

УДК62-505

Стратіла Б.В.

Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОНОМНОГО ГЕНЕРАТОРА ЗА ДІАГНОСТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

У статті приведено розрахунки для електрогенератора. Розрахунки дозволяють більш точно оцінити параметри енергоефективності.

Ключові слова: *двигун, компресор, циліндро-поршнева група.*

The article presents calculations for the generator. Calculations allow more accurate estimation of energy efficiency parameters.

Key words: *engine, compressor, cylinder-piston group.*

Вступ. Автономне джерело електричної енергії на базі двигуна внутрішнього згорання (Автономний генератор, бензогенератор, дизельний генератор генераторна установка) – це автономна силова установка для генерації та забезпечення споживачів електричною енергією, застосовується для основного або резервного джерела живлення та забезпечення надійного електропостачання.

Мета роботи. Визначити показники ефективності циліндро-поршнєвої групи при зміні моменту прокрутки колінчастого валу двигуна без подачі палива в режим компресора шляхом вимірювання струму та рівня напруги двигуна стартера.

Матеріал та результат досліджень. Основою енергоефективної і надійної роботи електротехнічного обладнання є проведення комплексу діагностичних процедур для визначення технічного стану і своєчасного ремонту. Основною причиною втрати справного стану енергогенеруючих електростанцій з двигунами внутрішнього згорання є зношування циліндро-поршнєвої групи. Дану методику діагностування можна використовувати як у гірничих роботах, наприклад резервне освітлення, так і на виробництвах, де відключення основного джерела енергії призведе до незворотних наслідків або загрози життю людини.

Як правило, для діагностування циліндропоршнєвої групи у бензиновому двигуні буде застосовуватися компресорний режим роботи, де в якості показників ефективності використовуються електричні параметри пуску стартера двигуна або тиск, який утворюється в результаті стискання повітря.

Деякі генератори обладнані електричним стартером, що робить задачу визначення ефективності легше за рахунок того, що ми можемо передавати крутний момент на маховик за допомогою електричного стартера та використовувати двигун у компресорному режимі (без подачі та підриву палива) для визначення показників ефективності.

Але так як деякі генератори мають тільки ручний стартер, що робить задачу запуску двигуна внутрішнього згорання у компресорному режимі неможливою. Тому модернізація системи буде полягати у визначенні ефективності циліндропоршнєвої групи на базі двигуна з ручним стартером для вимірювання тиску і розрахунку енергії.

Основним показником ефективності циліндропоршнєвої групи буде енергія витрачена на прокрутку поршня у циліндрі без свічі запалювання та з нею (в дизельному двигуні замість свічі запалювання виймають форсунку для створювання різниці опорів). Різниця цих двох енергій буде діагностичним показником.

Для прокрутки маховика доцільно використовувати електричний двигун, але так як частота обертання двигуна занадто велика є необхідність в її зменшенні. Для зменшення

частоти обертання (до 1000 об/хв) використовується планетарний редуктор, який приєднується до електричного двигуна постійного струму і набору трещіток механізму ручного стартера, що дає змогу запустити двигун, який обладнаний ручним стартером у компресорному режимі.

Отже, основні елементи які містить конструкція бензинового генератора, в якому є тільки ручний стартер з запропонованою конструкцією модернізації для запуску в компресорному режимі: це синхронний генератор; чотиритактний, одноциліндровий двигун внутрішнього згоряння, ручний стартер, планетарний редуктор, та електричний двигун.

Використання даного пристрою можливо або на виробництвах, або на гірничих роботах (наприклад, метрополітен або вугільні та інші шахти). У самому тунелі, де йдуть прохідницькі роботи, генератор не встановлюється через те, що по правилах безпеки не можна використовувати генератор у закритих приміщеннях – є велика ймовірність отруїтись вихлопними газами. Якщо мова іде про встановлення генераторної підстанції, що включає в себе групу генераторів, тоді встановлення такої системи у тунелі є неможливими через великі габарити системи.

Генераторна підстанція встановлюється поза межами гірничих робіт, наприклад, на верху у спеціальному приміщенні. До аварійної генераторної підстанції підключений понижуючий трансформатор, який живить низьковольтну аварійну мережу освітлення. Це зроблено для того, щоб робочі, які знаходяться у виробці під час аварійної ситуації, коли вмикається аварійна електрична мережа не знаходилися під напругою і їх життя не загрожувало ураження електричним током.

Для діагностування розроблений пристрій монтується до кожного генератора окремо і визначає справність циліндро-поршньової групи. Якщо несправності будуть знайдені, тоді генератор віддається на подальше діагностування та ремонт.

Основним показником використання любого енергетичного об'єкта є показник енергоефективності.

В загальному випадку енергоефективність об'єкта можливо представити у вигляді коефіцієнта корисної дії (ККД) системи. Для об'єкта с послідовною передачею енергії:

$$\eta_0 = \prod_{i=1}^n \eta_i \quad (1)$$

де η_i – ККД i – го елемента;

n – кількість елементів.

В випадку автономного джерела живлення загальна кількість основних елементів складає 3: двигун внутрішнього згорання, синхронний генератор, стабілізатор напруги. ККД двигуна внутрішнього згорання можливо визначити з теоретичного адіабатичний цикл:

$$\eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \quad (2)$$

k – показник адіабати для повітря.

Втрати енергії та ККД синхронних машин синхронних машин залежить від величини навантаження і від її характеристики. У синхронних машин з потужністю менше 100кВ ККД $(80 \div 90)\%$, у синхронних машинах з потужністю більше 100кВ $= (90 \div 99)\%$.

ККД стабілізатор напруги також залежить від навантаження і складає 0,8-0,9.

Враховуюче вищесказане коефіцієнт корисної дії (ККД) автономного джерела

живлення:

$$\eta_0 = 1 - \frac{1}{\left(\frac{\ln \left[\frac{\Delta t U I (1-k_I)(n-1) + 2 p_0 V_0 + \left(\Delta t U I (n-1)(1-k_I) \left((\Delta t U I (1-k_I)(n-1) + 4 p_0 V_0) \right)^{\frac{1}{2}} \right)}{2 p_0 V_0} \right]^{\frac{1}{2}}}{e^{\frac{n-1}{n-1}}} \right)^{k-1}} \eta_{alt} \eta_{stab} \quad (3)$$

Графік зміни коефіцієнта корисної дії (ККД) системи представлено на рис. 1.

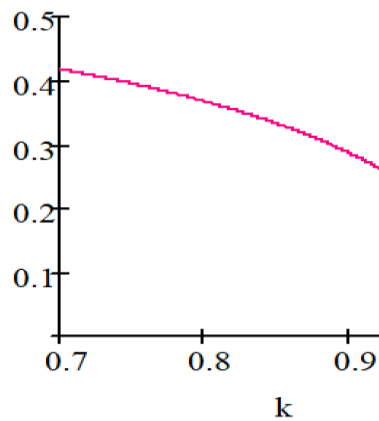


Рисунок 1 –Графік зміни ККД автономного джерела живлення від ступеню стиснення

З аналізу графіка слід відзначити гіперболічну залежність зміни ККД автономного джерела живлення від коефіцієнту відношення струмів.

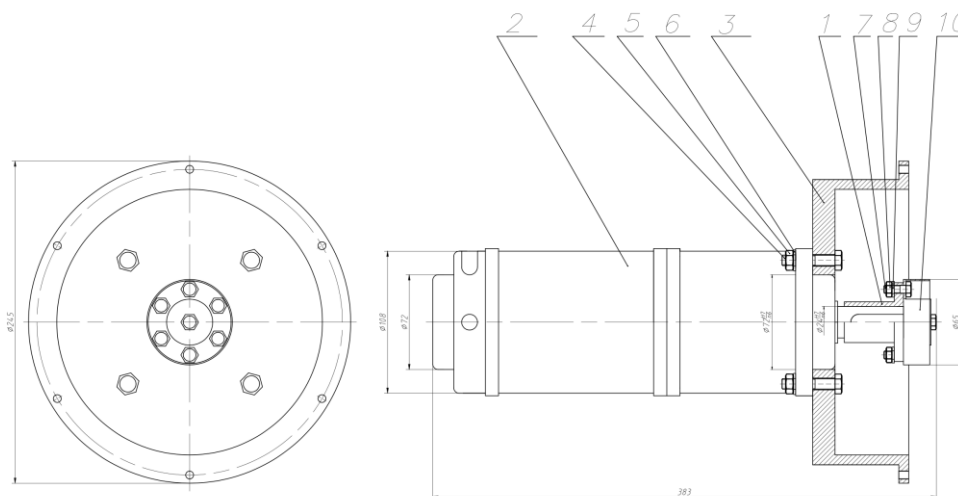


Рисунок 2 – Пристрій для діагностування автономного генератора

Висновок. Для зберігання робочого стану електричного генератора потрібно

аналізувати діагностичні показники, наприклад, за визначним технічним станом або коефіцієнтом стиснення. Великим плюсом є те що визначення енергетичної ефективності може відбуватись на генераторах без електричного стартера, що дуже корисно у випадку, коли електрогенеруюча станція має бюджетні генератори. Тим самим діагностування стає легшим завдяки запропонованій конструкції яка складається з електричного двигуна постійного струму, перехідного фланця, який з'єднується з корпусом двигуна, та напівмуфти, яка передає крутний момент на маховик двигуна, щоб запустити його в компресійному режимі. Також, розрахунки основних показників не великі по об'єму, що дає змогу користувачеві автоматизувати процеси визначення показників шляхом розробки спеціальної програми

Список літератури:

1. И. А. Большенко, "Обзор и анализ конструкций электромеханических приводов клапанов газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания" [Електронний ресурс] : Известия вузов. северо-кавказский регион. технические науки. 2013. № 6 - Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-i-analiz-konstruktsiy-elektromekhanicheskikh-privodov-klapanov-gazoraspredelitelnogo-mehanizma-dvigatelya-vnutrennego-sgoraniya/viewer> – Заголовок з екрана.
2. Болтянський О.В., к.т.н., 1 Болтянська Н.І., к.т.н, "Поліпшення екологічних і економічних показників автомобільних двигунів шляхом вдосконалення газорозподільного механізму" [Електронний ресурс] : Таврійський державний агротехнологічний університет- Режим доступу :<http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/2498/1/11-120-126.pdf>– Заголовок з екрана.
3. Zaichenko, S., Shevchuk, S., Opryshko, V., Pryadko, S., & Halem, A. (2020, May). Autonomous electric power source energy efficiency improvement by internal combustion engine gases distribution control. In 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS) (pp. 262-265). IEEE.

Науковий керівник проф. Зайченко С.В.