

## ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

О.Б. Богасєвський, доцент, д.т.н., О.А. Дзюбенко, доцент, к.т.н. ХНАДУ

*Анотація.* Приведені показники оцінки підвищення ефективності енергозбереження тепловозного дизель-генератора.

*Ключові слова:* дизель-генератор, перехідний процес, питома витрата палива, ефективні показники енергозбереження.

## ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

А.Б. Богаевский, доцент, д.т.н., А.А. Дзюбенко, доцент, к.т.н. ХНАДУ

*Аннотация.* Приведены показатели оценки повышения эффективности энергосбережения тепловозного дизель-генератора.

*Ключевые слова:* дизель-генератор, переходной процесс, удельный расход топлива, эффективные показатели энергосбережения.

## INDICES OF EFFICIENCY RATING ENERGY-SAVING OF LOCOMOTIVE DIESEL GENERATOR

A. Bogaevsky, Associate Professor, Doctor of Technical Sciences,  
A. Dziubenko, Associate Professor, Candidate of Technical Science, KhNAHU

*Abstract.* The indices of increasing efficiency rating energy-saving of locomotive diesel generator have been produced.

*Key words:* diesel generator, transient process, specific fuel consumption, energy-saving efficiency indices.

### Вступ

Для тепловозних дизель-генераторів характерна експлуатаційна робота з багатьма переключеннями режимів, причому переходи можуть бути як тривалими, так і короткими залежно від швидкості руху, величини вантажу, профілю колії, навички машиніста і т.д. При цьому істотне значення має співвідношення між часом роботи на усталених режимах і питоною вагою часу перехідних процесів під час експлуатаційної роботи.

За даними різних досліджень, питома вага

витрати палива в перехідних процесах стосовно витрати палива в усталених режимах може досягати 10% і більше [1,2].

### Аналіз публікацій

Як відзначається в ряді досліджень зокрема [3-5] на економічність тепловоза впливає маса факторів, зокрема: рід служби (вантажний, пасажирський, маневровий), потужність, кліматичні умови й навіть напрацьовані в окремих машиністів індивідуальні професійні навички методів управління тепловозами.

У якості оціночних показників режимів пропонується використовувати розподіл часу роботи з позицій контролера машиніста, коефіцієнт використання потужності дизеля, кількість перемикачів контролера машиніста й кількість скидань – накидів навантаження на дизель. Практично всі дослідники [4-6] одностайні в тім, що значний обсяг часу тепловози працюють у режимі холостого ходу (38-52%).

### Постановка задачі

Доцільно отримати оцінки, які дозволяють на стадії впровадження енергозберігаючих заходів визначити ефективність, що очікується при експлуатації транспортного засобу.

### Напрямки підвищення енергозбереження в усталених режимах

Отже, істотним резервом підвищення енергозбереження є зниження частоти холостого ходу двигуна генераторної установки. Кількісна оцінка отримана при експериментальних дослідженнях становить приблизно 1% підвищення економічності на 1% зниження частоти.

Розподіл часу роботи показує, що на номінальному режимі роботи тепловозні дизелі працюють у край обмежений період часу, а основний обсяг часу роботи припадає на роботу на середніх позиціях контролера машиніста. І в цьому випадку високоекономічний тепловозний дизель на номінальному режимі не забезпечує очікуваної економічності в експлуатації через несприятливе розташування його генераторної характеристики на сімействі універсальних характеристик.

Аналіз розташувань сімейств універсальних характеристик і генераторних характеристик тепловозних дизелів дозволяє встановити, що за рахунок зміни розташування генераторної характеристики економічність може бути поліпшено від 1 до 5%, особливо це відноситься до діапазону середніх частот обертання й потужностей. Безумовно, що це істотний резерв поліпшення енергозбереження в усталених режимах.

### Оцінка ефективності енергозбереження

Моделювання реального експлуатаційного відрізка часу, як розрахунковим, так і експе-

риментальним шляхом неможливо. Тому є сенс зосередитися на одержанні відносних оцінок виходячи із загальновідомих співвідношень між витратою палива в усталених й перехідних режимах. При цьому відомі межі співвідношень слід декілька розширити для наочності демонстрації очікуваних перспектив по енергозбереженню.

Для цього скористаємося виразом для середньоексплуатаційної питомої ефективної витрати палива [7]

$$g_{\text{ср.е.}} = \frac{\sum B_{\text{чпер.}} + \sum B_{\text{чуст.}}}{A},$$

де  $\sum B_{\text{чуст.}}$  – сума числових показників витрати палива на усталених режимах;  $\sum B_{\text{чпер.}}$  – сума числових показників витрати палива на перехідних режимах;  $A = 3600(\sum L_{\text{ген}} + \sum N_e \cdot \tau_i)$  – сумарна робота за умовний цикл експлуатації.

Для проведення аналізу у відносних величинах перетворимо цей вираз. Спочатку позначимо:

$$\sum B_{\text{чпер.}} = K_{\text{пер.}} \cdot \sum B_{\text{чуст.}},$$

де  $K_{\text{пер.}}$  – коефіцієнт, що позначає частку витрати палива на перехідні процеси.

Позначимо через  $\sum B_{\text{чуст.1}}$  витрату палива в усталеному режимі після впровадження енергозберігаючої технології для усталених режимів причому  $\sum B_{\text{чуст.1}} < \sum B_{\text{чуст.}}$ .

Вираз для  $\sum B_{\text{чуст.1}}$  можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned} \sum B_{\text{чуст.1}} &= \sum B_{\text{чуст.}} - K_{\text{зуст.}} \cdot \sum B_{\text{чуст.}} = \\ &= \sum B_{\text{чуст.}} \cdot (1 - K_{\text{зуст.}}) \end{aligned},$$

де  $K_{\text{зуст.}}$  – коефіцієнт, що враховує зниження витрати палива на усталених режимах.

Позначимо через  $\sum B_{\text{чпер.1}}$  витрату палива в перехідних режимах після впровадження енергозберігаючої технології для перехідних

режимів, причому  $\sum B_{\text{чпер.1}} < \sum B_{\text{чпер.}}$ .

Вираз для  $\sum B_{\text{чпер.1}}$  представимо у вигляді:

$$\begin{aligned} \sum B_{\text{чпер.1}} &= \sum B_{\text{чпер.}} - K_{\text{зпер.}} \cdot \sum B_{\text{чпер.}} = \\ &= \sum B_{\text{чпер.}} \cdot (1 - K_{\text{зпер.}}) \end{aligned}$$

де  $K_{\text{зпер.}}$  – коефіцієнт, що враховує зниження витрати паливам в перехідних режимах.

З урахуванням введених позначень вираз для середньоексплуатаційної питомої ефективної витрати палива  $g_{\text{ср.е.1}}$  після впровадження енергозберігаючої технології прийме вигляд:

$$g_{\text{ср.е.1}} = \frac{(1 - K_{\text{зуст.}}) \sum B_{\text{чуст.}}}{A} + \frac{K_{\text{пер.}} (1 - K_{\text{зпер.}}) \sum B_{\text{чуст.}}}{A}$$

Очевидно, що  $g_{\text{ср.е.1}} < g_{\text{ср.е.}}$ . Тоді їх відношення приймає вигляд:

$$\frac{g_{\text{ср.е.1}}}{g_{\text{ср.е.}}} = \frac{[(1 - K_{\text{зуст.}}) + K_{\text{пер.}} (1 - K_{\text{зпер.}})] \sum B_{\text{чуст.}}}{(1 + K_{\text{пер.}}) \sum B_{\text{чуст.}}}$$

або після перетворень:

$$\frac{g_{\text{ср.е.1}}}{g_{\text{ср.е.}}} = 1 - \frac{K_{\text{зуст.}}}{1 + K_{\text{пер.}}} - \frac{K_{\text{пер.}} \cdot K_{\text{зпер.}}}{1 + K_{\text{пер.}}}$$

Отриманий вираз зручний для оцінки впливу на підвищення енергозбереження заходів для усталених й перехідних режимів. Так складова  $\frac{K_{\text{зуст.}}}{1 + K_{\text{пер.}}}$  показує ступінь підвищення енергозбереження в усталених режимах, а складова  $\frac{K_{\text{пер.}} \cdot K_{\text{зпер.}}}{1 + K_{\text{пер.}}}$  показує ступінь підвищення енергозбереження в перехідних режимах.

Проаналізуємо можливості підвищення енергозбереження в усталених режимах виходячи з того, що вираз для  $g_{\text{ср.е.1}}$  можна представити у вигляді:

$$g_{\text{ср.е.1}} = g_{\text{ср.е.}} - \Delta g_{\text{еуст.}} - \Delta g_{\text{епер.}}$$

Тоді:

$$\frac{g_{\text{ср.е.1}}}{g_{\text{ср.е.}}} = 1 - \frac{\Delta g_{\text{еуст.}}}{g_{\text{ср.е.}}} - \frac{\Delta g_{\text{епер.}}}{g_{\text{ср.е.}}}$$

Звідси:

$$\frac{\Delta g_{\text{еуст.}}}{g_{\text{ср.е.}}} = \frac{K_{\text{зуст.}}}{1 + K_{\text{пер.}}} \quad \text{і} \quad \frac{\Delta g_{\text{епер.}}}{g_{\text{ср.е.}}} = \frac{K_{\text{пер.}} \cdot K_{\text{зпер.}}}{1 + K_{\text{пер.}}}$$

Розрахунки отриманих оцінок показують, що впровадження запропонованого методу енергозбереження для, усталених й перехідних режимів дозволить підвищити економічність тепловозного дизель-генератора на 4...5%.

Результати дослідження впливу зниження питомої ефективної витрати палива на збільшення значення  $\eta_e$  в області розташування оптимальних параметрів в усталених режимах представлені на рис. 1.

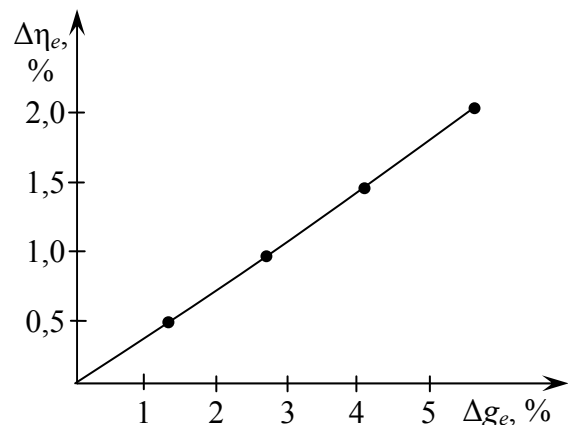


Рис. 1. Залежність  $\Delta \eta_e = f(\Delta g_e)$

## Виводи

Запропоновані оцінки підвищення енергозбереження дозволяють ще на стадії створення й впровадження того або іншого заходу оцінити очікувану ефективність, а отже й доцільність цих заходів.

## Література

1. Хомич А.З. Топливная эффективность и вспомогательные режимы тепловозных дизелей / А.З. Хомич – М.: Транспорт, 1987. – 271 с.
2. Володин А.И. Топливная экономичность

- силовых установок тепловозов / А.И. Володин, Г.А. Фофанов – М.: Транспорт, 1979. – 126 с.
3. Володин А.И. Экономия топлива на тепловозах / А.И. Володин, Г.А. Фофанов – М.: Трансжелдориздат, 1963. – 103 с.
4. Хомич А.З. Экономия топлива и теплотехническая модернизация тепловозов / А.З. Хомич, О.И. Тупицын, А.Э. Симпсон – М.: Транспорт 1975. – 264 с.
5. Кудряш А.П. Резервы повышения экономичности тепловозов 2ТЭ10Л / А.П. Кудряш, Е.Г. Заславский, Э.Д. Тартаковский – М.: Транспорт, 1975. – 64 с.
6. Косов Е.Е. Совершенствование режимов работы силовых энергетических систем тепловозов / Е.Е. Косов, Е.М. Шапран, В.В. Фурман // Издание ВНУ им. В.Даля. - Луганск: ВНУ, 2006. – 278 с.
7. Моделювання перехідних процесів тепловозного дизеля в експлуатаційному циклі з метою встановлення шляхів зниження витрат палива. // Н.-тех. звіт. № 0199U003102. – Харків, ХарДАЗТ, 2001. – 96 с.

Рецензент: Є.Д. Тартаковський, професор, д.т.н., УкрДАЗТ.

Стаття поступила в редакцію 25 жовтня 2011 р.