики.

У дисертації узагальнені результати досліджень, які проводились під час розробок нових серій ОАД та електродвигунів для побутової та медичної техніки у АТ "Укрелектромаш".

Мета роботи. Метою даної праці є розробка нових методик

та алгоритмів визначення оптимальних параметрів головної та допоміжної обмоток, ємності робочого та пускового конденсаторів при обмеженнях, що накладає технологія та економіка сучасного виробництва. Також завданням праці є вивчення нетрадиційних схем увімкнення обмоток ОАД з метою підвищення кратності пускового моменту. Для досягнення цього були поставлені та вирішені такі завдання:

- розробка методик визначення оптимального коефіцієнту трансформації при незмінних інших параметрах ОАД;

- аналіз взаємовпливу теплових режимів головної та допоміжної обмоток на їх перегрів;

- дослідження залежності характеристик ОАД від співвідношення пазів на полюс та фазу головної та допоміжної обмоток;

- розробка методик проведення уточнення параметрів ОАД на стадії експериментальних досліджень;

- визначення заходів по підвищенню кратності пускового моменту для ОАД з нетрадиційними схемами увімкнення обмоток статора.

Методи досліджень. Поставлені завдання вирішувалися методами фізичного та математичного моделювання з використанням ЕОМ.

Наукова новизна міститься:

- у розробках методик та алгоритмів розрахунку коефіцієнта трансформації та ємності робочого конденсатора при обмеженні інших параметрів ОАД та експериментального уточнення їх величин;

- у розробках нових методик визначення оптимальних величин ємності пускового конденсатора та активного опіру дви-

гунів з нетрадиційним увімкненням обмоток статора;

- у рекомендаціях по вибіру різних чисел пазів на полюс та фазу для головної та допоміжної обмоток;

- у врахунку взаємовпливу електричних втрат головної та допоміжної обмоток на їх перегрів;

- у розробках методик по визначенню оптимального магнітного потоку на стадії електромагнітних розрахунків та уточнення його при експериментальному доведенні дослідних зразків ОАД;

- у рекомендаціях по підвищенню кратності пускового моменту ОАД з нетрадиційними схемами увімкнення обмоток статора.

Практична цінність. Практична цінність роботи полягає в тому, що результати проведених досліджень доведені до впроваджених практичних розробок, що дозволило досягнути економічного ефекту у розмірі одинадцяти мільярдів карбованців у 1994 році; алгоритми реалізовані у вигляді програмних модулів, використання яких дозволило:

- скоротити час та матеріальні витрати при проектуванні нових серій ОАД;

- розробити ряд двигунів з покращеними економічними та технічними показниками, що дало позитивний ефект у масовому виробництві;

- у деяких випадках, коли економічно невигідно застосування конденсаторів, укомплектувати ОАД з позисторною схемою пуску, що дозволило підвищити кратність пускового моменту.

Реалізація результатів роботи. Реалізацію результатів роботи здійснено за рахунок використання нових рішень у практиці проектування ОАД. У АТ "Укрелектромаш" впровадже-

но:

- розробку нової серії ОАД з частотою обертання 3000 та 1500 об/хв, потужністю від 0,75 до 1,5 кВт (ТУУ 3.08-002I3799-052-94);

- модернізацію двигунів для насоса БЦ-1.1-18, що дозволило зменшити масо-габаритні показники при збереженні енергетичних параметрів (ТУ 16-062.021-85);

- розробку нових побутових насосів на рівні кращих світових аналогів (ТУ 3.06 України 002-94).

Достовірність основних положень. Достовірність основних положень підтверджується експериментальними дослідженнями та збігом результатів розрахунку та досліду розроблених ОАД.

Апробація роботи. Головні положення та результати роботи докладалися на щорічних конференціях кафедри електричних машин ХДПУ (ХПІ) та на двох міжнародних науково-технічних конференціях "Комп'ютер: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я" (Харків, Україна - Мішкольц, Угорщина) 1993, 1994 рр.

Публікації. За темою дисертаційних досліджень вийшло 5 друкованих робіт.

Структура роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох глав, заключення, списка літератури й додатку.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі показана актуальність теми, зроблено огляд наукової літератури, сформульовано мету та основні завдання дисертації.

У першій главі подано аналіз існуючих ОАД, розглянуто

схеми увімкнення обмоток статора. Розглянуті особливості проектування ОАД, які пов'язані з відносно невеликими розмірами активних частин, несиметрією магнітного поля у повітряному зазорі, підвищеним впливом додаткових і механічних втрат на ККД. Проаналізовані численні наукові роботи Кисленко В.І., Оноприча В.П., Лопухіної Є.М., Семенчукова Г.А., Сомхіни Г.С., Адаменко А.І. та інших, які присвячені питанням оптимізації головних параметрів обмоток, ємності конденсатора, розмірів ротора і статора. За критерій оптимальності у цих роботах та у дисертації прийняті головні енергетичні показники: ККД, COSf, плин, кратність пускового моменту. Виявлені недоліки методик, які описані у знайомій літературі. Поперш за все, не враховуються технологічні та економічні обмеження, які накладаються у ході розробки ОАД. Це дискретність діаметрів обмоточних проводів, недостатня номенклатура ємностей промислових конденсаторів. Також зроблено висновок, що у сучасному виробництві необхідно вести розробку ОАД із застосуванням існуючих розкрійів роторів та статорів трифазних двигунів. Це значно уніфікує виробництво, дає можливість у залежності від попиту легко переходити від виробництва трифазних двигунів до однофазних та навпаки.

Проаналізовано вплив технологічних відхилень матеріалів, ємностей конденсаторів, чисел витків обмоток на вихідні характеристики двигунів. У підсумку запропоновані граничні відхилення ємностей конденсаторів, розмірів активної частини, чисел витків у фазах від значення їх у конструкторській документації (табл.1).

Таблиця 1

Параметр	Величина відхилення, %
Число витків обмотки статора, W	2,0
Ємність робочого конденсатора, $C_р$	10,0
Ємність пускового конденсатора, $C_п$	15,0
Довжина пакета статора, L_s	2,0
Повітряний зазор	10,0
Еквівалентний опір обмотки ротора	15,0

У другій главі розглядається методика розрахунку оптимального магнітного потоку, виходячи з мінімального значення струму мережі. Виявлено, що найбільший ККД двигуна є при мінімумі споживаємого струму. Тому завдання по знаходженню оптимального потоку зводиться до знаходження такої ЕДС, за якою струм мережі має мінімальне значення. Вирішення цього завдання розбивається на два етапи: визначення плину при даній ЕДС та визначення споживаємого струму I. У підсумку ітераційного розрахунку визначається таке значення ЕДС, при якій струм найменший. Під час розгляду цього питання виведена залежність плину (S) від ЕДС (E) для однофазних двигунів, яка не зустрічається у відомій науковій літературі:

$$\frac{P2}{1,028*n_c*(1-S)} = 0,016\frac{m*p}{f}R_2*\left(\frac{S(E/\frac{R_2}{S} + jX_2/)^2}{(R_2^2 + (S*X_2)^2)(A/\frac{R_2}{S}+j(X_2+X_m)/)^2} - \right.$$

$$\left. - \frac{2(E/\frac{R_2}{2} + j(X_2 + X_m)/)^2}{(R_2^2 + 4X_2^2)(A/\frac{R_2}{2} + j(X_2+X_m)/)^2}\right) - \frac{P_{мех}}{1,028*n_c}, \quad (1)$$

де n_c – синхронна частота обертів, $хв^{-1}$;

m – число фаз;

p – число пар полюсів;

P_2 – корисна потужність, кВт;

f – частота мережі, Гц;

R_2 – активна частина опіру ротору, Ом;

X_2 – індуктивна частина опіру ротору, Ом;

X_m – опір магнітного контуру, Ом;

$P_{мех}$ – механічні втрати, кВт.

Враховуючи те, що у виробництві часто накладається обмеження по використанню різних діаметрів обмоточних провідників, розробленаметодіка розрахункового визначення оптимальної ємності робочого конденсатора при фіксованому значенні коефіцієнту трансформації (К). За критерій оптимальності вибрано найменьше значення струму зворотньої послідовності. При цьому поле двигуна є найближчим до кругового. Значення оптимальної ємності визначається за рішенням рівняння (2) другого ступеню відносно X_c:

$$A*X_c^2 + B*X_c + C = 0. \quad (2)$$

рішенням цього рівняння є

$$X_{c1,2}=\frac{-B\mp\sqrt{B^2-4*A*Q}}{2*A}$$

де $A=-2K^2(X_{a1}(R_{a2}^2+X_{a2}^2)+X_{a2}(R_{a1}^2+X_{a1}^2))+K(R_{a1}+X_{a1})((X_{a1}+X_{a2})^2+(R_{a1}+R_{a2})^2)$;

$B=K^2(R_{a1}^2+X_{a1}^2)(4K^2(R_{a2}^2+X_{a2}^2)-(K^2+1)((X_{a1}+X_{a2})^2+(R_{a1}+R_{a2})^2)$;

$Q=2K^4((K^2+1)(R_{a1}^2+X_{a1}^2)(X_{a1}(R_{a2}^2+X_{a2}^2)+X_{a2}(R_{a1}^2+X_{a1}^2))-2K(X_{a1}+R_{a1})(R_{a1}^2+X_{a1}^2)(R_{a2}^2+X_{a2}^2))$;

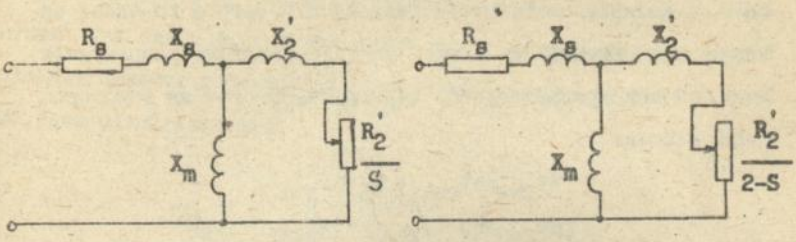
відповідно до схеми заміщення (мал.1):

$$R_{a1}=R_s+\frac{\frac{R_2'}{S}*X_m*(X_2'+X_m)-\frac{R_2'}{S}*X_2'*X_m}{(\frac{R_2'}{S})^2+(X_2'+X_m)^2};$$

$$R_{a2}=R_s+\frac{\frac{R_2'}{2-S}*X_m*(X_2'+X_m)-\frac{R_2'}{2-S}*X_2'*X_m}{(\frac{R_2'}{2-S})^2+(X_2'+X_m)^2};$$

$$X_{a1}=X_s+\frac{(\frac{R_2'}{S})^2*X_m+X_2'*X_m*(X_2'+X_m)}{(\frac{R_2'}{S})^2+(X_2'+X_m)^2};$$

$$X_{a2}=X_в+\frac{(\frac{R_2'}{2-S})^2*X_m + X_2'*X_m*(X_2'+X_m)}{(\frac{R_2}{2-S})^2+(X_2' + X_m)^2}.$$



Пряма послідовність Зворотня послідовність

Мал.1

Другим обмеженням, яке може накладатися у ході проектування ОАД, є дискретність ряда ємностей конденсаторів, що випускає промисловість. Тому необхідно визначити коефіцієнт трансформації (К) при відомому та фіксованому опіру ємності конденсатору (X_c) так, щоб ОАД мав би найкращі енергетичні показники. У дисертації це завдання вирішено за прийнятим критерієм оптимальності - наймен шим струмом зворотньої послідовності. Для визначення коефіцієнту трансформації (К) вирішується рівняння (3) відносно К:

$$F(A^2+B^2)-4K*P(A(R_{a1}*R_{a2}-X_{a1}*X_{a2})+B(R_{a1}*X_{a2}+R_{a2}*X_{a1}))=0, \quad (3)$$

де $A=2*K^2*(R_{a1}*R_{a2} - X_{a1}*X_{a2}) + X_c*(X_{a1} + X_{a2})$;

$B=2*K^2*(R_{a1}*X_{a2} + X_{a1}*R_{a2}) - X_c*(R_{a1} + R_{a2})$;

$F=2K^3*(R_{a1}^2 + X_{a1}^2) + K(R_{a1}^2 + X_{a1}^2 - 2X_{a1}*X_c) - X_c*R_{a1}$;

$F=(K^4 + K^2)(R_{a1}^2 + X_{a1}^2) - 2K*X_c*(R_{a1} + X_{a1}) + X_c$.

У роботі розглянуто взаємовплив електричних втрат головної та допоміжної обмоток на їх нагрів. Для різних схем обмоток ОАД визначені коефіцієнти взаємовпливу, які дозволяють з достатньою точністю визначити перегрів головної та допоміжної обмоток на стадії електромагнітних розрахунків. Запропоновано розраховувати перегріви обмоток за допомогою таких рівнянь :

$$\Delta t_{гол} = \Delta t'_{гол} + K_2 * \Delta t'_{доп}$$
$$\Delta t_{доп} = K_1 * \Delta t'_{гол} + \Delta t'_{доп}, \qquad (4)$$

де $\Delta t'_{гол}$, $\Delta t'_{доп}$ – перегріви головної та допоміжної обмоток без врахування взаємовпливу, які розраховуються за методикою І.П.Копилова (Проектирование электрических машин. – М.:Энергия. 1980.– 496 с.)

K_1, K_2 – коефіцієнти взаємовпливу, значення яких приведені у табл. 2.

Таблиця 2

Число пазів статора, Z_s	Число полюсів 2p	Відношення пазів на полюс та фазу головної та допоміжної обмоток Q1/Q	K_1	K_2
24	2	6/6	0,25	0,25
	2	7/5	0,34	0,23
	2	8/4	0,48	0,22
36	4	5/4	0,28	0,25
24	4	3/3	0,29	0,29
	4	4/2	0,40	0,22

Третя глава дисертації присвячена методикам уточнення параметрів головної та допоміжної фаз на основі експериментальних даних. На стадії випробувань дослідних зразків необ-

хідно визначити, на скільки оптимальна магнітна система двигуна з точки зору ККД та струму. Для цього змінюють напругу живлення, що приводить до зміни магнітного потоку. Важливою особливістю для ОАД є те, що при зміні напруги треба змінювати величину ємності робочого конденсатора. Автором було одержано таке співвідношення:

$$C_{нов}=C_{1сх}*\left(\frac{U_{1сх}}{U_{нов}}\right)^2, \qquad (5)$$

де $C_{нов}$, $C_{1сх}$ – ємність робочого конденсатора після зміни напруги та до цього, мкФ;

$U_{нов}$, $U_{1сх}$ – значення нової та попередньої напруги живлення, В.

Повільно змінюючи напругу живлення у більший чи менший бік, знаходилася точка, де ККД та COSf мають найбільші значення. Після цього робився перерахунок витків головної обмотки відповідно виразу:

$$W_{нов}=W_{1сх}*\frac{U_{1сх}}{U_{нов}}, \qquad (6)$$

де $W_{нов}$, $W_{1сх}$ – число витків головної фази після проведення уточнення магнітного потоку та до цього.

У табл.3 приведені результати етапів доведення величин магнітного потоку для двигунів серії АІЄ.

Таблиця 3

Тип двигуна	P_2 кВт	Етап	Напруга, U В	Маг.потік Вб	Ємність мкФ	ККД %	Струм, I А
		1	220	0,0427	32	71,3	7,05
АІЄ180А2	1,1	2	213	0,0415	33	72,2	6,95
		3	220	0,0415	32	72,4	6,9
		1	220	0,0296	32	71,0	4,7
АІЄ180А4	0,75	2	208	0,0281	36	72,8	4,2
		3	220	0,0281	32	72,6	4,3

Розроблено методику оптимізації коефіцієнта трансформації за результатами досліджень зразків ОАД. Встановлено, що характер поля у повітряному зазорі, т.б. ступінь його елептичності, буде зберігатися при зміні коефіцієнту трансформації або ємності конденсатора, якщо зберігається співвідношення між активними та реактивними частинами загального опіру до та після зміни параметрів:

$$\frac{K^2*(R_a^2 - X_a^2)}{X_c*(X_a - R_a) + 2X_a*R_a*K^2} = \text{const}, \qquad (7)$$

де R_a, X_a – активна та індуктивна частини опіру головної фази, Ом.

Виходячи з виразу (7), одержано співвідношення, яке зв'язує між собою ємність конденсатора та коефіцієнт трансформації:

$$K_{опт}=K_{1сх}*\sqrt{\frac{C_{опт}}{C_{1сх}}} \qquad (8)$$

де $K_{опт}$, K_{icx} – коефіцієнт трансформації після проведення його уточнення та у ісходному варіанті.

У роботі рекомендується для перевірки вибраного коефіцієнта трансформації ОАД при номінальному навантаженні повільно змінювати ємність робочого конденсатора у більший чи меньший бік до тих пір, поки не буде знайдено точку, у якій ККД та COSf двигуна будуть найбільші, а струм – наймен ший. Це відповідає характеру поля, яке максимально наближено до кругового. Відповідно до виразу (8) перераховується коефіцієнт трансформації при стандартній ємності конденсатора – C_{icx}.

Встановлено, що для повного уточнення параметрів обмоток дослідного зразку ОАД необхідно проводити комплексну перевірку магнітного потоку та значення коефіцієнту трансформації. У третій главі дисертації описана методика та подано алгоритм комплексної перевірки та, якщо треба, перерахунку параметрів ОАД. Ця методика була з успіхом застосована при розробці нових серій однофазних двигунів у АТ "Укрелектромаш". У табл. 4 подано результати комплексного опрацювання параметрів двигуна для насоса БЦ-11-18.

Таблиця 4

Етапи розробки	Напруга, U В	Ємність, C_p мкФ	Коеф. транс. К	ККД %	Струм, I А
Ісх. варіант	220	16	1,133	72,9	3,4
Опрац. потоку	216	17	1,133	74,5	3,3
Опрац. К	216	18	1,133	74,9	3,28
Закл. варіант	220	16	1,18	74,9	3,24

Окремий розділ третьої глави присвячено вибору оптима-

льної ємності пускового конденсатору. За критерій оптимальності приймається найменьша величина різниці квадратів модулів струмів прямої та зворотьої послідовності головної фази у пусковому режимі. Визначена похідна цієї різниці відносно ємнісного опіру X_c та знайдена точка екстремуму, т.б. коли пусковий момент має найбільше значення. Внаслідок математичних перетворювань одержано формулу для визначення оптимальної пускової ємності (9). При цьому враховано, що коефіцієнт трансформації визначено для робочого режиму, тому він є незмінним та відомим.

$$C_{пуск} = \frac{f*200}{\pi*K*\sqrt{R_a^2 + X_a^2}} \quad [мкФ] \qquad (9)$$

Визначено, що для підвищення кратності пускового моменту ОАД,необхідно робити обмотку головної та допоміжної фаз з різним числом пазів на полюс та фазу. Для головної фази це число повинно бути більшим, ніж для допоміжної. Теоретичні та експериментальні дослідження показали, що таке застосування обмоток приводить до збільшення кратності пускового моменту ОАД на 10-15% порівняно з двигунами, які мають обмотки з рівним числом пазів на полюс та фазу (табл.5).

Таблиця 5

Число полюсів 2p	Відношення пазів на полюс та фазу головної та допоміжної обмоток Q1/Q2	Пусковий момент, кГ*м
2	6/6	0,152
2	7/5	0,163
2	8/4	0,179

Четверта глава дисертації присвячена однофазним двигунам,

обмотки котрих мають нетрадиційні схеми увімкнення. Розглядається однофазний двигун з активним пусковим опіром, роль якого відіграє позистор. Визначено, що двигун з таким типом пуска має тільки одне значення опіру позистора, при якому кратність пускового моменту найбільша. Отримана залежність оптимального опіра (R) від параметрів обмотки ОАД:

$$R=0,5*\sqrt{X_a^2 + R_a^2}\ . \qquad (10)$$

Розглянуті питання ефективності застосування двигунів з позисторним пуском у порівнянні з конденсаторними ОАД. Встановлено, що для збереження енергетичних характеристик двигун з позисторним пуском повинен мати довшу активну частину статора та ротора на 10 відсотків порівняно з конденсаторним ОАД. Однак, збільшення маси компенсується відсутністю конденсаторної приставки і двигун з позистором має загальну масу меншу на 3-4 відсотки. Позитивним фактором для позисторного ОАД є менша вартість позистора у порівнянні з вартістю робочого конденсатора.

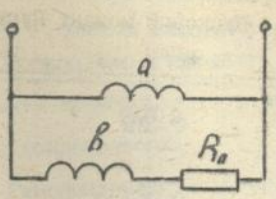
Для підвищення кратності пускового момента ОАД з позисторним пуском запропонована комбінована схема увімкнення обмоток двигуна. Встановлено, що двигун з позисторним пуском має більший пусковий момент, якщо у початковий період пуску обмотки увімкнені паралельно так, як показано на мал. 2. Пропонується комбінована схема (мал.3), у якій використовуються термоопіри: позистори та термістори. У початковий момент пуску термістор R_{t-} має дуже великий опір,що можно визначити як розрив. Опір позистора $R_{t+}1$ вибрано за умови одержання максимального пускового моменту, а опір позистора $R_{t+}2$

у холодному стані практично дорівнюється нулю. Під час розгону ротора двигуна по термоопірам протікають струми, які підігрівають їх. У підсумку, опір термістора R_{t-} падає до нуля, що відповідає закоротці, а опір позисторів $R_{t+}1$ і $R_{t+}2$ збільшується до великих значень, що відповідає розриву. Тому фази а і b опиняються увімкненими послідовно та створюють одну фазу ОАД. Застосування такої схеми дозволяє підняти пусковий момент на 70 відсотків(табл.6).

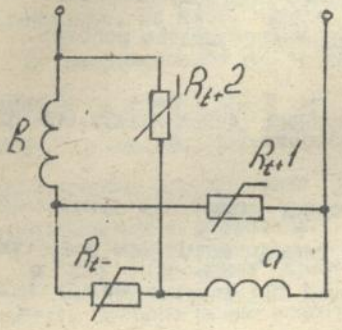
Таблиця 6

Тип схеми	Потужність, P_2 кВт	Пусковий момент кГ·м	Пусковий струм А
Послідовне увімкнення обмоток а та b	0,55	0,05	11,5
Увімкнення обмоток за мал.3	0,55	0,083	15,8

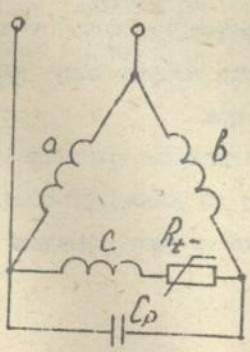
Розглянуто трифазну схему увімкнення обмоток статора при однофазному живленні, так звана схема Штейнметца. Для підвищення пускового моменту у такій схемі запропоновано застосовувати термістор (мал. 4). У початковий пусковий момент термістор холодний та його опір дуже великий, що вимикає зі схеми фазу С. Обмотки а і b увімкнені паралельно, а конденсатор C_p - послідовно з фазою b. Під час пуску по термістору протікає струм, який розігріває його. Опір термістора падає до нуля і схема приймає вигляд схеми Штейнметца. Застосування такої схеми дозволило підняти пусковий момент на 59 відсотків (таб.7).



Мал. 2



Мал. 3



Мал. 4

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Таблиця 7

Тип схеми	Потужність, P_2 кВт	Пусковий момент кГ·м	Пусковий струм А
Увімкнення обмоток за схемою Штейнметца	0,75	0,039	16,5
Увімкнення обмоток за мал.4	0,75	0,062	14,1

У додатку приведена програма електромагнітного розрахунку ОАД, яка включає до себе блоки розглянутих у дисертації оптимізацій параметрів на мові програмування Turbo-Pascal-6, та документи про впровадження результатів роботи.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. Запропоновано методику визначення оптимального магнітного потоку на стадії електромагнітного розрахунку, за яким двигун має максимальний ККД та мінімальний вживаємий струм.

2. З врахуванням технологічних обмежень, які накладаються виробництвом, розроблено алгоритм визначення оптимальних ємностей та коефіцієнту трансформації, за яких форма поля ОАД найбільш наближена до кругової.

3. Виходячі з аналізу процесів передачі теплової енергії, запропоновані коефіцієнти взаємовпливу електричних втрат головної та допоміжної фаз.

4. Рекомендується для підвищення кратності пускового моменту застосовувати головну та допоміжну обмотки ОАД з нерівним числом пазів на полюс та фазу, більшим для головної обмотки.

5. Розроблено методику експериментального уточнення коефіцієнту трансформації з врахуванням незмінності ємності робочого конденсатора.

6. Рекомендована комплексна методика уточнення параметрів обмоток двигунів та доводки магнітного потоку до оптимального значення у процесі випробувань дослідних зразків ОАД.

7. Рекомендовано формулу оптимальної ємності пускового конденсатора, за якою пусковий момент найбільший.

8. Запропоновано метод розрахунку оптимального значення активного пускового опіру для позисторної схеми пуску ОАД та подано порівняльну характеристику двигунів з позистором та конденсатором, яка дозволяє зробити вибір типу схеми з урахуванням вимог споживача.

9. Для підвищення кратності пускового моменту на 70 відсотків запропоновано комбіновану схему увімкнення обмоток статора з застосуванням позисторів та термісторів.

10. Розглянуто схему трифазного увімкнення обмоток двигуна до однофазної мережі. Запропоновано вживання позистора у такій схемі, що дозволяє підвищити кратність пускового моменту на 59 відсотків та зменшити значення пускового струму.

СПИСОК РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Синкельштейн В.Б., Егоров А.Б. Проектирование бесконденсаторного электропривода с применением позистора. – Техническая электродинамика, 1992, N4, с. 44-47.

2. Синкельштейн В.Б., Егоров А.Б. Оптимальный коэффициент трансформации однофазного асинхронного двигателя. – Вестн. Харьк. политехн. ин-та. – 1992. – N5: Электромашиностроение и автоматизация пром. предприятий. Вып 17, с. 16-19.

3. Шехук Х., Бондаренко В.С., Егоров А.Б. Расчет индуктивности рассеяния в пазу электрической машины с помощью метода конечных разностей. – Вестн. Харьк. политехн. ин-та. – 1992. – N7: Электромашиностроение и автоматизация пром. предприятий. Вып 16, с. 25-23.

4. Егоров А.Б. Расчет асинхронного однофазного двигателя с максимальным значением КПД. – Тез. докл.: Компьютер: наука, техника, технология. Харьков (Украина) – Мишкольц (Венгрия), 1993, с. 67-69.

5. Егоров А.Б., Егоров В.А. Зависимость параметров однофазных конденсаторных двигателей от числа пазов на полюс и фазу главной и конденсаторной обмоток. – Тез. докл.: Компьютер: наука, техника, технология, здоровье. Харьков (Украина) – Мишкольц (Венгрия), 1994. с. 29.

YEGOROV A.B.,Master of Science. Different types of coil connections in single-phase induction motors and optimization of their parameters.

Thesis of take Doctor of Philosophy degree (Condidate of Technical Science) in the field of electrical machines (05.09.01), Kharkov State Polytechnic University, Kharkov, 1995.

The tesis is a scientific manuscript containing theoretical research of different types of coil connections in single-phase induction motor stators and some results of experimental observations. Methods and numerical models to find out optimum of coil parameters are proposed in regard with technologycal limits. Alternations of coil connections to increase start torque are recommended. Capasitorless coil schemes of single-phase motors are discussed. Industrial introduction of these recommendations during designing of new serieses of single-phase induction motors at a factory has been made. Data of this introduction effectiveness have been given.

Егоров А.В. Различные схемы включения обмоток однофазных асинхронных двигателей и оптимизация их параметров.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 - электрические машины, Харьковский гос. политехн. ун-т, Харьков,1995.

Защищается рукопись и пять научных работ, которые содержат теоретические исследования различных схем включения обмоток статора однофазных асинхронных двигателей, а также результаты экспериментальных исследований. Разработаны методики и алгоритмы по определению оптимальных параметров обмоток с учетом технологических ограничений, рекомендованы изменения

456979

Ав 31.874

в схемах, позволяющие повысить пусковой момент, исследованы бесконденсаторные схемы однофазных двигателей. Осуществлено промышленное внедрение рекомендаций при разработке новых серий однофазных асинхронных двигателей, приводятся данные об эффективности этого внедрения.

Ключові слова:

однофазний асинхронний двигун, конденсатор, позистор, коефіцієнт трансформації.

Підписано до друку "10" 02 1995 р.
Усл. друк. л. 1,0 Тираж 100 прим. Замовл. N 8
Друкарня АТ "Укрелектромаш"