

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПОТУЖНІСТЮ 800 кВт

**Васьковський Ю.М., д.т.н., професор, Шарко В.В., магістрант**

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки*

**Вступ.** Недоліком конструкції серійного тягового двигуна послідовного збудження потужністю 800 кВт є його невисокі масо габаритні показники, зокрема завелика довжина двигуна, що ускладнює його розміщення і монтаж. Тому виникає задача подальшого удосконалення конструкції. Зокрема в роботі пропонується зменшити активну довжину двигуна з 400 мм до 320 мм, а для компенсації втрати потоку збудження внаслідок зменшення довжини пропонується збільшити на 7% (з 16 до 17) число витків обмотки збудження на полюсі. Запропонована модифікація двигуна у порівнянні з серійним є конкурентоспроможною і рекомендована для подальшої розробки.

**Мета роботи.** Удосконалення тягових двигунів постійного струму потужністю 800 кВт методами математичного моделювання.

**Матеріали і результати досліджень.** Вхідними номінальними даними двигуна є наступні: потужність 800 кВт (годинна тривалість роботи) і 720 кВт (тривала робота); напруга живлення 1500 В; струм відповідно 565 А і 520 А; частота обертання 945 об/хв; число полюсів 6. На рис. 1 наведено залежності електромагнітного моменту і швидкості обертання ротора від струму статора  $M_{ЭМ}(I_a), n(I_a)$  для прототипу СТК - 730 У1 і модернізованого СТК - 800 У1, активну довжину якого зменшено порівняно з прототипом з 400 мм до 320 мм [4]. Розглянуто два варіанти СТК - 800 У1 за кількістю витків обмотки збудження на полюс: перший варіант – кількість витків  $w_f = 16$  (як у прототипу); другий варіант  $w_f = 17$ . З отриманих даних випливає, що перший варіант СТК - 800 У1 за одного й того самого струму якоря (520 А), а отже, і за однієї й тієї самої потужності в тривалому режимі роботи розвиває швидкість на 25% більшу, ніж прототип СТК - 730 У1. У другому варіанті СТК - 800 У1 збільшення швидкості за тієї ж потужності становить 17%. При цьому, в такій самій пропорції знижуються електромагнітні моменти, що розвиваються двигунами.

Другий варіант СТК - 800 У1 більш наближений до прототипу і має більший запас з регулювання швидкості ротора за рахунок ослаблення магнітного потоку збудження.

На рис. 2 представлено залежності номінального моменту і номінальної швидкості двигуна,  $M_{ЭМ}(l_\delta), n(l_\delta)$  від активної довжини для двох чисел витків  $w_f = 16$  і  $w_f = 17$ . Кожна точка кривих відповідає струму якоря 520 А. Праві точки при  $w_f = 16$  відповідають даним прототипу СТК - 730 У1.

Аналіз отриманих результатів показує, що одним із перспективних варіантів виконання СТК - 800 У1 є варіант, аналогічний прототипу СТК -

30 У1, але зі зменшеною активною довжиною до  $l_\delta = 320$  мм і числом витків  $w_f = 17$ .

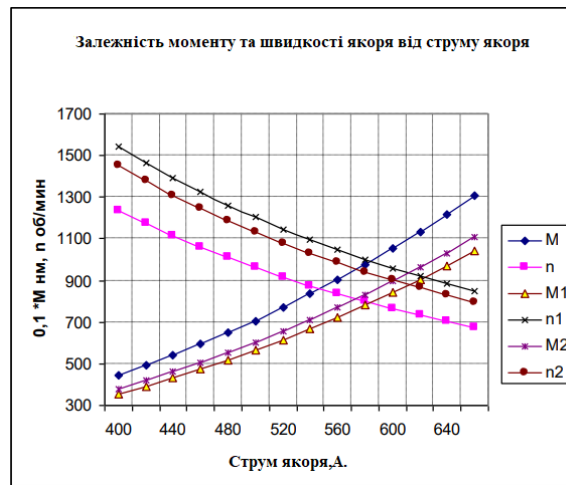


Рисунок 1 – Залежності  $M_{EM}(I_a)$ ,  $n(I_a)$ . Позначення: M, n – прототип СТК - 730 У1 ( $w_f = 16$ ,  $l_\delta = 400$  мм); перший варіант СТК - 800 У1 ( $w_f = 16$ ,  $l_\delta = 320$  мм); M2, n2 – другий варіант СТК - 800 У1 ( $w_f = 17$ ,  $l_\delta = 320$  мм).

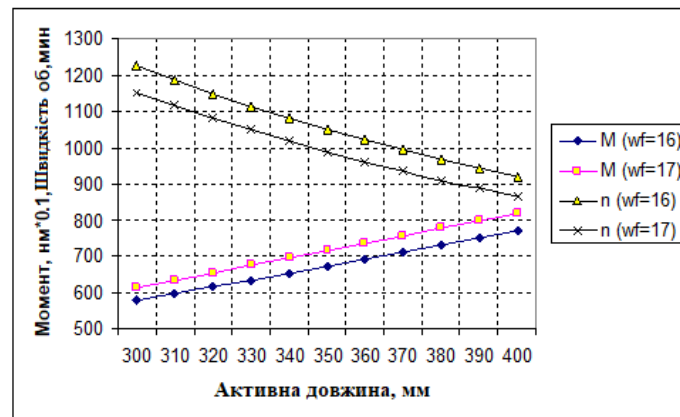


Рисунок 2 – Залежності номінального моменту і номінальної швидкості двигуна  $M_{EM}(l_\delta)$ ,  $n(l_\delta)$  від активної довжини для двох значень числа витків  $w_f = 16$  і  $w_f = 17$  за струму якоря 520 А.

Аналіз електромагнітного поля СТК - 800 У1 виконано методом скінченних елементів [1]. На Рис.3 зображено картину магнітного поля двигуна в номінальному годинному режимі роботи за струму заданого якоря 565 А і кількості витків обмотки збудження  $w_f = 16$ . Результати аналізу показують, що найбільш насиченими зонами магнітопроводу СТК – 800 У1 є ділянки полюсів, розташовані над другим і третім пазами компенсаційної обмотки, а також ділянки ніжок зубців якоря. При цьому картина розподілу індукції несиметрична відносно осі полюсів, що може свідчити про не повністю компенсований вплив поля реакції якоря [3]. Для компенсації втрати потоку збудження в режимах зі струмовим перевантаженням у модифікованому СТК - 800 У1 рекомендується збільшити число витків обмотки збудження.

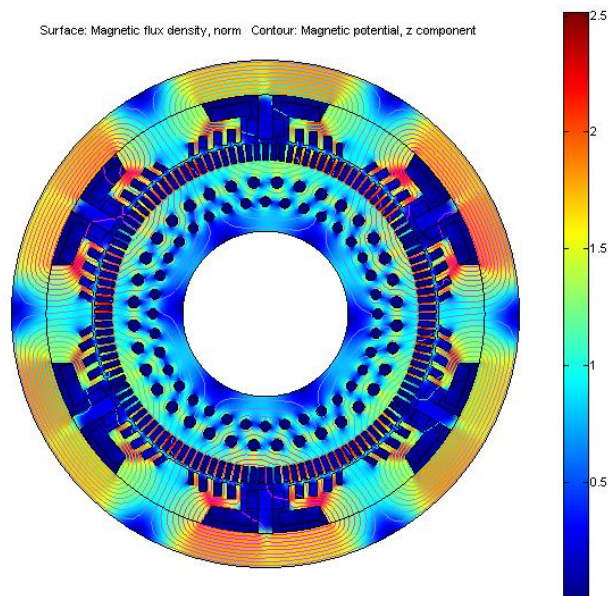


Рисунок 3 – Магнітне поле СТК - 800 У1 за струму якоря 565 А і  $w_f = 16$

Збільшення числа витків на один полюс із 16 до 17 підвищує намагнічувальну силу полюсів на 6,25%, тоді як зниження довжини становить 25%. Збільшення кількості витків на полюс до 18 може виявитися неефективним, оскільки призведе до ще більшого насичення полюсів.

**Висновки.** 1) Зменшення активної довжини двигунів СТК - 800 У1 і СТК - 780 У1 до 320 мм порівняно з 400 мм у двигуна прототипу СТК - 730 У1 призводить до зміни їхніх електромеханічних характеристик – при однаковому струмі якоря, як і в прототипу, модифіковані двигуни розвивають більшу швидкість обертання ротора, але за меншого електромагнітного моменту.

2) Розглянуто два варіанти СТК - 800 У1, що відрізняються числом витків обмотки збудження на полюс:  $w_f = 16$  (як у прототипу) і  $w_f = 17$ . Збільшення кількості витків обмотки збудження дає змогу компенсувати втрату потоку збудження, зумовлену зниженням довжини двигуна і збільшенням насичення полюсів. Другий варіант СТК - 800 У1 більш наближений до прототипу і має більший запас з регулювання швидкості. Він може бути рекомендований як основний варіант.

3) Досліджено розподіл електромагнітного поля в активній зоні СТК - 800 У1. Показано, що магнітна індукція на окремих ділянках головних полюсів статора і в ніжках зубців якоря в номінальному режимі перевищує 2,2 Тл.

#### Перелік посилань

1. Сегерлінд Л. Застосування методу скінченних елементів – М.: Мир. – 1979. – 392 с.
2. Іванов - Смоленський А.В. Електромагнітні сили і перетворення енергії в електричних машинах – М.: Вища школа. – 1989. – 312 с.
3. Алексєєв А.Є. Тягові електричні машини і перетворювачі. – Л.: Енергія, 1976. – 432 с.
4. Захарченко Д.Д., Ротанов Н.А., Горчаков Е.В. Тягові електричні машини і трансформатори. – М.: Транспорт, 1979. – 303 с.