

## ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВТОНОМНОГО ГЕНЕРАТОРА ЗА ДІАГНОСТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

*Зайченко С. В., проф., д.т.н. (каф. ЕМОЕВ КПІ ім. Ігоря Сікорського);  
Шевчук С. П., проф., д.т.н. (каф. ЕМОЕВ КПІ ім. Ігоря Сікорського);  
Халем А. А., магістр (каф. ЕМОЕВ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

**Анотація.** Розглянуті питання підвищення енергоефективності джерел безперебійного живлення особливої групи електричних приймачів. Запропоновано методику визначення енергоефективності резервного джерела живлення особливої групи електричних приймачів з використанням рівня струму стартера у якості діагностичного параметра.

**Ключові слова:** струм стартера, діагностична система, ступінь стиснення, двигун внутрішнього згорання.

**Abstract.** Discussed of increase of energy efficiency of uninterruptible power supplies of a special group of electric receivers are considered. A method for determining the energy efficiency of the backup power source of a special group of electrical receivers using the starter current level as a diagnostic parameter is proposed.

**Keywords:** starter current, diagnostic system, compression ratio, internal combustion engine.

**Вступ.** Основою енергоефективної надійної роботи електротехнічного обладнання є проведення комплексу діагностичних процедур для визначення технічного стану і своєчасного ремонту. Серед організаційно-технічних засобів спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини під час трудової діяльності особлива увага приділяються особливій групі електричних приймачів. Особлива група електричних приймачів виділяється зі складу електричних приймачів І категорії надійності, безперебійна робота яких необхідна для безаварійного зупину виробництва, з метою запобігання загрози життю людей. Для запобігання загрози життю людей передбачається додаткове живлення від третього незалежного взаємно резервуючого джерела живлення. Єдиним рішенням додаткового живлення від третього незалежного взаємно резервуючого джерела живлення у випадку аварій основної мережі є використання енергогенеруючих електростанцій з двигунами внутрішнього згорання. В основі процесу діагностування є отримання експериментальних даних, діагностичних ознак, які в залежності від ступені інформативності визначають стан об'єкта, що досліджується. Основною причиною втрати потужності і енергоефективності автономних електростанцій з двигунами внутрішнього згорання є зношування циліндро-поршнєвої групи. Вказаних недоліків позбавлені системи діагностування двигуна внутрішнього згорання з використанням рівня струму стартера у якості діагностичного параметра.

Одним з прогресивних методів діагностування стану автономних станцій є метод оснований на аналізі зміни моменту прокручування колінчастого валу

двигуна без подачі палива в компресорному режимі, шляхом вимірювання рівня струму і напруги двигуна стартера при різних станах камери згорання [1, 2]. Запропонований метод діагностування, як збільшить методів потребує для своєї реалізації попередньо встановлених даних про значення струмів в і напруги двигунів стартерів, що суттєво обмежує застосування даного методу, а у випадках створення нових зразків двигунів робить неможливим.

**Аналіз стану питання.** Слід виділити окрему групу робіт які досліджують процеси діагностування циліндро-поршньової групи двигунів внутрішнього згорання в компресорному режимі по току стартера [3-7]. З причини того, що при діагностуванні даним методом головний опір прокручуванню колінчастого валу двигуна створюють гази, що стискаються одним з варіантів побудови моделі є визначення навантаження на стартер від компресійної складової. Сумісне використання рівнянь кінематики і статички для динаміки кривошипно-шатунного механізму, рівнянь головних параметрів двигуна постійного струму дозволяють отримати аналітичні залежності зміни струму від параметрів діагностичної системи.

З проведеного аналізу математичних моделей процесу діагностування двигунів необхідно відзначити про суттєве значення компресійної складової на стан двигуна внутрішнього згорання на енергоефективність автономних джерел живлення. Існуючі моделі потребують уточнення з врахуванням окремих законів руху окремих мас системи (поршня, шатуна, колінчастого валу).

**Мета роботи:** дослідження з енергоефективності автономного генератора за діагностичними показниками отриманими під час пуску одноциліндрового двигуна внутрішнього згорання у тестовому режимі без подачі палива за струмом стартера.

**Методики, матеріали і результати досліджень.** 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  $\eta_i$  - ККД  $i$  - го елемента;  $n$  - кількість елементів.

У 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 (коефіцієнта навантаження), так і від її характеристики. У синхронних машин з потужністю менше  $100\text{кВ}$  ККД  $(80 \div 90)\%$ , у синхронних машинах з потужністю більше  $100\text{кВ} = (90 \div 99)\%$ . ККД стабілізатора напруги також залежить від навантаження і складає  $0,8-0,9$ .

Враховуюче вищесказане коефіцієнт корисної дії (ККД) автономного джерела живлення:

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

де  $p_0$  - початковий тиск у циліндрі;  $V_0$  - початковий об'єм у циліндрі;  $V_1$  - кінцевий об'єм у циліндрі;  $n$  - показник політропи для повітря (1.2-1.365);

$k_I = \frac{I_1}{I}$  - відношення струмів.

Відношення  $\frac{V_0}{V_1}$  є ступень стиснення двигуна  $\varepsilon$ .

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

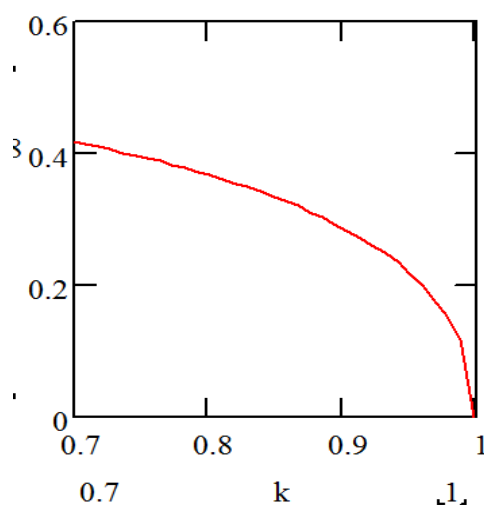


Рис. 1. Графік зміни ККД автономного джерела живлення від відношення струмів пуску

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

**Висновки.** Запропоновано для визначення енергоефективності генераторів використати ККД системи. Встановлено гіперболічну залежність зміни ККД автономного джерела живлення від коефіцієнту відношення струмів.

## Література

1. Shevchuk S. et al. Determination of the Diagnostic System Inertial Parameters for Power Generating Station Combustion Engine //2019 IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS). – IEEE, 2019. – С. 88-91.

2. Зайченко С. П. и др. Обґрунтування вибору засобів діагностування автономної енергоустановки на базі двигуна внутрішнього згорання //Збірник матеріалів конференції: " Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку–PEMS". – 2019.

3. Нечаев В. В., Воробьев Е. В., Тарасенко А. А. Методики технического диагностирования цилиндропоршневой группы дизелей холодной пусковой прокруткой коленчатого вала. – 2007.

4. Кривцов С. Н., Упкунов Ю. Н., Кривцова Т. И. Теоретические предпосылки метода диагностирования компрессионных свойств дизельного двигателя по параметрам тока //Вестник ИрГСХА. – 2010. – №. 38. – С. 71-77.

5. Бажинов А. В., Серикова Е. А. Программно-аппаратный комплекс оценки остаточного ресурса двигателя внутреннего сгорания //Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2009. – №. 45.

6. Нечаев В. В., Капустин В. П., Кораблин И. И. Безразборный метод определения состояния цилиндропоршневой группы двигателя по разбросу компрессии //наука, образование и инновации в современном мире. – 2018. – С. 346-352.

7. Нечаев В. В. математические зависимости, позволяющие определить разброс компрессии в цилиндрах двигателя без его пуска //Национальные приоритеты России. Серия 1: Наука и военная безопасность. – 2017. – №. 2. – С. 15-18.