

## ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ІНДУКТОРНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Гречко М.В., Дяченко В.В.  
Гірничий факультет Української інженерно-педагогічної академії,  
Україна, 94000, Стаханов, вул. Тельмана, 53

*Розглянуто питання, які необхідно враховувати при конструюванні індукторних генераторів для автотранспорту.*

*Рассмотрены вопросы, которые необходимо учитывать при конструировании индукторных генераторов для автотранспорта.*

Індукторні машини набувають широкого застосування як генератори автотранспортних засобів. Індукторний генератор з зовнішньозамкнутим магнітним потоком (рис. 1), що утворюється обмоткою збудження (1) та наводить ЕРС в якірній обмотці (2) має досить значний опір магнітного ланцюга, що є однією з основних причин, обумовлюючих низькі питомі показники таких генераторів. Відомий клас індукторних генераторів з внутрішньозамкнутим магнітним потоком типу секцин (рис. 2). Перевагою генераторів такого типу є менший опір магнітного кола, менший лінійний розмір що визначає кращі питомі показники.

Крім того, ротор такого генератора може бути виконаний порожнім, що поліпшує умови охолодження та зменшує вагу генератора.

Можливість роботи з високими кутовими швидкостями дозволяє отримати достатньо високі енергетичні показники, що сягають кращих синхронних генераторів.

Ці обставини надають перспективу щодо використання таких типів машин у складі сучасних високооборотних двигунів внутрішнього згорання [1].

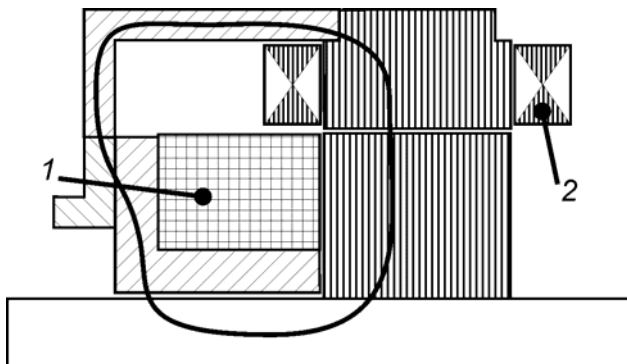


Рис. 1. Конструкція індукторних генераторів з зовнішньозамкнутим магнітним потоком (лінією наведено шлях по якому замикається магнітний потік)

Потужність генераторів є функцією частоти та для індукторних машин такого класу залежить від числа зубців на роторі  $Z_2$ . Якщо виходити з можливості використання генератора у складі автотранспортного засобу, то слід враховувати, що окремі види (класи) транспортних засобів облаштовані двигунами внутрішнього згорання з певним діапазоном кутових частот  $\omega_{\min} \dots \omega_{\max}$ , що визначаються як можливостями двигунів внутрішнього згорання, так і їх призначен-

ням та особливостями експлуатації АТЗ. При цьому кожен з транспортних засобів, в залежності від призначення, можна охарактеризувати середньою кутовою швидкістю  $\omega_{\text{ср}}$ . Так, для автотранспортних засобів з карбюраторним двигунами, які експлуатуються в умовах міста,  $\omega_{\text{ср}}$  рідко перебільшує  $2500 \dots 3000 \text{ хв}^{-1}$ , для дизельних двигунів  $1500 \dots 2000 \text{ хв}^{-1}$ . В той же час, тенденція розвитку двигунів сучасного легкового автомобіля характеризується освоєнням все більш високих кутових швидкостей ( $6000 \dots 12000 \text{ хв}^{-1}$  і вище), що призводить до зростання середньої кутової швидкості.

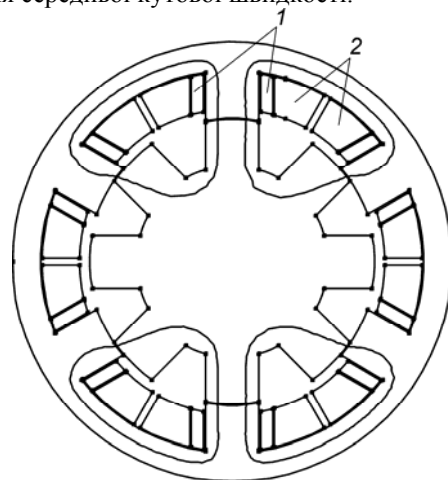


Рис. 2. Конструкція індукторних генераторів з внутрішньозамкнутим магнітним потоком (лінією наведено шлях по якому замикається магнітний потік)

Слід також підкреслити тенденцію щодо росту потужності електрообладнання АТЗ.

Можна зробити висновок, що при проектуванні індукторних машин, поперед за все, необхідно враховувати призначення транспортного засобу, керуючись при цьому середньою експлуатаційною кутовою швидкістю та необхідною потужністю, що споживається.

Кінцевою метою проектування автотранспортних генераторів є отримання максимальних питомих показників при мінімальних економічних затратах.

Як відомо, максимальна потужність генератора є добутком числа фаз, головних розмірів генератора, діапазону кутових швидкостей, максимальним зна-

ченням індукції в повітряному зазорі і лінійним навантаженням [2]

$$p = D^2 \cdot l \cdot n \cdot A \cdot B_{\delta} \cdot k.$$

По суті, при конструюванні генераторів задача зводиться до досягнення компромісу між окремими конструктивними параметрами і економічними показниками, що відображається цільовою функцією.

$$G = \frac{P_{\text{ПИТ max}}}{C_{\text{min}}},$$

де  $P_{\text{ПИТ max}}$  - максимально досяжна питома потужність  $P_{\text{ПИТ}} = f(m, f, \Phi, I, W)$ ;

$C_{\text{min}}$  - економічні витрати  $C_{\text{min}} = f(C_{\text{матер}}, C_{\text{вироб}}, C_{\text{експ}})$ .

Під економічними витратами у даному випадку ми розуміємо вартість активних матеріалів, витрати на виробництво і експлуатаційні витрати.

Як відомо, з ростом частот, що генеруються збільшуються втрати в сталі, а також внаслідок поверхневого ефекту втрати в міді. Це змушує використовувати більш якісні і, відповідно, більш дорогі матеріали, а також спеціальні схемні рішення для зниження поверхневого ефекту, що призводить до збільшення собівартості одиниці продукції.

Можна підкреслити як позитивний фактор ту обставину, що експлуатаційні витрати індукторних генераторів (ІГ) практично не залежать від окремих конструктивних рішень і залишаються сталими, а в силу безконтактності конструкції меншими, ніж, наприклад, у контактних синхронних генераторів.

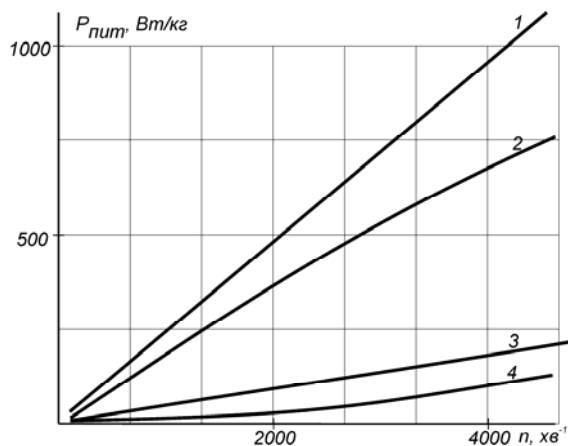


Рис. 3. Залежності електромагнітної (1), корисної (2) потужностей, втрат в сталі  $\delta=0,5$  мм на перемагнічування (3) та вихрові струми (4) в функції частоти обертання для  $m=3$

При конструюванні автотранспортних генераторів приходиться зважати на те, що ряд конструктивних і технічних параметрів завдані жорстко і визначаються, зокрема, видом і призначенням транспортного засобу.

Так, наприклад, автомобільні генератори мають обмеження як по головним розмірам, так і по експлуатаційним (температурним, шумовим, вібраційним) режимам.

З вищенаведеного аналізу можна зробити висновок, що конструювання генератора для автотранспортного

засобу зводиться до пошуку технічного і схемного рішення, яке забезпечує отримання найкращих питомих показників при заданих конструктивних обмеженнях.

Розглянемо для прикладу варіант генератора з різним числом зубців на роторі  $Z_2$ . У випадку багатофазної машини співвідношення числа зубців ротора і статора буде визначати кількість фаз машини. При  $Z_1=12$  і  $Z_2=8$  число фаз  $m=3$  (рис. 3, 4), при  $Z_1=12$  і  $Z_2=9$  -  $m=4$  (рис. 5). При однакових: діаметрі  $D$ , довжині активної частини  $l_i$  на одних і тих же кутових швидкостях генератор  $Z_1=12$  і  $Z_2=9$  генерує ЕРС частотою в 1,25 рази більшу ніж при  $m=3$ .

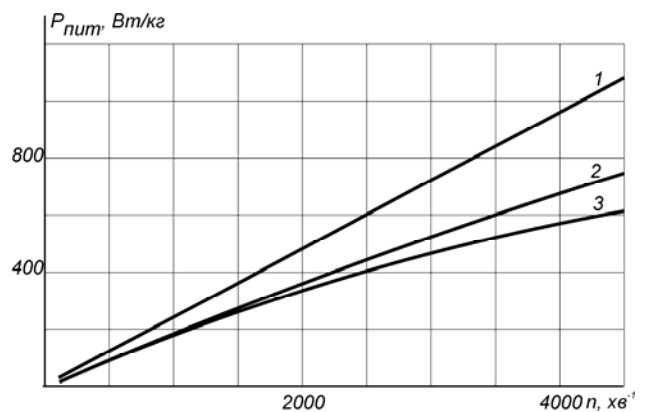


Рис. 4. Залежності електромагнітної (1) та корисних потужностей для сталей  $\delta=0,35$  мм (2) і  $\delta=0,5$  мм (3) для  $m=3$

Відомо [3], що електромагнітна потужність індукторного генератора визначається

$$P = m \cdot E \cdot I, \quad E = \pi \cdot \sqrt{2} \cdot f \cdot k_W \cdot W \cdot \Phi.$$

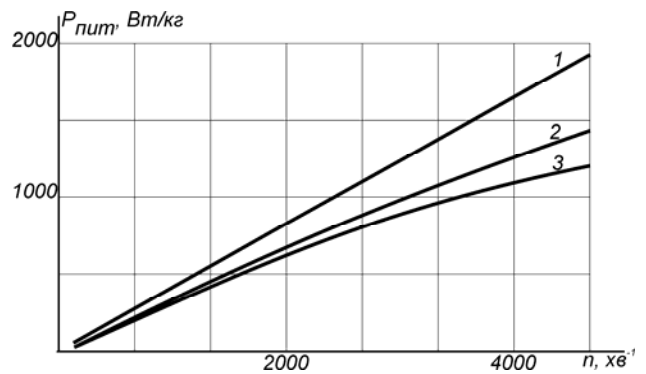


Рис. 5. Залежності електромагнітної (1) та корисних потужностей для сталей  $\delta=0,35$  мм (2) і  $\delta=0,5$  мм (3) для  $m=4$

Частота ЕРС наведена в обмотці якоря індукторного генератора не залежить від конфігурації зубцевої зони, а визначається тільки числом зубців ротора та швидкістю його обертання

$$f = \frac{Z_2 \cdot n}{60}.$$

Корисна потужність, що знімається з генератора, буде менше електромагнітної потужності на величину втрат, які також є функцією як частоти, так і струму.

Їх можна поділити на втрати в сталі (гістерезисні втрати  $P_{\Pi} = \eta_{Ж} \cdot B^{1,6} \cdot f \cdot V$  та вихрові струми  $P_i = \frac{1,67}{\rho_c} \cdot B^2 \cdot f^2 \cdot \Delta^2 \cdot V$ ) і втрати в міді. Останні також можуть мати функціональну залежність від частоти внаслідок прояву поверхневого ефекту. Однак для частот, що не перевищують 800...1000 Гц впливом цього ефекту можна знехтувати.

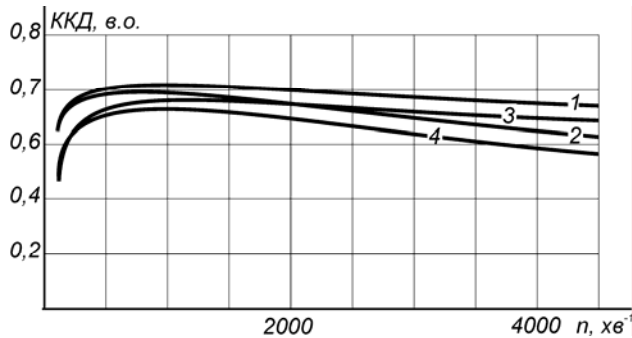


Рис. 6. Залежності ККД від частоти обертання для  $m=4$  (1 -  $\delta=0,35$  мм, 2 -  $\delta=0,5$  мм) та  $m=3$  (3 -  $\delta=0,35$  мм, 4 -  $\delta=0,5$  мм)

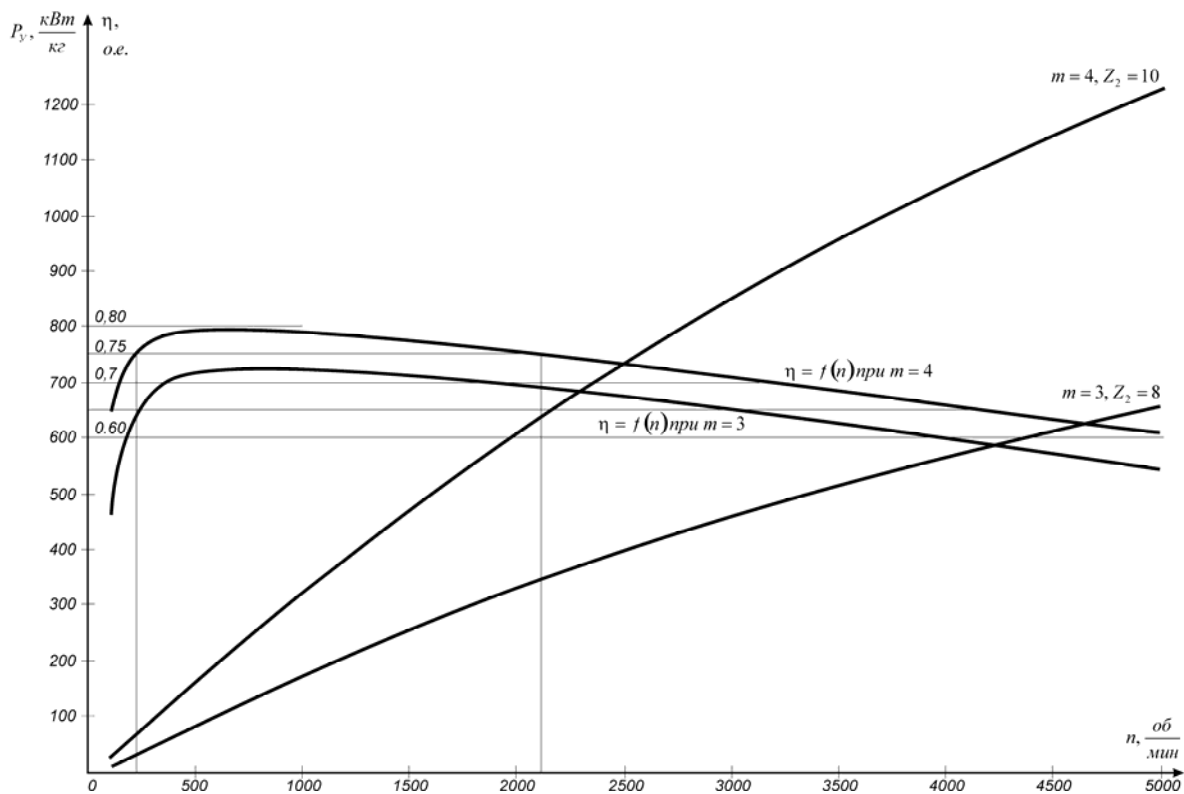


Рис. 7. Функції на залежність питомої потужності від частоти обертання та числа фаз генератора

### ВИСНОВКИ

1. Індукторні генератори типу секцин можуть бути альтернативою контактним синхронним автотранспортним генераторам.
2. При проектуванні індукторних генераторів з максимальними питомими показниками слід керуватися економічною доцільністю.

### ЛІТЕРАТУРА

- [1] Гречко М.В., Дяченко В.В. Перспективи використання вентильних електричних машин у автотранспортних засобах// Вісник СХУ. – 2004. – №12. – С. 66-69.
- [2] Альпер Н.Я., Терзян А.А. Индукторные генераторы. М., Энергия, 1970, 192 с.
- [3] Постников И.М. Проектирование электрических машин. К., государственное издательство технической литературы УССР, 1960, 910 с.

Надійшла 27.01.2006