

УДК 656.212.5.004.18

*Т.О. Людва, І.С. Ялова*

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ  
СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ  
СУЧАСНИХ РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Представив д-р техн. наук, професор О.М. Озар*

**Вступ.** Енергозбереження – основа побудови ефективної транспортної системи держави в посткризовий період [1]. Однією з головних технологічних причин глибокого ураження української економіки

світовою кризою є її практично позамежна енергоємність, і як наслідок, – відсутність в Україні власної енергетичної бази (величезна імпортозалежність).

Енергоресурси на залізниці використовуються в усіх виробничих процесах. Вони потрібні і на забезпечення перевізного процесу, і на підтримку життєздатності широко розгалуженої залізничної інфраструктури, виробничих і соціальних залізничних об'єктів та ін.

Враховуючи характер і види використовуваних енергоресурсів, основний потенціал енергозбереження на залізниці криється в оптимізації ресурсозбереження та енергозбереження – споживання дизельного палива (машини і механізми), електроенергії (виробництво, тяга).

Проблему оптимізації ресурсозбереження та енергозбереження необхідно розглядати у рамках підвищення прибутків за рахунок скорочення непродуктивних витрат усіх технологічних операцій експлуатаційної роботи.

При цьому умови ринкової економіки вимагають якісно нових підходів до скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) і нарощування обсягів перевезень залізничним транспортом.

**Аналіз попередніх досліджень.** На сьогоднішній день вартість паливно-енергетичних ресурсів має різке коливання, що в свою чергу тягне за собою збільшення витрат на експлуатаційну та маневрову роботу на сортувальних станціях. З урахуванням цього фактора доцільно впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволять найбільш ефективно використовувати дані ресурси при найменших їх витратах.

Найбільш енергоємними залізничними підрозділами є сортувальні станції, на яких застосування енергозберігаючих технологій дозволить підвищити рентабельність цих станцій.

Значну частину витрат у загальному обсязі роботи сортувальної станції займають витрати палива маневровими локомотивами під час виконання технологічних операцій [2,3]. Об'єктивний аналіз цих витрат з урахуванням усіх факторів – основний напрямок зменшення

збитків у сучасних умовах роботи сортувальних станцій.

Розрахунки норм витрат палива маневровими локомотивами під час виконання технологічних операцій дають лише наближені показники, тому фактичні витрати палива можуть істотно відрізнятись. Причиною цього є те, що дані розрахунків отримані на основі методів математичної статистики, які не в повній мірі враховують швидкозмінювання факторів, впливаючих на рух поїзда, а саме – поєднання різних типів вагонів, їх технічний стан, зношення буксових вузлів, технічний стан локомотива, місцеві кліматичні умови та інше. Також слід врахувати те, що кожний із факторів має різний ступінь впливу на витрати палива маневровими локомотивами.

Нещодавно розроблена автоматизована система (далі – система) обліку, контролю і аналізу витрат палива маневровими тепловозами „КОНОР” (рис. 1) в локомотивному депо. Система включає паливовимірювальну підсистему вимірювання і реєстрації параметрів палива та роботи тепловоза, а також стаціонарну підсистему обробки даних, зареєстрованих на змінному модулі пам'яті. У паливовимірювальній підсистемі застосовані датчики, які характеризуються високою точністю вимірювання рівня і щільності палива в широкому діапазоні їх значень, а також задовольняють експлуатаційні вимоги, що ставляться до устаткування тепловозів.

Для бортової підсистеми вимірювання і реєстрації параметрів роботи тепловоза за основну базу взятий реєстратор параметрів руху.

На тепловозі встановлено таке устаткування системи. Датчики, що вимірюють параметри палива, розміщені на паливному баку. Датчик шляху і швидкості руху локомотива, укріплений на буксі осі колісної пари. Датчики параметрів роботи тягового генератора, розташовані у високовольтній камері тепловоза, звідси ж

подаються дискретні сигнали про режими роботи дизеля. Датчики параметрів роботи дизеля, розміщені на самому двигуні і його

системах. Реєстратор, встановлений в кабіні машиніста.

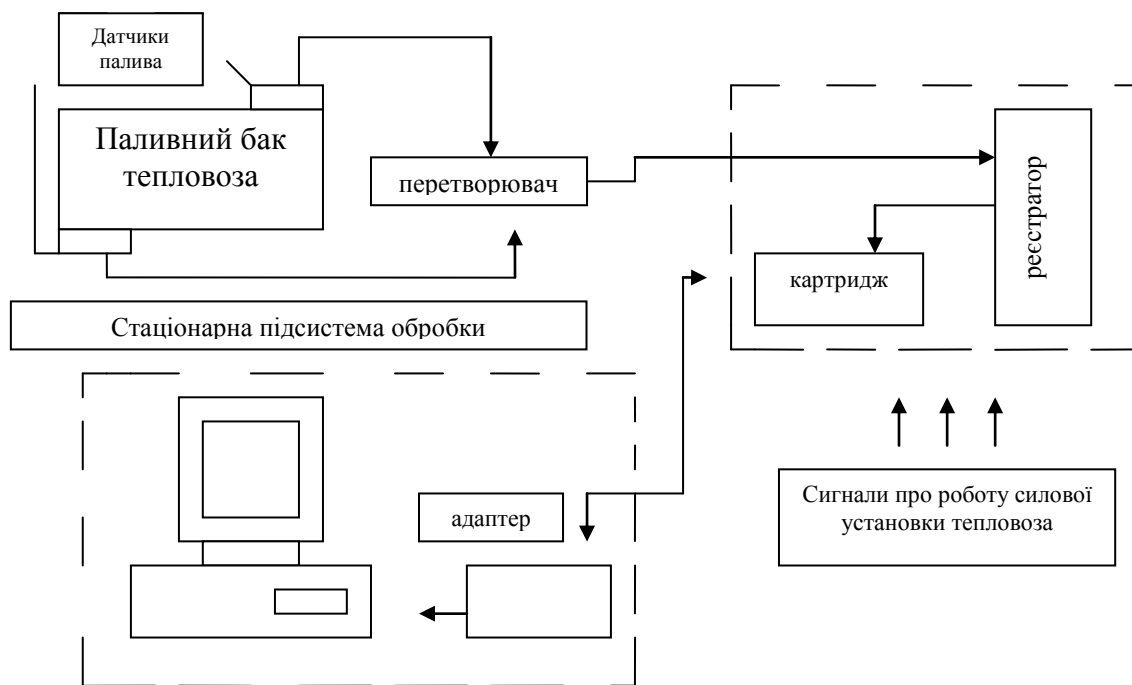


Рис. 1. Функціональна схема автоматизованої системи обліку, контролю і аналізу витрат палива маневровими тепловозами

Система виконує такі задачі:

- контроль кількості палива на тепловозі в будь-який час;
- облік витрат палива тепловозом за зміну роботи машиніста;
- розрахункове визначення витрат палива тепловозом за зміну роботи машиніста;
- аналіз витрат палива кожним тепловозом і кожним машиністом за заданий період часу.

Облік витрат палива тепловозом за зміну роботи машиніста здійснюється за різницею кількості палива на початку і в кінці зміни. Витрати палива визначаються в одиницях об'єму і маси. Об'єм розраховується за виміряним рівнем палива в баку тепловоза з урахуванням його тарувальної характеристики. При розрахунку маси враховується виміряна щільність палива.

**Постановка задачі.** Розрахунок витрат палива тепловозом за зміну роботи машиніста виконується з урахуванням витрат палива дизелем на режимах холостого ходу і при роботі під навантаженням. При цьому використовуються зареєстровані дані про час роботи і енергію, вироблену тяговим генератором на цих режимах. Визначення економії або перевитрат палива тепловозом за зміну роботи машиніста необхідно здійснювати методом порівняння фактичних витрат палива з його розрахунковим значенням.

**Вирішення задачі.** Порівняння результатів вимірювання об'єму палива автоматизованою системою і візуальним методом за шкалою мірних стекол бака тепловоза показало, що похибка візуального способу порівняно з

інструментальним досягає  $\pm(25-100)$  л. Випробування підтвердили, що при обраному способі вимірювання рівня палива в баку зміна нахилу кузова локомотива при стоянці не впливає на середнє значення даного параметра.

Перевірка роботи паливо – вимірювальної підсистеми встановила, що чутливість до зміни об'єму палива і похибка визначення щільності палива в баку тепловоза знаходяться в межах  $\pm 8$  л і  $\pm 4$  кг/м<sup>3</sup> відповідно в робочому діапазоні зміни вказаних параметрів.

Накопичені дані про режими роботи силових установок тепловозів ЧМЕ-3, обладнаних бортовими системами реєстрації параметрів, дозволяють аналізувати час роботи і витрати палива маневровими локомотивами на різних режимах роботи під час виконання технологічних маневрових операцій на сортувальній станції.

Застосування на маневрових тепловозах розробленої автоматизованої системи тільки за рахунок виконання функцій обліку і контролю витрат палива тепловозами (за рахунок вилучення з роботи локомотивів із систематичними перевитратами палива і виявлення несанкціонованого зливу палива) і знизити трудовитрати інженерно-технічних працівників локомотивного депо (за рахунок автоматизації розрахунків витрат палива). Термін окупності капітальних витрат складе 1,5 – 2 роки.

Ще одним енергоємним об'єктом на сортувальній станції є компресорна станція [4]. Вона призначена для забезпечення сортувальної станції стисненим повітрям. Компресорна станція – складне підприємство, що включає компресорні установки великої потужності, насоси, вентилятори системи водяного охолодження.

Управління цим складним обладнанням виконує черговий машиніст

вручну, або функції чергового машиніста покладені на автоматизовану систему управління компресорною станцією (АУКС).

На мережі залізниць 95% компресорних станцій обслуговуються вручну. Це досить складний і трудомісткий процес, що вимагає від людини напруженої уваги і затрат фізичної енергії протягом усієї робочої зміни.

Як показали досліди, черговий машиніст при ручному обслуговуванні не може забезпечити оптимальний режим роботи компресорної станції щодо витрат електроенергії на роботу компресорів.

Використання системи автоматичного керування (АУКС) дозволяє значно скоротити втрати електроенергії. Ефективність роботи компресорної станції в автоматичному режимі залежить від режиму ввімкнення - вимкнення компресорів керуючим приладом системи. Тому виникає необхідність дослідити, як впливає режим увімкнення – вимкнення компресорів на роботу компресорної станції і витрати нею електроенергії.

Структурна схема системи повітропостачання сортувальної станції зображена на рис. 2.

Споживання стисненого повітря на приведення до дії уповільнювачів на великому інтервалі часу є випадковою величиною з обмеженою амплітудою. Такою ж випадковою величиною є споживання стисненого повітря пневмопоштою і системою обдування стрілок. Витрати стисненого повітря на витік можна вважати величиною постійною. Таким чином, *інтенсивність* споживання стисненого повітря можна зобразити як суму інтенсивностей споживання стисненого повітря сповільнювачами, пневмопоштою, обдувом стрілок та втрат повітря за рахунок його витікання.

$$q_n(t) = q_1(t) + q_2(t) + q_3(t) + q_4(t). \quad (1)$$

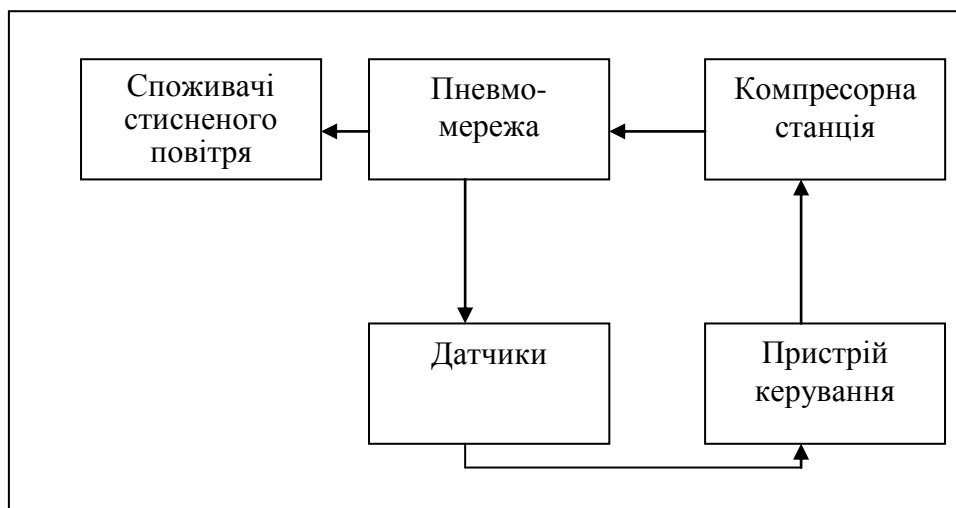


Рис. 2. Структурна схема системи повітропостачання сортувальної станції (АУКС)

Продуктивність компресорної станції на короткому проміжку часу можна визначити за формулою

$$Q_{\text{кг}}(t) = \sum_{i=1}^n Q_i(t), \quad (2)$$

де  $Q_i$  – продуктивність  $i$ -го компресора;  $n$  – кількість компресорів.

Кількість стисненого повітря, необхідного для забезпечення споживачів,

$$Q = q \Delta T, \quad (3)$$

де  $q$  – інтенсивність споживання стисненого повітря за одиницю часу,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$\Delta T$  – інтервал часу, протягом якого відбувається споживання стисненого повітря.

Максимальне значення функції  $q_1(t)$ ,  $q_2(t)$ ,  $q_3(t)$  спостерігається при розпуску вагонів, увімкненні пневмопошти і обдуві стрілок. Оскільки ці величини мають випадковий характер і не залежать одна від одної, то в процесі роботи можливі такі ситуації, коли їх максимуми збігатимуться. Компресорна станція повинна мати таку продуктивність, щоб задовольнити вимогу:

$$Q_{\text{кг}} = q_{\text{макс}} + q_{\text{інтенс}}, \quad (4)$$

де  $q_{\text{макс}}$  – максимальне значення інтенсивності споживання стисненого повітря;  $q_{\text{інтенс}}$  – інтенсивність витікання стисненого повітря.

В процесі роботи можливі і такі ситуації, коли споживання стисненого повітря дорівнює нулю. В такому випадку компресорна станція повинна мати мінімальну продуктивність.

Для зменшення навантаження на мережу змінного струму вмикання і вимикання компресорів виконується послідовно.

На рис. 3 відображена залежність продуктивності компресорної станції від часу для одного циклу при автоматичному увімкненні компресорів.

Інтервал часу від  $t_1$  до  $t_5$  – перехідний процес увімкнення компресорів. Інтервал часу від  $t_6$  до  $t_{10}$  – перехідний процес вимкнення компресорів.

Процес увімкнення компресора складається із двох частин: холостого ходу і увімкнення під навантаження. В режимі холостого ходу розвантажувальний клапан компресора відкритий і стиснене повітря надходить в атмосферу. Час холостого

ходу складає 10-15с. Цей час необхідний для подачі мастила до циліндрів компресора. Час роботи в режимі

холостого ходу може складати 3-5% роботи компресора під навантаженням. Це і є непродуктивна втрата електроенергії.

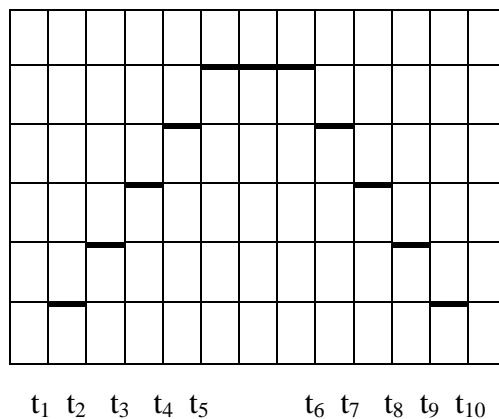


Рис. 3. Графік увімкнення компресорів

Для того щоб своєчасно вимкнути компресори, черговий машиніст повинен постійно слідкувати за показаннями манометра, що фіксує рівень тиску у пневмережі. Однак він повинен при цьому одночасно виконувати ряд інших робіт: проводити продування повітрязбірників і повітроохолоджувачів, слідкувати за температурою першого і другого ступенів охолодження, за рівнем мастила у компресорах, виконувати ще ряд функцій при експлуатації компресорної станції. Тому безперервно слідкувати за рівнем тиску повітря у пневмережі оператор не може і не завжди має можливість своєчасно вмикати і вимикати компресори. Отже, при ручному управлінні втрати електроенергії на холостий хід роботи компресорів є неминучими.

В умовах роботи автоматичної системи управління компресорною станцією при досягненні тиску у пневмережі  $P=P_{\text{макс}}$  подається команда на вимкнення компресорів. Тривалість перехідного процесу вимкнення компресорів повинна бути такою, щоб тиск у пневмережі не досягав значення  $P_{\text{крит}}$ , при якому відкриваються захисні клапани

розвантаження компресорів. В цьому випадку компресори працюють вхолосту.

Робота компресорів без втрат електроенергії можлива за такої умови: загальний час на вимкнення усіх компресорів повинен бути меншим, ніж час, за який тиск у пневмережі досягає свого критичного значення  $P_{\text{крит}}$ .

Таким чином, можна зробити такі висновки з приводу використання автоматизованої системи управління компресорною станцією:

- в процесі експлуатації компресорів при ручному керуванні компресорною станцією стають неминучими втрати електроенергії. Непроодуктивні втрати електроенергії можуть бути ліквідовані лише при використанні системи автоматизованого управління компресорною станцією (АУКС);

- економія електроенергії досягається на оптимальному режимі вимкнення компресорів, при цьому інтервал між вимкненнями повинен бути не більше 5-6 с;

- витрати електроенергії компресорною станцією, що обладнана системою АУКС, скорочуються на 30-35%, а витрати на виготовлення, монтаж і

пусконалагоджувальні роботи окупаються не більше ніж за два роки.

### Висновки

1. Застосування автоматизованої системи, встановленої на маневрових локомотивах, тільки за рахунок виконання функції обліку і контролю витрат палива під час виконання технологічних маневрових операцій дозволить зменшити витрати палива тепловозами в межах 15-20% від загальних витрат роботи сортувальної станції.

2. Використання автоматизованого управління компресорною станцією дозволяє знизити непродуктивні втрати електроенергії за рахунок оптимального режиму вимкнення компресорів.

3. Витрати електроенергії компресорною станцією, обладнаною системою АУКС, скорочуються на 30-35%.

4. Витрати на виготовлення, монтаж і пусконалагоджувальні роботи компресорної системи АУКС окупаються не більше ніж за два роки.

### Список літератури

1. Панков, Ю.Н. Новые подходы к реализации программы ресурсосбережения [Текст] / Ю.Н. Панков, В.И. Лукашев, Л.А. Крищенко // Вестник ВНИИЖТ. – 2004. – №4.
2. Молчанов, А.И. Автоматизированная система учета, контроля и анализа расхода топлива маневровыми тепловозами [Текст] / А.И. Молчанов, И.Л. Поварков, Л.А. Мугинштейн, К.М. Попов // Вестник ВНИИЖТ. – 2004. – №2. – С. 8-15.
3. Давыдов, Б.И. Нормирование энергоресурса, расходуемого потоком поездов [Текст] / Б.И. Давыдов // Вестник ВНИИЖТ, 2004. – №1.
4. Матвеев, Д.Е. Сокращение потерь электроэнергии в системе воздухообеспечения сортировочной горки [Текст] / Д.Е. Матвеев, О.В. Аршинев // Вестник ВНИИЖТ. – 1999. – №4.

**Ключові слова:** енергозберігаючі технології, сортувальна станція, автоматизована система, автоматична система, паливо-енергетичні ресурси, датчик, компресор.

### Анотації

Оскільки залізничний транспорт є одним з основних великих споживачів паливно-енергетичних ресурсів, то вирішення проблеми енергозбереження зачіпає не лише транспорт, але й економіку країни в цілому. У зв'язку з цим потрібне розроблення системного підходу до проблеми, що передбачає як стимулювання оптимізації енергоспоживання, так і впровадження науково-технічних засобів. Найбільше зниження витрат може бути досягнуте за рахунок впровадження ресурсозберігаючих технологій. Основною умовою оцінки впровадження ресурсозберігаючих заходів є реальний економічний ефект і економія енергоресурсів.

Поскольку железнодорожный транспорт является одним из основных крупных потребителей топливно-энергетических ресурсов, то решение проблемы энергосбережения затрагивает не только транспорт, но и экономику страны в целом. В связи с этим требуется разработка системного подхода к проблеме, которая предусматривает как стимулирование оптимизации энергопотребления, так и внедрение научно-технических средств. Наибольшее снижение расходов может быть достигнуто за счет внедрения и ресурсосберегающих технологий. Основным условием оценки внедрения ресурсосберегающих мероприятий является реальный экономический эффект и экономия энергоресурсов.

Since railway transport is a major major consumers of energy resources, energy saving solution affects not only transport, but also the economy as a whole. In this regard need to develop a systematic approach to the problem, which provides an incentive for optimizing energy consumption and the introduction of scientific and technical means. The greatest cost savings can be achieved by introducing saving technologies. The basic condition for the introduction of resource assessment activities have a real economic impact and cost enerhoresursiv.