

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТРЬОХФАЗНОГО ШЕСТИПОЛЮСНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИВОДУ ПРОМИСЛОВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Добридень Т.Р., магістрант, Реуцький М.О., к.т.н., доцент
КПІ імені Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. Асинхронні мікродвигуни з короткозамкненим ротором, як трифазні так і однофазні, є самими розповсюдженими типами двигунів змінного струму [1].

Асинхронні мікродвигуни мають ряд переваг в порівнянні з іншими типами машин, як приклад:

- відносна простота конструкції і невисока вартість виробництва;
- відсутність джерела радіоперешкод;
- менша шумність двигуна;
- більша простота і надійність в експлуатації [2].

Мета роботи. Модернізація електродвигуна під виробництво на існуючому обладнанні. В промислових вентиляційних системах на сьогоднішній день використовують обернені АД імпортного виробництва, які є достатньо дорогими. На ЗАТ «VENTS» було прийнято рішення про заміну імпортного двигуна, двигуном власного виробництва, більш дешевим та технологічним. В якості прототипу, як варіант, був вибраний шестиполіусний двигун з двадцятьма чотирьома пазами на статорі, обмотка якого виконувалась вручну. Із за неможливості машинної намотки даного двигуна, на замовлення ЗАТ «VENTS» на кафедрі електромеханіки КПІ ім. Ігоря Сікорського був розрахований шестиполіусний обернений АД з вісімнадцятьма пазами на статорі придатний для машинної намотки на існуючому обладнанні більш технологічний і дешевий. Його обернена конструкція має ряд переваг для використання її в вентиляційних системах: менші масогабаритні показники;



Рисунок 1 – АД із зовнішнім ротором

простіше розміщення у корпусі вентилятора; менший аеродинамічний супротив.

Асинхронний двигун (рисунок 1) із зовнішнім ротором складається з:

- нерухомого – статора;
- обертового – ротора.

Нерухома частина електродвигуна - складається з магнітопроводу статора (поз. 4), виконана з холоднокатаної сталі, в пазах якої вкладено обмотку статора. З одного боку магнітопроводу закріплено розвідну плату з термозапобіжником. З іншого боку сфероподібний пластмасовий захист лобових частин обмотки.



Рисунок 2 – Активна частина статора

До статора двигуна шляхом розвальцювання кріпиться алюмінієвий корпус, в спеціально розточених місцях якого встановлюють шарикопідшипники.

Обертова частина двигуна складається з магнітопроводу ротора, який шляхом пресування встановлюється на вісь, з іншого кінця якої знаходиться місце під стопорне кільце для фіксації шарикопідшипників.

Конструкція такого двигуна дозволяє ефективніше використати вільний простір, як за межами корпусу вентилятора так і в самому корпусі [3].

Статор двигуна, в основі якого пакет шихтованої електротехнічної сталі з пазовою ізоляцією, а також конструкційно несучі деталі.



Рисунок 3 – Ротор АД оберненого типу

На статорі розташовано 18 пазів трапецеїдальної форми. В середині пакету знаходиться технологічний отвір, в який під час процесу збирання вставляється алюмінієвий корпус. В отворі знаходиться два півкола що виконують роль замка. Фото статора приведено на рисунку 2.

Ротор складається з листів шихтованої сталі з 30 пазами трапецеїдальної форми (рисунок 3). Пази мають скіс на дві зубцеві поділки. В пазах знаходяться стрижні з алюмінію, з обох боків закорочені КЗ кільцями. З одного боку КЗ кільце переходить в конструкційну частину напівсферичної форми, в центрі якої розміщено втулку для запресовки валу. З внутрішньої сторони виконано ребра жорсткості, а також у нижньому КЗ кільці балансувальні отвори. Алюміній був залитий статичним методом з наступним пресуванням. Після чого пакет магнітопроводу ротора і алюмінієва конструкція була оброблена на токарному станку.

Матеріали і результати досліджень. Були виконані розрахунок та оптимізація геометричних розмірів і числа пазів шестиполюсного АД, придатного для впровадження в серійне виробництво з урахуванням технічних можливостей його серійного виробництва на наявній базі компанії «VENTS».

На виконаному дослідному зразку двигуна були проведені дослідження аеродинамічних характеристик, а також їх порівняння з характеристиками іноземного двигуна, який зараз використовують в цих вентиляційних системах.

Для більш детального порівняння були виконані розрахунки шестипол'юсного двигуна прототипу, а також модернізованого двигуна з вісімнадцятьма пазами на статорі. Розрахунки: електромагнітний, параметрів, робочих та пускових характеристик, а також тепловий розрахунок.

Характеристики модернізованого двигуна перевищують характеристики двигуна іноземного виробництва в об'ємі переміщеного повітря на 71 м³/год при цьому двигун споживає на 13 Вт менше енергії. При проведенні досліджень умови випробувань були однаковими. З цього випливає що привід модернізованого двигуна має вищий ККД ніж у іноземного зразка.

Всі аеродинамічні характеристики були зняті на спеціалізованому обладнанні фірми «VENTS» та представлені на рисунках 4 і 5,

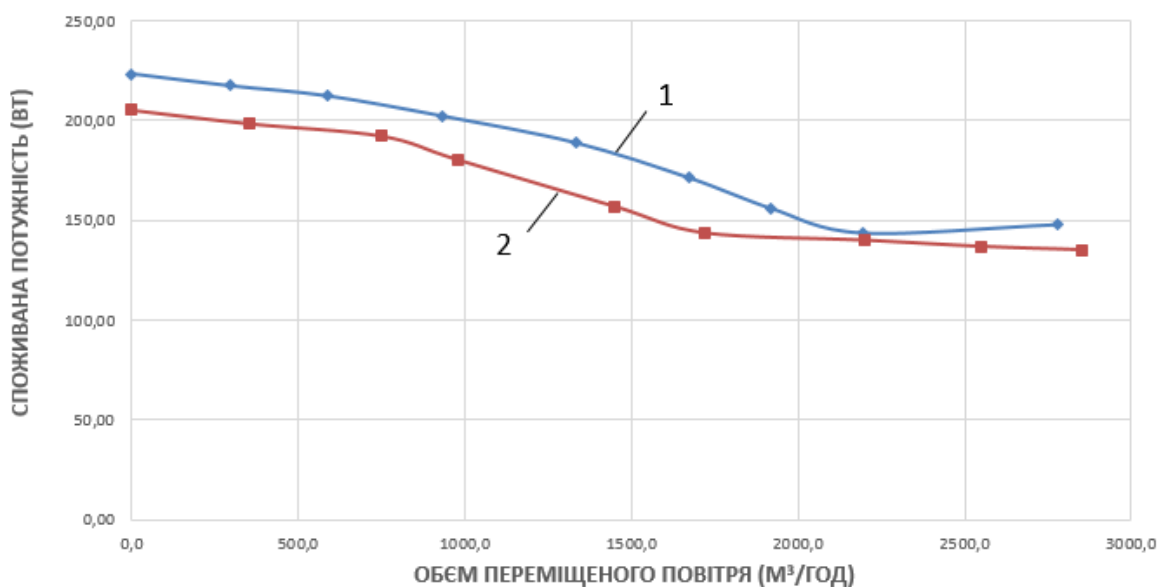


Рисунок 4

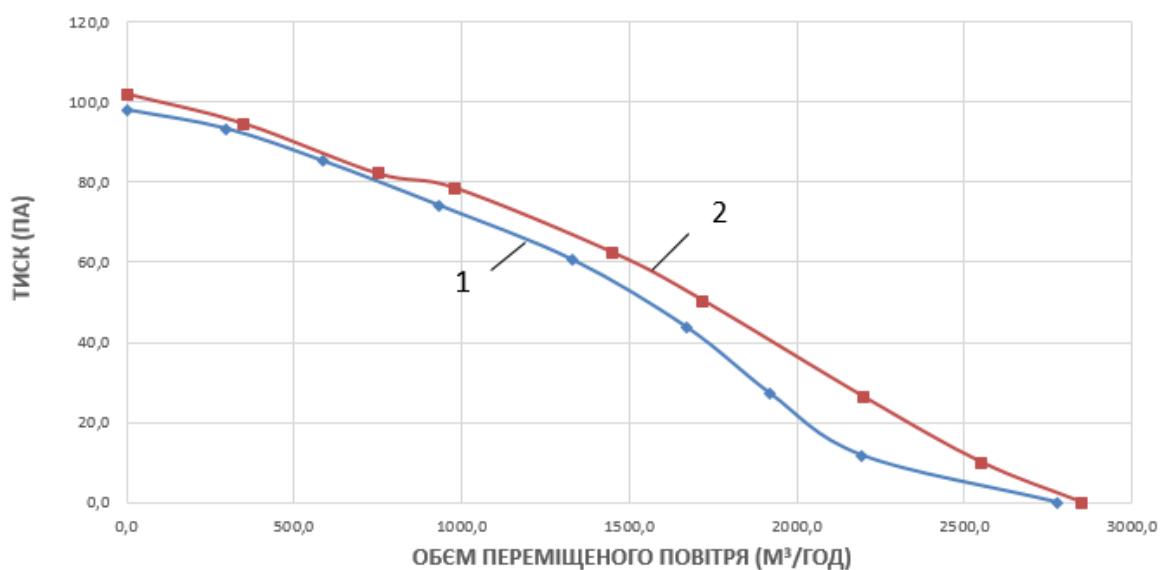


Рисунок 5

де цифрою 1 представлена аеродинамічна характеристика для двигуна іноземного виробництва, який був встановлений в стандартні вентиляційні системи (дані на двигун відсутні), відповідно цифрою 2 модернізованого двигуна. В ході проведення досліджень були зняті значення температури обмоток двигунів. У двигуна іноземного виробництва при роботі приріст температури обмоток склав $73,8^{\circ}\text{C}$, а у модернізованого двигуна температура обмоток $61,7^{\circ}\text{C}$, що є задовільним значенням. Слід зауважити що у модернізованого двигуна споживана потужність зменшилась з 148 до 135 Вт.

При порівнянні аеродинамічних характеристик спроектованого двигуна з іноземним, встановлено що при роботі двигун отримав характеристики, що перевищують характеристики іноземного двигуна на $71 \text{ м}^3/\text{год}$, при цьому двигун споживає на 13 Вт менше енергії. При проведенні досліджень умови випробовуваних двигунів були однаковими.

Максимальне споживання двигуна відповідає точці максимального потоку повітря. У модернізованого двигуна ця точка відповідає 135Вт споживаної потужності і $2850 \text{ м}^3/\text{год}$ переміщеного повітря.

Крива споживаної потужності модернізованого двигуна знаходиться нижче ніж у іноземного двигуна, а продуктивність вища.

Висновки. Були виконані електромагнітні розрахунки, розрахунки робочих та пускових характеристик а також теплові розрахунки двигуна прототипу і модернізованого двигуна. Головною перевагою модернізованого двигуна є концентрична обмотка придатна для машинної намотки, яка дозволяє впровадити двигун в серійне виробництво. Приведені порівняльні характеристики прототипу і модернізованого двигуна наведені в таблиці 1 та 2.

Таблиця 1 – Порівняння робочих характеристик в номінальному режимі

Двигун	Z_1	P_1	P_2	I_1	η	$\cos \varphi$	S	P_{e1}	P_{e2}	$\sum P$
Прототип	24	125	77,8	0,35	0,619	0,544	0,06	30	5,53	47,8
Модернізований	18	117	64	0,389	0,546	0,459	0,05	37,047	3,893	53,576

Таблиця 2 – Порівняння перевищення температур

Двигун	$\Delta \theta_{pov1}$	$\Delta \theta_{iz,p1}$	$\Delta \theta_{iz,l1}$	$\Delta \theta_{pov,l1}$	$\Delta \theta_1$	$\Delta \theta_v$	$\Delta \theta_1$
Прототип	7,695	0,232	0,153	4,863	6,269	42,974	49,244
Модернізований	8,853	0,374	0,32	5,885	7,49	47,466	54,956

Виконані розрахунки є коректними і будуть використані в процесі підготовки кінцевого варіанта трифазного шестиполусного асинхронного двигуна з зовнішнім ротором при його впровадженні в серійне виробництво.

Перелік посилань

1. Українська радянська енциклопедія : у 12-ти т. / гол. ред. М. П. Бажан; редкол.: О. К. Антонов та ін. – 2-ге вид. – К.:Головна редакція УРЕ, 1974–1985.
2. Касаткин А. С. Основы электротехники. – 1979.
3. http://www.polel.ru/all_news/jarn/external-rotor-motors/