

ВПЛИВ ПИТОМОГО ОПОРУ ПАЗА РОТОРА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

*к. т. н. Д. Гречин, старший викладач І. Дробот,
магістрант В. Лапинський
Львівський національний аграрний університет*

Аналіз проблеми. Асинхронні двигуни з короткозамкненими роторами – найбільш розповсюджений вид електричних машин. Їх виготовляють серіями і вони мають різноманітні модифікації. Для роботи у специфічних умовах, зокрема з підвищеними ковзанням та пусковим моментом, необхідно проаналізувати вплив питомого опору пазу ротора на робочі та пускові характеристики двигуна.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором та підвищеними ковзанням і пусковим моментом призначені для приводу механізмів з пульсівним навантаженням, наприклад, компресорів, пресів, а також механізмів, які працюють у повторно-короткочасних режимах. Вони уніфіковані з двигунами основного виконання за всіма конструктивними і активними елементами, за винятком білячої клітки і в низці випадків – параметрів обмотки статора. На сьогодні в асинхронних двигунах часто використовують алюмінієві сплави з підвищеним питомим опором.

Постановка завдання. Мета праці дослідити вплив матеріалу короткозамкненого ротора на характеристики асинхронного двигуна.

Виклад основного матеріалу. Спроековано три варіанти двигуна, які відрізняються лише активним опором обмотки ротора:

– двигун з традиційною алюмінієвою обмоткою з питомим $\rho_{21} = 10^{-6}/20,5$ Ом·м опором (варіант 1);

– двигун, ротор якого зроблено із алюмінієвого сплаву підвищеного опору (сплав АКМц10-2 чи АКМ12-4 з $\rho_{22} = 10^{-6}/15$ Ом·м [1]) (варіант 2);

– двигун, ротор якого виготовлений із алюмінієвого сплаву підвищеного опору (сплав марки АКЦ11-12 з $\rho_{23} = 10^{-6}/12$ Ом·м [1]) (варіант 3).

За базовий взято трифазний асинхронний двигун серії 4А основного виконання потужністю 11 кВт, синхронною частотою обертання 1500 об/хв, напругою живлення $U = 220/380$ В, частотою $f = 50$ Гц та способом захисту від дії навколишнього середовища ПР44. Для цих варіантів виконані електромагнітні розрахунки [1, 2] та розрахунки робочих і пускових характеристик [5]. Отримали такі результати.

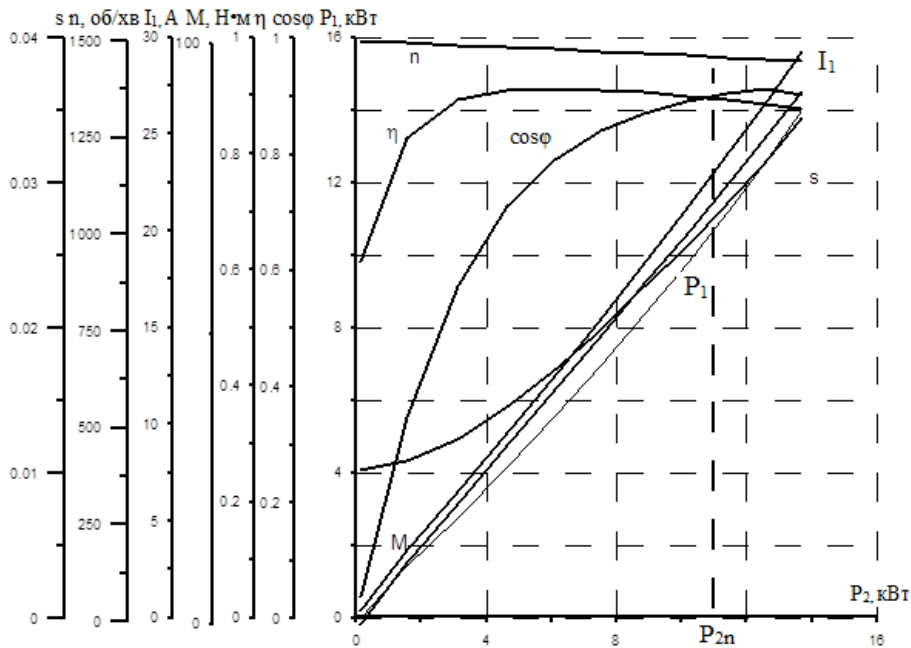
Електромагнітні розрахунки зведеного активного опору r_2^{*} обмотки ротора, сумарні втрати і коефіцієнт корисної дії наведені в табл. 1.

Таблиця 1

| Варіант 1 | Варіант 2 | Варіант 3 |
|--|--|--|
| $\rho_{21} = 10^{-6}/20,5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ | $\rho_{22} = 10^{-6}/15 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ | $\rho_{23} = 10^{-6}/12 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ |
| $r_{21}^* = 0,0281$ | $r_{22}^* = 0,0469$ | $r_{23}^* = 0,0555$ |
| $\sum P = 1301 \text{ Вт}$ | $\sum P = 1441 \text{ Вт}$ | $\sum P = 1526 \text{ Вт}$ |
| $\eta = 0,894$ | $\eta = 0,885$ | $\eta = 0,876$ |

Робочі характеристики асинхронного двигуна, які обчислювалися за програмою розрахунку робочих характеристик трифазного асинхронного двигуна [5], наведені на рис. 1. Результати розрахунків зведені до табл. 2.

Пускові характеристики асинхронного двигуна обчислювалися за програмою розрахунку пускових характеристик трифазного асинхронного двигуна [5]. За даними розрахунків на рис. 2 наведені варіанти пускових характеристик проектного двигуна: за сталих параметрів (позначені I_1^* та M_1^*), з урахуванням витіснення струму (позначені I_2^* та M_2^*) і з урахуванням витіснення струму та насичення (позначені I_3^* та M_3^*).



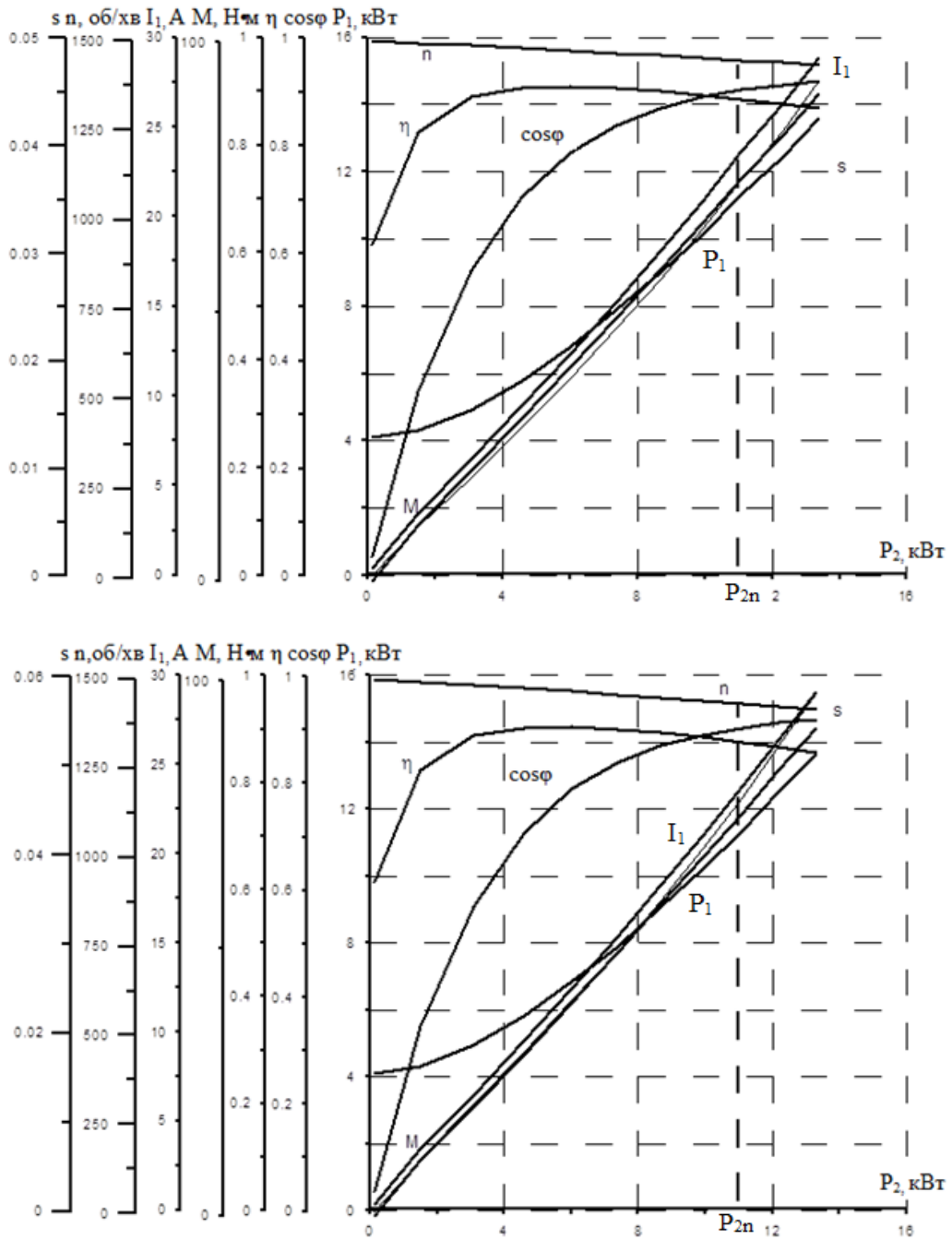
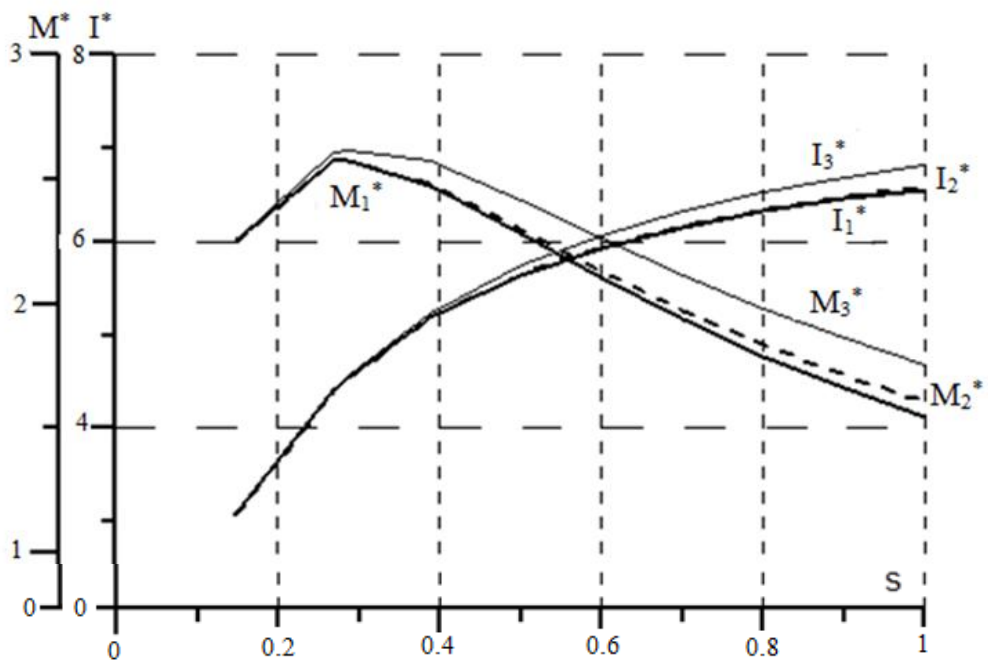
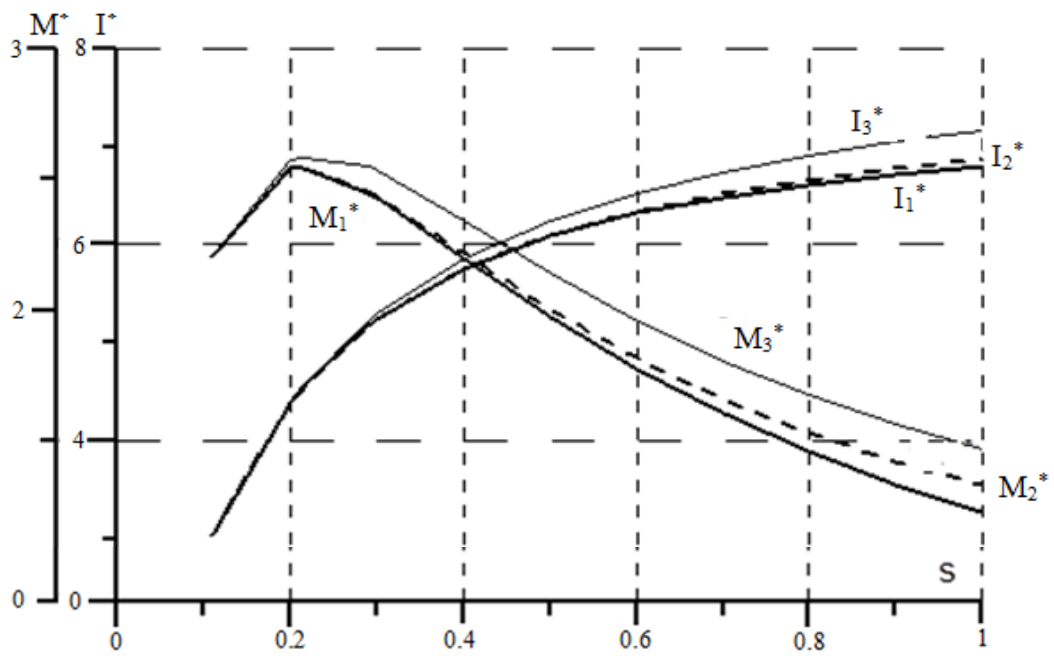


Рис. 1. Варианты 1-3 рабочих характеристик.



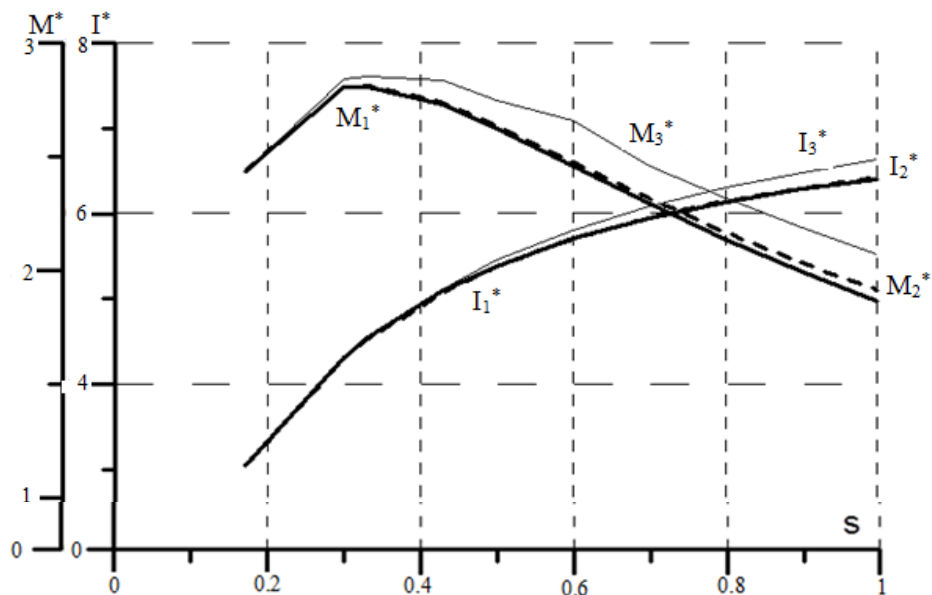


Рис. 2. Варіанти 1–3 пускових характеристик.

Таблиця 2

| Варіант | P_1 , кВт | P_2 , кВт | I_1 , А | M , Н·м | n , об/хв | s | $\cos \varphi$ | η |
|---------|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------|--------|----------------|--------|
| 1 | 12,3 | 11,0 | 20,7 | 73,1 | 1460 | 0,0269 | 0,901 | 0,894 |
| 2 | 12,4 | 11,0 | 20,9 | 73,8 | 1446 | 0,0363 | 0,902 | 0,885 |
| 3 | 12,6 | 11,0 | 21,1 | 74,6 | 1431 | 0,0459 | 0,903 | 0,876 |

Порівняльний аналіз пускових характеристик наведений в табл. 3.

Таблиця 3

| Величини | Варіант 1 | Варіант 2 | Варіант 3 |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Кратність пускового струму | 7,175 | 6,830 | 6,632 |
| Кратність пускового моменту | 1,468 | 1,755 | 2,072 |
| Номінальне ковзання | 0,0269 | 0,0363 | 0,0459 |

Висновки. Результати наведених варіантів розрахунків виявили, що питомий опір алюмінієвого сплаву паза ротора впливає на характеристики асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором. Для його роботи у звичайному режимі варто обрати двигун з традиційною алюмінієвою обмоткою з питомим $\rho_{21} = 10^{-6}/20,5$ Ом·м опором (варіант 1), який забезпечує кратність пускового струму 7,175 і кратність пускового моменту 1,468 за номінального ковзання 0,0269. Для роботи двигуна

з підвищеними ковзанням і пусковим моментом, призначених для приводу механізмів з пульсівним навантаженням, а також механізмів, які працюють в повторно-короткочасних режимах, варто обрати двигун, ротор якого виготовлений із алюмінієвого сплаву підвищеного опору (сплав марки АКЦ11-12 з $\rho_{23} = 10^{-6}/12$ Ом·м [1]) (варіант 3), який забезпечує кратність пускового струму 6,632 і кратність пускового моменту 2,072 за номінального ковзання 0,0459.

Бібліографічний список

1. Проектирование электрических машин / И. П. Копылов, Ф. А. Горяинов, Б. К. Клоков и др. ; Под ред. И. П. Копылова. – М. : Энергия, 1980. – 496 с.
2. Сергеев П. С. Проектирование электрических машин / П. С. Сергеев, М. В. Виноградов, Ф. А. Горяинов. – М. : Энергия, 1970. – 632 с.
3. Асинхронные двигатели серии 4А: Справ. / А. Э. Кравчин, М. М. Шлаф, В. И. Афонин, Е. А. Соболенская. – М. : Энергоиздат, 1982. – 504 с.
4. Вольдек А. И. Электрические машины / А. И. Вольдек. – Л. : Энергия, 1974. – 840 с.
5. Використання пакета програм розрахунку на персональних комп'ютерах електричних машин та їх характеристик при курсовому й дипломному проектуванні. Методичні вказівки для студентів спеціальності “Електричні машини” / Л. Й. Глухівський, В. В. Попічко. – Львів : ДУЛП, 1996. – 30 с.

Д. Гречин, І. Дробот, В. Лапинський. Вплив питомого опору паза ротора на характеристики асинхронного двигуна.

Встановлено, що питомий опір алюмінієвого сплаву паза ротора впливає на характеристики двигуна. Для роботи двигуна у звичайному режимі варто обрати двигун з традиційною алюмінієвою обмоткою. Для роботи двигуна з підвищеними ковзанням і пусковим моментом, призначених для приводу механізмів з пульсівним навантаженням, а також механізмів, які працюють у повторно-короткочасних режимах, – двигун, ротор якого виготовлений із алюмінієвого сплаву підвищеного опору.

Ключові слова: асинхронний двигун, паз ротора, питомий опір, пусковий момент, підвищене ковзання, пульсівне навантаження, робочі і пускові характеристики, алюмінієвий сплав.

D. Hrechyn, I. Drobot, V. Lapynskyy. The influence of groove's resistivity on asynchronous engine.

The aluminum alloy's resistivity of rotor's groove influences on the characteristics of engine. In order to operate the engine in usual mode it is worth choosing the traditional engine with aluminium winding. In order to operate the engine with increased slipping and increased starting point, designed for pulsing load mechanisms drive, and mechanisms operated in repeated short-time modes, it is worth choosing the engine which rotor is made of aluminium alloy of high resistivity.

Keywords: asynchronous engine, rotor's groove, resistivity, starting point, increased slipping, pulsing load, operational and starting characteristics, aluminum alloy.

Д. Гречин, И. Дробот, В. Лапинский. Влияние удельного сопротивления паза ротора на характеристики асинхронного двигателя.

Выявлено, что удельное сопротивление алюминиевого сплава паза ротора влияет на характеристики двигателя. Для работы двигателя в обычном режиме следует выбрать двигатель из традиционной алюминиевой обмоткой. Для работы двигателя с повышенными скольжением и пусковым моментом, назначенных для привода механизмов с пульсирующей нагрузкой, а также механизмов, которые работают в повторно-краткосрочных режимах, – двигатель, ротор которого выполнен из алюминиевого сплава повышенного сопротивления.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, паз ротора, удельное сопротивление, пусковой момент, повышенное скольжение, пульсирующая нагрузка, рабочие характеристики, пусковые характеристики, алюминиевый сплав.