

ЗМЕНШЕННЯ ВАГИ МІДІ ОБМОТКИ ЗБУДЖЕННЯ ІНДУКТОРНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Розроблений та досліджений вентильний індукторний генератор радіального збудження, в якого котушки обмотки збудження, котушки якірної обмотки розміщені на одних і тих же зубцях статора. Розглянута можливість зменшення ваги міді обмотки збудження за рахунок додаткового використання якірної обмотки в якості обмотки збудження.

Проблема і її зв'язок з науковими задачами. Автотракторні генератори випускаються щорічно мільйонними серіями. Тому покращення їх масогабаритних показників та підвищення надійності має важливе народногосподарське значення.

Аналіз досліджень і публікацій. Найбільш надійними є автотракторні генератори індукторного типу, так як в них відсутня обмотка на роторі, відсутні контактні кільця і щітки, а ротори надзвичайно прості при виготовленні. Однак по масогабаритним показникам та витраті активних матеріалів індукторні генератори значно уступають синхронним генераторам з обмоткою збудження на роторі.

Постанова задачі – покращення масогабаритних та питомих показників індукторних генераторів.

Викладення матеріалу і його результати. Був розроблений, виготовлений і досліджений вентильний індукторний генератор радіального збудження, відмінною особливістю якого є те, що на зубцях статора розміщують окремо зосереджені котушки якірної обмотки і обмотки збудження.

Число зубців статора $z_1=6$. Кожна пара зубців є окремою фазою. Також кожна пара зубців утворює магнітний потік збудження, $2p_{36}=6$. Число зубців ротора $z_2=8$.

Фази якірної обмотки з'єднані в трикутник, при цьому в фазах якірної обмотки послідовно та узгоджено з іншими фазами ввімкнено діоди.

Завдяки діодам в фазах якірної обмотки протікає однопівперіодний випрямлений струм. Магнітний потік реакції якоря

має таку ж форму, що і струм, який його створює. Він має постійну складову і в два рази меншу основну гармонічну складову.

Відповідно в два рази завдяки діодам в фазах якірної обмотки зменшуються індуктивні опори x_d та x_q і відповідно поздовжня ЕРС реакції якоря E_d та поперечна ЕРС реакції якоря E_q . Жорсткість зовнішньої характеристики генератора завдяки діодам дуже різко зростає. При цьому магнітний потік реакції якоря, створений однопівперіодним випрямленим струмом, повинен бути направлений узгоджено з магнітним потоком, створеним обмоткою збудження.

Завдяки діодам потужність зростає більш ніж в два рази порівняно з серійним індукторним генератором такої ж ваги і розмірів.

Вага міді обмотки якоря, яка виконана проводом $d=0,95$ мм числом витків котушки $W_k=29$, становить 225 грам. Вага міді обмотки збудження, яка виконана проводом $d=0,67$ мм числом витків котушки $W_k=73$, складає 480 грам, тобто більш ніж в 2 рази перевищує вагу міді обмотки якоря.

Щільність струму в обмотці якоря при навантаженні $P_2=600$ Вт (струм випрямлений $I_d=43$ А, струм в фазі)

$$I_\phi = \frac{0.815}{\sqrt{3}} \cdot I_d = 20.2A$$

становить

$$j_a = \frac{I_\phi}{S_{ma}} = \frac{20,2}{0,7085} = 28,5 \frac{A}{mm^2}.$$

Щільність струму в обмотці збудження

$$j_{3\delta} = \frac{I_{3\delta}}{S_{m3\delta}} = \frac{5A}{0,352} = 14,2 \frac{A}{mm^2}.$$

Із характеристики холостого ходу $E_o = f(I_{3\delta})$, знятий при $n=5000$ об/хв. (рис.1), видно, що оптимально було б працювати при більшому струмі збудження, а саме $I_{3\delta}=6$ А, E_o при цьому зростає на 8% і число витків якірної обмотки можна зменшити на 8%, що збільшить жорсткість зовнішньої характеристики, так як ЕРС реакції якоря E_d зменшується пропорційно квадрату числа витків [1], при цьому потужність генератора збільшується приблизно на 100 Вт (20%). Але опір обмотки збудження повинен дорівнювати $R_{3\delta}=2,8$ Ом, це величина незмінна і стандартна для всіх типів генераторів, які працюють з акуму-

ляторами на 14 В. Струм збудження, який регулюється реле напруги, не повинен перевищувати 5А.

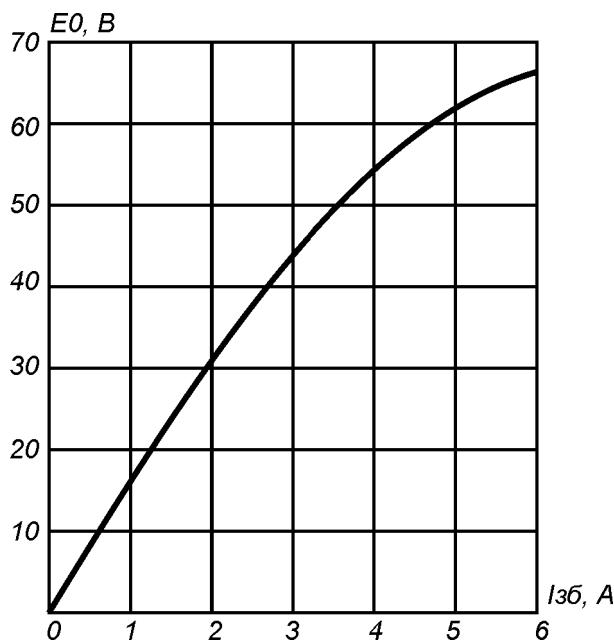


Рисунок 1 – Характеристика холостого ходу

Щоб збільшити МРС збудження, необхідно збільшити число витків, а щоб опір обмотки не збільшився, пропорційно потрібно збільшити поперечний переріз проводу

$$R_{зб} = \rho \frac{\ell_{зб} W_{зб}}{S_M}.$$

При збільшенні МРС на 20% вагу міді треба збільшити на 44%, тобто вага міді обмотки збудження буде становити $480 \cdot 1,44 = 691$ грам, що є, звичайно, неприйнятним.

Проблему збільшення МРС збудження і додатково ще й зменшення ваги міді обмотки збудження можна вирішити, якщо якірну обмотку змусити працювати в якості обмотки збудження. Якщо приєднати джерело постійного струму до виводів AZ якірної обмотки (рис. 2), по якірній обмотці протікатиме струм збудження, створювана ним МРС збудження буде складуватись з МРС обмотки збудження.

Експериментальний зразок індукторного генератора досліджувався при струмі збудження 5А. МРС збудження одного полюса становило

$$F_n = I_{зб.} \cdot W_k = 5 \cdot 73 = 365 \text{ A.}$$

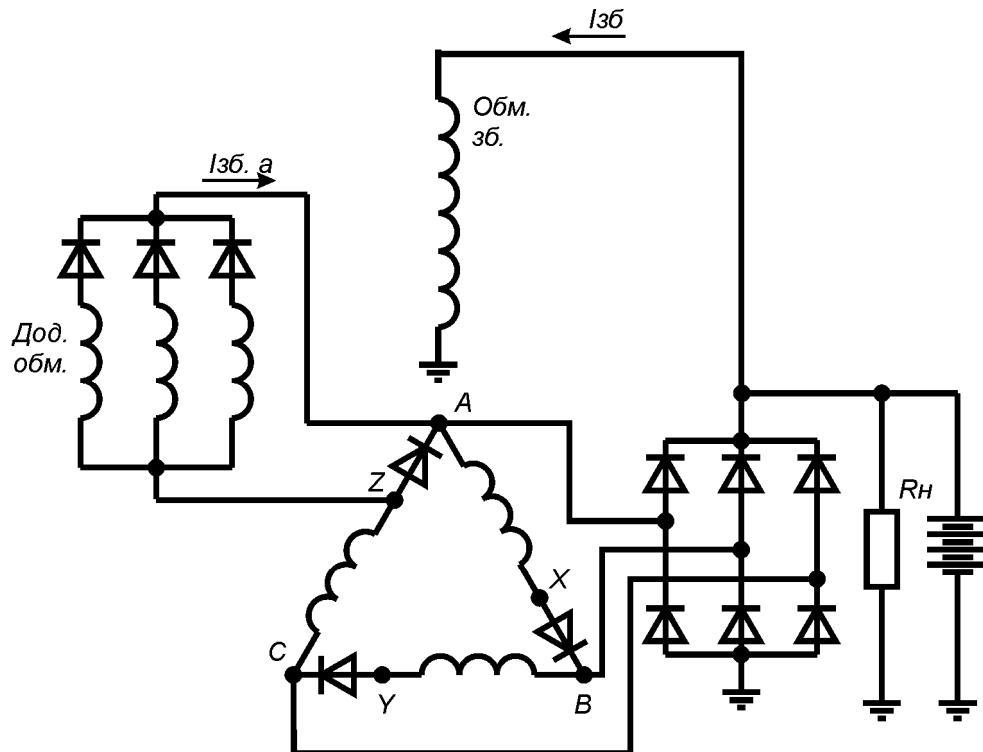


Рисунок 2 – Електрична схема

Якщо збільшити МРС збудження на 20%, МРС полюса становитиме

$$F_n' = I_{3б} \cdot W_k = 6 \cdot 73 = 438 \text{ A},$$

і якщо навантаження на обмотку збудження зменшити на 20%, МРС котушки збудження і відповідно полюса становитиме

$$F_n'' = I_{3б}'' \cdot W_k = 4 \cdot 73 = 292 \text{ A},$$

а різницю між F_n' та F_n'' компенсуватиме якірна обмотка, то струм збудження в якірній обмотці повинен дорівнювати

$$I_{3б.a} = \frac{F_n'}{W_{ka}} = \frac{438 - 292}{29} = 5 \text{ A}.$$

Так як опір обмотки якоря між виводами A-Z складає 1 Ом, напруга джерела постійного струму потрібна всього 5 вольт. Це джерело постійного струму виконується так. На кожному зубці укладають додаткові витки числом $W_{к.д.} = 14$ проводом $d = 0.63$ мм. Витки зубців

попарно об'єднують в фази, подібно до якірної обмотки, але на відміну від якірної обмотки фази додаткової обмотки з'єднують в зірку і приєднують до трифазного однопівперіодного випрямляча, виконаного на трьох п'ятиамперних діодах. Вага міді додаткової обмотки складає 70 грам, при цьому вага міді збудження зменшується на 170 грам.

Втрати в обмотці якоря струму збудження, що протікає по якірній обмотці, складають всього 25 ват.

Слід зазначити, що із збільшенням навантаження ефективність додаткової обмотки пропорційно навантаженню зменшується, так як частина струму збудження, що протікає по якірній обмотці, відгалужується в навантаження. Але вже розроблені і досліджені прості засоби, які компенсують цей негативний ефект.

Висновки та рекомендації. По масогабаритним показникам описаний індукторний генератор наближається до показників серійних автомобільних генераторів з контактними кільцями. Але, зважаючи на більш просту конструкцію (ротор без обмотки збудження і без контактних кілець) і більшу надійність розроблений генератор повинен знайти широке застосування.

Разработан и исследован вентильный индукторный генератор радиального возбуждения, в котором катушки обмотки возбуждения и катушки якорной обмотки размещены на одних и тех же зубцах статора. Рассмотрена возможность уменьшения веса меди обмотки возбуждения за счет дополнительного использования якорной обмотки в качестве обмотки возбуждения.

It is designed and investigated the valve inductive generator of radial stimulation, in which the field bobbin and armature coil are placed on the same teeth of stator. It is considered the opportunity to lessen the weight of copper of field bobbin due to additional using of armature coil as a field coil.

Бібліографічний список

1. Луцьк В.Д. Покращення параметрів вентильних індукторних генераторів. //Вісник НТУ "ХПІ". Збірник наукових праць—Харків.—2005. №48.— с. 77-82.