

національних умов допоможуть українській залізничній системі не тільки подолати виклики воєнного часу, а й закласти фундамент для довгострокового сталого розвитку транспортної інфраструктури.

[1] Боровик Ю. Т. Енергозбереження та енергоефективність як фактори підвищення конкурентоспроможності підприємств залізничного транспорту / Ю. Т. Боровик, Ю. В. Єлагін // Вісник економіки транспорту і промисловості. - 2018. - № 61. - С. 103-110.

[2] Лісовий А. (2024) Енергетична безпека України: другий рік війни. *MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS*, (1), 124–129. <https://doi.org/10.31891/mdes/2024-11-17>

УДК629.4

ЗАГАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ ЛОКОМОТИВА

GENERAL APPROACH TO DETERMINING THE ENERGY BALANCE OF LOCOMOTIVE

докт. техн. наук Ю. Є. Калабухін,

канд. техн. наук А. Л. Сумцов

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

Y. Kalabukhin, D.Sc. (Tech.),

A. Sumtsov, PhD (Tech.)

Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Енергетичний аудит транспорту - це систематичний та комплексний процес оцінки та аналізу енергоспоживання транспортних засобів та їхнього впливу на довкілля з метою зменшення витрат енергоресурсів, підвищення ефективності роботи і зниження викидів шкідливих речовин. Через те, що об'єкти аудиту на транспорті перебувають у русі, енергетичний аудит у цій сфері є особливо складним [1]. Зокрема це відноситься до тягового рухомого складу (тепловозів, електровозів та ін.). Саме в русі відбувається реалізація локомотивом свого призначення – переміщення не тягового рухомого складу з дотриманням вимог графіку та безпеки руху. Контроль показників для аудиту при цьому має свої складнощі: відсутність датчиків вимірювання викидів відпрацьованих газів, приладів обліку енергії спожитої на забезпечення функціонування допоміжних систем та ін.

Основою енергетичного аудиту є енергетичний баланс. Енергетичний баланс — це облік співвідношення між вхідними ресурсами та/або виробництвом енергетичних ресурсів і енергоемністю [2]. Енергетичний баланс узгоджує (балансує) всі енергетичні та матеріальні ресурси, які входять до меж системи, з енергетичними та матеріальними ресурсами, що залишають межі системи.

Енергетичний баланс локомотива — це визначення усіх потоків енергії, що входять до систем локомотива, та їх розподілу за певний проміжок часу. Його мета — визначити, яким чином використовується та перетворюється енергія.

Енергетичний баланс, за законом збереження енергії, поділяється на дві частини: прибуткову $E_{\text{пр}}$ і витратна $E_{\text{вит}}$. Таким чином енергетичний баланс є узагальненою характеристикою системи і є зрівноваженим

$$E_{\text{пр}} = E_{\text{вит}} \quad (1)$$

Прибуткова частина характеризує джерело енергії, що надходить у систему через різні енергоносії. витратна частина охоплює витрати енергії на всі види її використання, втрати під час перетворення енергії з одного виду в інший, втрати при передачі енергії, а також енергію, яка накопичується в накопичувачах енергії. Під час складання енергетичного балансу усі види енергоресурсів зводять до єдиного вимірника, яким в Україні зазвичай є джоуль, тонна умовного палива або кВт-год.

Проведення енергетичного аудиту локомотива зводиться до визначення енергетичного балансу локомотива. Тому основою побудови моделей та процедур є формування переліку складових енергетичного балансу.

Визначення прибуткової частини балансу не викликає складнощів через наявний облік споживання енергоресурсів локомотивом. Для всіх локомотивів використовують прилади обліку енергії або прямих джерел її зберігання. У випадку електровоза це буде споживання електричної енергії від контактної мережі за лічильником. Для тепловоза — за фактичним рівнем спожитого палива, що визначається приладами обліку. Гібридні локомотиви використовують декілька джерел, тому споживання енергії визначається за сумарним споживанням всіх видів енергії отриманих локомотивом з різних джерел задіяних під час поїздки.

Основну складність проведення енергетичного аудиту викликає витратна частина енергетичного балансу. В ній містяться як витрати енергії на основну функцію локомотива — створення сили тяги $E_{\text{т}}$, так і додаткові витрати роботу допоміжного устаткування $E_{\text{дод}}$ та втрати на перетворення енергії в процесі її споживання $E_{\text{втр}}$. Визначення фактичних витрат на тягу $E_{\text{т}}$ можливо доволі точно та якісно визначити використанням динамометричного вагону-лабораторії при виконанні поїздок. Визначення фактичних складових $E_{\text{дод}}$ та $E_{\text{втр}}$ є складним через різноманітність видів приводу допоміжного устаткування локомотива та змінний режим роботи устаткування.

Таким чином енергетичний аудит транспорту та енергетичний баланс локомотива є взаємопов'язаними прямим зв'язком, оскільки аудит базується на аналізі балансу для оцінки ефективності використання енергоресурсів. Енергетичний баланс локомотива визначає всі потоки енергії: вхідний (паливо, електроенергія), корисний (механічна робота) і втрати (теплові, механічні), що дозволяє виявити слабкі місця функціонування системи [3]. Енергетичний баланс дозволяє оцінити ефективність використання різних видів енергії та виявити ділянки її нераціонального використання [4, 5]. Енергетичний аудит

використовує ці дані для розробки рекомендацій, спрямованих на оптимізацію споживання енергії, зменшення втрат і підвищення ефективності локомотива, наприклад, через модернізацію систем чи впровадження енергозберігаючих технологій.

- [1] ДСТУ EN 16247-4:2015 (EN 16247-4:2014, IDT) Енергетичні аудити. Частина 4. Транспорт.
- [2] ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення
- [3] Маляренко В.А., Немировський І.А. (2010) Енергозбереження та енергетичний. НТУ «ХПІ», 344 с.
- [4] Здирко Н. Г. (2022) Удосконалення методики енергетичного аудиту в забезпеченні ефективного та екологічного енергокористування. *Ефективна економіка*. № 8. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2022_8_8.
- [5] Консультування підприємств щодо енергоефективності. Посібник із енергоаудиту (2020) Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. URL: <https://uamap.org.ua/storage>

УДК697:725.11

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ БУДІВЛІ ЗАКЛАДУ ТОРГІВЛІ

DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT MEASURES FOR THE BUILDING OF A COMMERCIAL FACILITY

А. В. Онищенко, М. В. Бірюков

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

A. V. Onyshchenko, M. V. Biryukov

Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Розробка та впровадження енергоефективних заходів в Україні критично важливо для зменшення енергетичної залежності та економічної стабільності країни, особливо при реконструкції або капітальному ремонті будівель закладів торгівлі.

Впровадження енергоефективних заходів дозволяє зменшити енергоспоживання, що призводить до зниження витрат на електроенергію та інші комунальні послуги. Це може включати модернізацію систем освітлення, використання енергоефективних приладів та утеплення будівель. У довгостроковій перспективі, зменшення витрат на енергію може значно покращити фінансовий стан закладу[1-2].

Використання енергоефективних технологій, таких як сонячні панелі, системи рекуперації тепла, або теплові насоси, допомагає знизити викиди парникових газів. Це не лише сприяє охороні довкілля, але й відповідає сучасним екологічним стандартам та вимогам.

Оптимізація систем опалення, вентиляції та кондиціювання повітря, а також встановлення систем автоматичного контролю мікроклімату допомагає створити комфортні умови для персоналу та клієнтів. Це може покращити продуктивність праці та залученість клієнтів.