



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Навчальний посібник

Частина 1

Харків – 2019

УДК 629.4.014.2
Е 65

*Рекомендовано вченою радою Українського державного
університету залізничного транспорту як навчальний посібник
(витяг з протоколу № 9 від 27 листопада 2018 р.)*

Рецензенти:

професори В. Г. Маслієв, А. І. Бондаренко (НТУ «ХП»),
В. Х. Далека (ХНУМГ)

Авторський колектив:

Е. Д. Тартаковський, Д. О. Аулін,
Д. М. Коваленко, М. О. Котов

Е 65 Енергозберігаючі технології в локомотивному
господарстві: Навч. посібник / Е. Д. Тартаковський,
Д. О. Аулін, Д. М. Коваленко та ін. – Харків :
УкрДУЗТ, 2019. – Ч. 1. – 130 с., рис. 2, табл. 14.

ISBN 978-617-654-105-9

У навчальному посібнику викладено підходи: щодо проведення аналізу умов експлуатації рухомого складу та іншого обладнання з використання паливно-енергетичних та інших видів ресурсів на залізницях України; виявлення основних чинників, що впливають на витрати дизельного палива, електроенергії та інших ресурсів; розроблення рекомендацій для економного використання всіх видів ресурсів.

Посібник призначено для студентів, слухачів, працівників локомотивного депо, а також інших підрозділів локомотивного господарства, що пов'язані з організацією і технічним утриманням локомотивного парку і інших енергетичних та ресурсоспоживаючих об'єктів Укрзалізниці.

УДК 629.4.014.2

Навчальний посібник

Тартаковський Едуард Давідович,
Аулін Дмитро Олександрович,
Коваленко Дмитро Миколайович
та ін.

**ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Частина 1

Відповідальний за випуск Максимов М. В.

Редактор Буранова Н. В.

Підписано до друку 17.02.17 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 5,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ISBN 978-617-654-105-9

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2019.

ЗМІСТ

Перелік основних скорочень і позначень	5
Вступ	8
1. Стисла характеристика сучасного стану світової енергетики	9
1.1. Енергетичні ресурси України і проблеми енергозбереження	14
1.2. Реалізація державної політики України з ресурсозбереження	18
Контрольні питання до розділу 1	24
2. Ресурсозбереження як термін, що характеризує найважливіші заходи в енергетиці та виробництві	25
Контрольні питання до розділу 2	33
3. Характеристика і класифікація паливно-енергетичних ресурсів	34
3.1. Порівняння енергетичної цінності різних видів ПЕР	40
3.2. Зв'язок між одиницями вимірювання паливно-енергетичних ресурсів	44
Контрольні питання до розділу 3	46
4. Значення залізничного транспорту і структура споживання ПЕР у локомотивному господарстві	47
Контрольні питання до розділу 4	55
5. Напрями робіт для вирішення проблеми ресурсозбереження в локомотивному господарстві	56
Контрольні питання до розділу 5	61
6. Конструктивні заходи	62
6.1. Оновлення локомотивного парку	67
6.2. Модернізація рухомого складу	71
6.2.1. Досвід закордонних залізниць	74
6.3. Удосконалення основного і допоміжного обладнання рухомого складу	77
Контрольні питання до розділу 6	80
7. Технологічні заходи	81
7.1. Удосконалення технології ремонту та обслуговування	82

7.1.1. Характеристика деяких новітніх технологій, що використовуються на залізницях України і за кордоном	86
7.2. Режимно-налагоджувальні заходи	90
7.3. Удосконалення теплопостачання і функціонування стаціонарної енергетики	94
7.4. Раціональне використання палива, води, стисненого повітря	97
7.5. Удосконалення обліку та контролю за витратою ПЕР	98
7.6. Використання вторинних енергетичних ресурсів та впровадження нетрадиційних, відновлюваних джерел енергії	111
Контрольні питання до розділу 7	113
8. Експлуатаційні заходи	114
8.1. Використання раціональних режимів руху поїзда	116
8.2. Автоматизація управління рухом поїзда та інших виробничих процесів	118
Контрольні питання до розділу 8	120
9. Організаційно-технічні заходи	121
Контрольні питання до розділу 3	123
Бібліографічний список	124
Терміни та визначення понять	127

Перелік основних скорочень і позначень

АЕС – атомна електростанція
АІВС – автоматизована інформаційно-вимірювальна система
АРМ – автоматизоване робоче місце
АСК ВП УЗ – єдина автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці
АСКОЕ – автоматизована система контролю і обліку електроенергії
АСУ Т – автоматизована система управління локомотивним господарством
АСУ ТП – автоматизована система управління технологічними процесами
ВВП – валовий внутрішній продукт
ВЕР – вторинні енергетичні ресурси
ГАЕС – гідроакумулювальна електростанція
ГЕС – гідроелектростанція
ГТУ – газотурбінна установка
ДВЗ – двигун внутрішнього згорання
ДГУ – дизель-генераторна установка
ДНДЦ УЗ – Державний науково-дослідний центр Укрзалізниці
ДНУЗТ – Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ЄЕС – єдина енергетична система
ЕР – енергоресурси
ЕЗЗ – енергозберігаючі заходи
ЕХГ – електрохімічний генератор
ІОММ – інтегрована обробка маршрутів машиністів
ІОК – інформаційно-обчислювальний комплекс
ІТП – інженерно-технічні працівники
КЕУ – комбіновані енергетичні установки
ККД – коефіцієнт корисної дії
КЛ – контактна лінія
ЛЕП – лінія високовольтної передачі
МВРС – моторвагонний рухомий склад
ММ – маршрут машиніста
МОП – багатофункціональний оптимізуючий пристрій

НАЕР – Національне агентство України з питань забезпечення ефективного

використання енергетичних ресурсів

НЕ – накопичувачі енергії

НДІ – нормативно-довідкова інформація

ОКДБ – оперативний контроль дислокації локомотивних бригад

ОКДЛ – оперативний контроль дислокації локомотива

ПЕ – пересувна електростанція

ПЕК – паливно-енергетичний комплекс

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси

ПКБ – проектно-конструкторське бюро

ПТЕ – правила технічної експлуатації

ПТО – пункт технічного обслуговування

ПТОЛ – пункт технічного обслуговування локомотивів

ПТРЗ – Полтавський тепловозоремонтний завод

САУ – система автоматизованого управління

САУГ – система автоматичного управління гальмуванням поїзда

СПРСТ – система повісного регулювання сили тяги

ТЕЦ – теплофікаційні електростанції

ТРЗ – тепловозоремонтний завод

ТРС – тяговий рухомий склад

УКПМ – установка контролю пильності машиніста

ВДЕ – нетрадиційні відновлювані джерела енергії

НПР – нетрадиційні паливні ресурси

ВЕР – вторинні енергетичні ресурси

ВСТУП

Розвиток людства в усі часи прямо залежав від ступеня його енергозабезпечення. Рівень розвитку різних регіонів Землі багато в чому визначається не тільки обставинами, що історично склалися, але і ступенем використання енергоресурсів. Учені підраховали, що для того щоб країни, які розвиваються, могли порівнятися за споживанням енергії з промислово розвиненими країнами, глобальне споживання енергії має збільшитися у п'ять разів. Проте екосистема планети не витримає такого навантаження. небезпека глобального потепління і підкислення навколишнього середовища виключають можливість збільшення енергоспоживання навіть у два рази.

Таким чином, майбутнє людства залежить не тільки від швидкості зростання його чисельності, рівня розвитку науки, енергоозброєності, але і від ступеня вичерпання природних ресурсів, забруднення середовища, потужності земних і космічних катаклізмів.

Проблема ресурсозбереження, залишаючись однією з найважливіших в усіх країнах світу, стає пріоритетною в Україні передусім тому, що власними ресурсами країна не може забезпечити навіть 50 % існуючих потреб населення і промисловості. Тому сучасна ситуація у світовій економіці і економіці України зумовлює необхідність просування її до ресурсозберігаючого типу відтворення, який вимагає підвищення ефективності використання усіх без винятку видів ресурсів: матеріальних, енергетичних, техніко-технологічних, інформаційних, трудових, інтелектуальних. Ці питання повною мірою визначають роботу залізничного транспорту, що є важливою складовою господарського комплексу країни.

Основна мета навчального посібника полягає в ознайомленні читачів із сучасними напрямками ресурсозбереження в локомотивному господарстві залізничного транспорту України. Зокрема розглянуто характеристику сучасного стану світової та вітчизняної енергетики і проблеми енергозбереження на залізничному транспорті. Приділено увагу реалізації державної політики України з ресурсозбереження. Розроблена програма ресурсозбереження на залізничному транспорті України

передбачає впровадження на мережі залізниць наукоємних, перспективних енерго- і ресурсозберігаючих засобів і технологій, які спрямовані на підвищення технічного рівня підприємств залізничного транспорту, зниження експлуатаційних витрат, поліпшення екологічного стану навколишнього середовища і умов роботи працівників.

Навчальний посібник містить відомості щодо визначення основних термінів з енерго- і ресурсозбереження, видів ресурсів і їх резервування. Пропонується визначення ефективності використання матеріально-технічних ресурсів на основі практичних і наукових досліджень.

У навчальному посібнику визначено характеристику і класифікацію паливно-енергетичних ресурсів. Порівняно енергетичні цінності різних видів ПЕР через введення поняття умовного палива, яке дає можливість порівнювати декілька різних видів енергоносіїв і в різних фізичних формах.

Розглянуто роль залізничного транспорту у використанні енергоресурсів і відокремлено такі види, як тягова і нетягова енергетики. З'ясовано їх роль і обсяги у споживанні ПЕР за видами. Визначено цільові показники енерго- і ресурсозбереження.

Визначено напрями робіт для вирішення проблеми ресурсозбереження в локомотивному господарстві і запропоновано напрями їх реалізації за рівнями. Розглянуто та запропоновано заходи щодо збереження ПЕР, такі як: конструктивні, технологічні, експлуатаційні і організаційно-технічні. Виконано їх опис та запропоновано методи їх удосконалення.

Видання базується на спеціальних курсах «Ресурсозберігаючі технології та основи екології», «Теорія локомотивної тяги», «Організація, планування та економіка виробництва», «Експлуатаційні матеріали ЗРС».

Автори вдячні рецензентам за плідні зауваження і співпрацю.

1. Стисла характеристика сучасного стану світової енергетики

Споживання енергетичних ресурсів населенням Землі збільшується з року в рік. Це пов'язано із зростанням населення, енергозабезпеченням виробництва, збільшенням витрат енергії в побуті і суспільному житті.

Енергетика будь-якої держави є вирішальним чинником прогресу її економіки, а отже, й рівня добробуту громадян і є, за тих чи інших обставин, або імпульсом, або гальмом її розвитку.

У даний час головним джерелом енергії є первинні енергоресурси. Серед первинних енергоресурсів розрізняють невідновлювані (невідтворюні) і відновлювані (відтворюні) ЕР. До числа невідновлюваних ЕР належать передусім органічні види мінерального палива, що добуваються із земних надр: нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці, інші бітумінозні горючі продукти, торф. Вони використовуються в сучасному світовому господарстві як паливно-енергетична сировина особливо широко і тому нерідко називаються традиційними ЕР. До відновлюваних (відтворюних і практично невичерпних) ЕР належать гідроенергія (гідравлічна енергія річок), а також інші нетрадиційні (або альтернативні) джерела енергії: сонячна, вітрова, енергія внутрішнього тепла Землі (у т. ч. геотермальна), теплова енергія океанів, енергія припливів і відпливів. Особливо має бути виділена ядерна, або атомна енергія, яка належить до невідновлюваних ЕР, тому що її джерелом є радіоактивні (переважно уранові) руди.

Річне споживання енергії у світі становить більше 15 млрд т умов. палив. Це, в основному, ресурси органічного походження – вугілля, нафта, природний газ – 82 %, атомна енергетика – 7 %, енергія ГЕС – 3 %, дрова – 7 % та енергія відновлених джерел – 1 %.

Середній темп зростання світового споживання енергії на початку XXI століття склав 2,5 % на рік [1]. Таким чином, воно може збільшитися до 2020 р. до 20–21 млрд т умов. палив. залежно від темпів зростання світової економіки.

Проблема ресурсо- і енергозбереження у третьому тисячолітті стає реальною багатовекторною проблемою в кожній

економічно розвинутій країні. Навіть у тих країнах, де запаси сировинних ресурсів і енергоносіїв ще достатні, влада цих країн звертається до населення із закликами щодо ощадливого використання всіх їх видів, особливо енергоресурсів. Це пов'язано з тим, що запаси сировинних ресурсів з кожним роком зменшуються, їх доводиться добувати в більш складних умовах і перевозити на значні відстані.

Структура споживання енергетичних ресурсів у різних країнах неоднакова. За структурою споживання первинної енергії в Україні за минулі роки найбільший обсяг припадає на природний газ – 41 %, тоді як в інших країнах світу питома вага споживання газу складає 21 %, обсяг споживання нафти в Україні становить 19 %, вугілля – 19 %, урану – 17 %, гідроресурсів та інших відновлюваних джерел – 4 % (табл. 1.1) [2].

Таблиця 1.1

Структура споживання первинної енергії в Україні,
країнах ЄС, США та у світі в цілому

	Світ	США	ЄС	Україна
Природний газ	21 %	24 %	22 %	41 %
Нафта	35 %	38 %	41 %	19 %
Вугілля	23 %	23 %	16 %	19 %
Уран	7 %	8 %	15 %	17 %
Гідроресурси та ін.	14 %	7 %	6 %	4 %

Спостерігається стійка тенденція до зниження частки нафти у світовому споживанні енергії. Заміщення цього енергоносія відбувається збільшенням споживання газу і електроенергії, проведеної на ГЕС і АЕС. Проте роль нафти залишається значною через розвиток автомобільного транспорту (особливо в країнах із перехідною економікою) і авіаперевезень.

Характер подальших змін у структурі світового паливно-енергетичного балансу і прогнози на найближчу перспективу подано в табл. 1.2 [3].

Виходячи з прогнозів нафта і газ будуть домінувати в енергетичному балансі ще кілька десятиріч. Очікується, що

частка вугілля у світовому споживанні органічного палива найближчими роками буде зростати. Це пов'язано з тим, що запаси вугілля істотно більші за світові запаси нафти і газу, які поступово скорочуються.

Таблиця 1.2

Прогноз щодо структури світового паливно-енергетичного балансу до 2050 р., %

Енергоресурси	1990	2000	2020	2050
Нафта	43	38	36	20
Природний газ	19	23	26	23
Вугілля	28	27	24	21
Уран	5	6	6	14
Гідроресурси та інші відновлювані джерела	5	6	8	22
Разом	100	100	100	100

На сьогодні згідно з результатами численних наукових досліджень, світові запаси найважливіших енергоресурсів і ступінь їх використання в різних регіонах земної кулі характеризуються показниками, наведеними в табл. 1.3.

Разом із тим в усьому світі спостерігається поступове збільшення сумарних потужностей енергетичних установок, що не використовують органічне паливо. В багатьох державах світу збільшуються інвестиції в атомну енергетику, технології використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії. Поступово розвивається мала енергетика, об'єкти якої можуть стати важливим доповненням до основних генеруючих потужностей і відіграти істотну роль у ряді регіонів.

Безумовно, однією з важливих рис сучасного періоду є розширення застосування енергозберігаючих технологій у світовій енергетиці і промисловості.

Тому рівень економічного розвитку будь-якої країни нині визначається не тільки кількістю видобутих або спожитих паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), а й ефективністю їх використання – енергоємністю внутрішнього валового продукту (ВВП).

Таблиця 1.3

Потенційно і доведено видобувні ресурси палива на Землі, млрд т

Регіон	Вид енергоресурсів			
	Вугілля	Нафта і конденсат	Природний газ	Уран
1	2	3	4	5
Потенційно видобувні ресурси	3200	190	210	160/8000
Доведено видобувні ресурси	700	130	100	40/2000
Північна Америка Центральна і Південна Америка	24,2 %	2,7 %	4,7 %	17,0 %
Західна Європа	1,1 %	12,8 %	5,5 %	5,8 %
Близький і Середній Схід	7,3 %	1,5 %	3,4 %	3,1 %
Азія і Океанія	0	65,5 %	32,4 %	0
Африка	30,9 %	4,4 %	6,7 %	24,0 %
Східна Європа і СНД	6,0 %	7,3 %	6,8 %	16,6 %
	30,6 %	5,9 %	40,6 %	33,5 %

Енергоємність внутрішнього валового продукту являє собою відношення енергії, що затрачена в країні, яка виражена в тоннах умовного палива (т умов. палив), до валового внутрішнього продукту (ВВП), вираженого в доларах США.

Ці показники значно менші у тих країнах де створено економічні і правові механізми стимулювання енергозбереження, на основі яких виник ринок енергозберігаючих технологій і обладнання, попиту й надання послуг з енергозбереження. В кожній країні прагнуть зниження даного показника

У країнах ЄС завдяки прийняттю та реалізації програм підвищення ефективності використання енергоресурсів, при практично не змінних обсягах споживання енергоресурсів, вдалося досягти зростання ВВП у 1,5–2 рази. Як передбачають експерти Європейського Союзу, енергоємність світової економіки до 2020 р. скоротиться ще майже на чверть. При цьому

найефективнішими залишаються економіки Японії, Китаю і країн Європейського Союзу, тоді як наймарнотратнішими будуть економіки країн СНД.

Україна за цими показниками на сьогодні відстає не тільки від розвинених країн, а й від середньосвітового рівня (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Показники споживання енергетичних ресурсів у різних країнах

Країна	Енергоємність ВВП, т умов. палив на 1000 дол. США	Споживання на душу населення	
		енергоресурсів, т умов. палив / люд·рік	електроенергії, кВт·год / люд·рік
Україна	0,81	3,82	2229
Росія	0,76	6,12	4291
Канада	0,41	11,40	15613
Індія	0,33	1,48	380
США	0,33	11,40	12183
Китай	0,31	1,37	987
Франція	0,24	6,37	6606
Німеччина	0,24	5,99	6046
Японія	0,22	5,78	7718
Бангладеш	0,14	0,22	100
Світ у цілому	0,31	2,42	2225

Проте не можна вважати цей критерій єдиною і абсолютною характеристикою ефективності використання енергії. На енергоємність ВВП впливають такі чинники:

- структура ВВП, тобто частка прибутків від високотехнологічних виробництв (наприклад, мікроелектроніки, приладобудування, авіабудування, розробки програмного забезпечення та ін.), частка прибутків від послуг (наприклад, туризму);

- кліматичні умови країни, які визначають витрати на теплопостачання як населення, так і промислових споживачів;

- енергетична досконалість використовуваних технологічних процесів, технологічна культура, використання економічних стимулів для енергозбереження та ін.

Окрім енергоємності ВВП, важливе значення для оцінки рівня використання енергії мають також споживання енергетичних ресурсів на душу населення і частка електричної енергії в загальному енергетичному балансі. Високе споживання енергії на душу населення пов'язано з розвиненим промисловим виробництвом і енергоозброєністю праці. За цим показником Україна також відстає від промислово розвинених країн (табл. 1.4).

Про якість використання енергетичних ресурсів у країні можна судити тільки за сукупністю вказаних чинників.

1.1. Енергетичні ресурси України і проблеми енергозбереження

Україна по праву належить до числа промислово розвинених країн світу. У складі Радянського Союзу вона була найважливішою паливно-металургійною базою. Тут добувалася значна частина вугілля, близько половини запасів залізної руди, було зосереджено більше третини загальносоюзного виробництва готового прокату чорних металів. Україна є найбільшим районом машинобудівної, хімічної та нафтохімічної промисловості. Водночас Україна належить до країн, частково забезпечених традиційними видами первинної енергії, а отже, змушена вдаватися до їх імпорту. Енергетична залежність України від поставок органічного палива, з урахуванням умовно-первинної ядерної енергії, у 2000–2004 рр. становила 60,7 %, країн ЄС – 51 %. Подібною або близькою до української є енергозалежність таких розвинутих країн Європи, як Німеччина – 61,4 %, Франція – 50 %, Австрія – 64,7 %. Багато країн світу мають значно нижчі показники забезпечення власними первинними ПЕР, зокрема Японія використовує їх близько 7 %, Італія – близько 18 % [2].

Цей чинник відображає вплив технічного (технологічного) стану та рівня устаткування і обладнання на обсяги споживання енергоресурсів при виробництві продукції (послуг), а структурний чинник відображає вплив структурних змін. Чинник енергозбереження є одним із визначальних для енергетичної стратегії України. В цілому тут фокусуються проблеми як ефективності, власне, ПЕК нашої країни, так і спроможності

останнього забезпечити ресурсами ефективного функціонування національної економіки. Так, технічний чинник відображає вплив технічного (технологічного) стану та рівня устаткування і обладнання на обсяги споживання енергоресурсів при виробництві продукції (послуг), а структурний чинник відображає вплив структурних змін у галузевій або міжгалузевій діяльності на обсяги споживання палива та енергії.

На даний час основним чинником зниження енергоємності продукції (послуг) в усіх галузях економіки є формування ефективно діючої системи державного управління сферою енергозбереження. Це надасть змогу, в першу чергу, удосконалити структуру кінцевого споживання енергоресурсів, зокрема подальшим розширенням та поглибленням електрифікації в усіх сферах економіки, замінити дефіцитні види палива і одночасно підвищити продуктивність праці.

Технічна (технологічна) складова потенціалу енергозбереження враховує підвищення ефективності виробництва (видобутку), перетворення, транспортування та споживання енергоресурсів і відповідно зниження енергоємності виробництва продукції та надання послуг за рахунок упровадження новітніх енергоефективних технологій та енергозберігаючих заходів.

Структурний чинник потенціалу енергозбереження включає такі складові, як:

- зміна макроекономічних пропорцій в економіці з метою зниження рівнів енергоспоживання;
- зменшення питомої ваги енергоємних галузей і виробництв промисловості та транспорту за рахунок форсування розвитку наукоємних галузей і виробництв, що характеризуються малими енергоємністю, матеріаломісткістю та підвищеною вартістю продукції.

У свою чергу структурний і технічний (технологічний) чинники залежать від міжгалузевих та внутрішньогалузевих зрушень в економіці держави.

Загальний потенціал енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) та структурного чинників в економіці України у 2030 р. за базовим сценарієм розвитку економіки та її сфер складатиме 318,36 млн т умов. палив, у тому числі з урахуванням:

- галузевого технічного (технологічного) чинника – 175,93 млн т умов. палив;
- міжгалузевого технічного (технологічного) чинника – 22,13 млн т умов. палив;
- галузевого структурного чинника – 61,65 млн т умов. палив;
- міжгалузевого структурного чинника – 58,65 млн т умов. палив.

За рахунок реалізації потенціалу енергозбереження енергоємність ВВП у 2030 р. складатиме 0,24 кг умов. палив/грн, що у 2,1 разу менше сучасного рівня.

Характеристику загального потенціалу енергозбереження згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2030 р. подано в табл. 1.5 [4].

Таблиця 1.5

Характеристика загального потенціалу енергозбереження
України

Складові енергозбереження	2010	2015	2020	2030
Енергозбереження, млн т умов. палив				
технічна	66,36	109,81	137,47	198,06
структурна	7,94	25,30	54,37	120,30
Разом	74,30	135,11	191,84	318,36
у тому числі: Паливо, млн т умов. палив				
технічна	42,85	71,28	95,38	128,42
структурна	6,08	20,00	45,31	102,88
Разом	48,93	91,28	140,69	231,30
Електроенергія, млрд кВт·год/ млн т умов. палив				
технічна	44,37/15,75	70,99/24,84	72,45/24,63	108,72/35,88
структурна	2,65/0,94	7,88/2,76	13,79/4,69	27,90/9,21
Разом	47,02/16,69	78,87/27,6	86,24/29,32	136,62/45,08
Теплоенергія, млн Гкал /млн т умов. палив				
технічна	48,28/7,76	86,24/13,69	112,62/17,46	231,87/33,76
структурна	5,71/0,92	16,00/2,54	28,18/4,37	56,41/8,21
Разом	53,99/8,68	102,24/16,23	140,80/21,82	288,28/41,97
Капітальні вкладення, млрд грн				
технічна	30,6	53,7	69,0	102,3
структурна	-	-	-	-
Разом	30,6	53,7	69,0	102,3

Одним з найбільш ефективних і масштабних напрямів енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) чинника, що суттєво впливає на рівень енергоспоживання, є галузеве енергозбереження за такими основними напрямами:

- впровадження нових енергозберігаючих технологій та обладнання;
- вдосконалення існуючих технологій та обладнання;
- скорочення втрат енергоресурсів;
- підвищення якості продукції, вдосконалення та скорочення втрат сировини та матеріалів;
- заміщення і вибір найбільш ефективних енергоносіїв.

У зв'язку з цим на сьогодні важливого значення набувають питання, пов'язані з упровадженням енергоефективних технологій та обладнання в усіх галузях національної економіки, у тому числі на транспорті.

На відміну від країн Заходу, де енергозбереження – елемент екологічної та економічної доцільності, для України це – питання виживання, оскільки дотепер не вирішені проблеми збалансованого платоспроможного споживання – як внутрішнього, так і з імпорту енергоресурсів. З погляду енергозбереження, саме в цьому полягає докорінна відмінність ситуації в нашій державі і розвинутих країнах.

Вирішення проблеми ресурсозбереження в Україні сьогодні є одним з пріоритетних напрямків державної політики [5]. Ця проблема тісно пов'язана з проблемами енергетики, екології, технічного переозброєння та структурної перебудови всієї економіки. Важливість ресурсозбереження підтверджується прийняттям у 1994 р. Закону України [6] та відповідних Державних програм.

Для практичного вирішення проблеми економічної витрати енергоресурсів створені центральні і регіональні органи, призначені для керівництва і координації робіт у справах ресурсозбереження, розроблення програм, які включають перелік заходів, необхідні засоби для їх реалізації, терміни здійснення з оцінкою економічного ефекту від їх впровадження, а також методичне забезпечення.

1.2. Реалізація державної політики України з ресурсозбереження

З метою реалізації потенціалу енергозбереження в Україні прийнято "Комплексну Державну програму енергозбереження" (КДПЕ), "Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії" (НВДЕ), розроблені програми енергозбереження в кожному напрямі [3], виконується ряд галузевих програм енергозбереження, здійснюється державне управління енергозбереження через Держкоенергозбереження, створено структурні підрозділи в основних енергоємних міністерствах, облдержадміністраціях. Функціонує Центральна і регіональні інспекції з енергозбереження, Центральна агенція з енергетичних обстежень, Українська енергозберігаюча інвестиційно-сервісна компанія "УкрЕСКО", Центри енергоефективності в багатьох містах України. Комплексною державною Програмою енергозбереження України, Додатковими заходами та уточненими показниками виконання КДПЕ, Програмою державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики визначені заходи з енергозбереження у провідних галузях і терміни їх впровадження, що дасть змогу реалізувати прогностичні економічно доцільні показники потенціалу енергозбереження у 2020 р. на рівні 108,0 млн т умов. палив. Капітальні витрати на реалізацію заходів мають становити в цей же час 52,4–64,8 млрд грн.

Метою законодавства про енергозбереження є регулювання відносин між господарськими суб'єктами, а також між державою і юридичними та фізичними особами у сфері енергозбереження, пов'язаній з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів, забезпечення заінтересованості підприємств, організацій та громадян в енергозбереженні, впровадженні енергозберігаючих технологій, розробленні і виробництві менш енергоємних машин і технологічного обладнання, закріплення відповідальності юридичних і фізичних осіб у сфері енергозбереження.

Таким чином, основними принципами державної політики у сфері енергозбереження стали:

а) створення державою економічних і правових умов заінтересованості в енергозбереженні юридичних та фізичних осіб;

б) здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження на основі застосування економічних, нормативно-технічних заходів управління;

в) пріоритетність вимог енергозбереження при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів;

г) наукове обґрунтування стандартизації у сфері енергозбереження та нормування використання паливно-енергетичних ресурсів, необхідність дотримання енергетичних стандартів та нормативів при використанні палива та енергії;

д) створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань економії та енергозбереження з урахуванням екологічних вимог, широкого впровадження енергозберігаючих технологій;

е) обов'язковість енергетичної експертизи;

ж) популяризація економічних, екологічних та соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері;

и) поєднання методів економічного стимулювання та фінансової відповідальності з метою раціонального використання та економічного витрачання паливно-енергетичних ресурсів;

к) установлення плати за прямі втрати і нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів;

л) вирішення проблем енергозбереження у поєднанні з реалізацією енергетичної програми України, а також на основі широкого міждержавного співробітництва.

Серед головних чинних законодавчих та нормативно-правових актів щодо організації роботи з енергозбереження та ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, а також питань міжнародної співпраці та адаптації законодавства України у сфері енергозбереження до законодавства Європейського Союзу у першу чергу необхідно зазначити такі:

1. Закон України «Про енергозбереження» від 1.07.94 р.
2. Закон України «Про електроенергетику» від 16.10.97 р.
3. Закон України «Про енергетичну політику» (проект), 1999 р.
4. Указ Президента України «Про утворення Державного комітету України з енергозбереження» від 26.07.95 р. № 666/95 р.
5. Указ Президента України «Про положення про Державний комітет України з енергозбереження» від 6.10.95 р. № 918/95.
6. Указ Президента України «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 25 вересня 1998 р. Про заходи щодо подолання впливу кризових явищ на енергетичну сферу України» від 23.10.98 р. № 1177/98.
7. Постанова Верховної Ради України «Про заходи щодо забезпечення функціонування паливно-енергетичного комплексу в умовах кризи» від 24.12.98 р., № 355-XIV.
8. Постанова Кабінету Міністрів України від 18.09.95 р. № 741 «Питання Державного комітету України з енергозбереження».
9. Постанова Кабінету Міністрів України від 9.01.96 р. № 20 «Про управління сферою енергозбереження».
10. Наказ Держкоменергозбереження від 6 березня 1996 р. № 10 «Типове положення про підрозділ з енергозбереження в галузевому міністерстві». Зареєстровано в Мін'юсті 21.03.96 р. за № 130/1155.
11. Постанова Кабінету Міністрів України від 29.05.96 р. № 575 «Питання Державної інспекції з енергозбереження».
12. Постанова Кабінету Міністрів України від 5.02.97 р. № 148 «Про комплексну державну програму енергозбереження України».

У цілому у сфері енергоефективності є чинними більше 200 законодавчих актів, з них:

- > 10 Законів України;
- > 15 Указів Президента України;
- > 120 рішень Уряду;
- > інші підзаконні акти.

На даний час у сфері енергоефективності є чинними більше 50 національних стандартів групи "Енергозбереження".

Розроблено Державну цільову економічну програму енергоефективності відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України від 19 листопада 2008 р. № 1446 «Про схвалення Концепції Державної цільової економічної програми енергоефективності».

Метою програми є створення умов для наближення енергоємності ВВП України до рівня розвинутих країн, скорочення рівня енергоємності ВВП протягом терміну дії Програми на 20 %, підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів і забезпечення конкурентоспроможності національної економіки.

Пріоритетними напрямками Державної цільової економічної програми енергоефективності визнані:

- оптимізація структури паливного балансу України шляхом скорочення в ньому частки природного газу та заміщення його іншими видами енергоресурсів, зокрема отриманими з альтернативних джерел енергії;
- використання альтернативних видів енергії, в тому числі енергії сонця;
- видобування та використання газу метану із вугільних родовищ як альтернативного ресурсу;
- розвиток виробництва та використання біологічних видів палива;
- впровадження когенераційних технологій;
- розвиток вітроенергетики;
- модернізація газотранспортної системи України;
- модернізація ТЕС і ТЕЦ;
- модернізація об'єктів комунального господарства;
- удосконалення чинного законодавства та системи стандартизації тощо.

Влада країни визнає першочерговість та невідкладність реалізації дієвої державної політики у сфері ресурсо- та енергозбереження. Робота з удосконалення законодавчих та керівних актів продовжується безперервно. Розробляються нові закони України і розглядаються проекти внесення змін у чинні закони, у тому числі:

- про ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів (про енергоефективність);

- про врегулювання відносин, що виникають при використанні всіх видів ПЕР, шляхом упровадження відповідних механізмів заохочення, стимулювання, відповідальності, інформаційного, наукового та фінансового забезпечення, адаптованих до законодавства ЄС;

- про внесення змін до деяких законів України щодо відновлюваних джерел;

- встановлення порядку надання гарантії походження енергії, виробленої на принципі когенерації, механізмів прискорення розвитку когенерації та ін.

Інститутом загальної енергетики Національної академії наук України розроблена енергетична стратегія України до 2030 р. Доопрацювання виконано відповідно до доручення Президента України та Уряду України з урахуванням результатів Парламентських слухань, громадських обговорень, пропозицій депутатів Верховної Ради України, міністерств і відомств, наукових організацій та енергетичних компаній.

Стратегія розроблена з урахуванням тенденцій геополітичного, макроекономічного, соціального і науково-технічного розвитку країни, що мають певні ризики щодо визначення цих чинників. Тому необхідно забезпечити постійний моніторинг Енергетичної стратегії та періодичне уточнення передбачених стратегією обсягів і термінів виконання робіт з урахуванням динаміки цін на паливно-енергетичні ресурси у світі й країні, державних програм розвитку економіки, досягнень науково-технічного прогресу та інших чинників.

Найбільш важливими напрямками досліджень, які можуть справити серйозний вплив на економічний і соціальний розвиток країни в довгостроковій (15–20 років) перспективі, є:

1. Розроблення та впровадження нових енергоефективних та екологічно безпечних технологій видобутку, виробництва, передачі, перетворення і використання енергетичних ресурсів (електротехнології, акумуляція та утилізація теплоти, економічні засоби транспортування твердого і рідкого палива та ін.).

2. Енергоефективне екологічно чисте паливне обладнання (процеси та обладнання для підготовки, переробки та спалювання палива; технології газифікації вугілля, використання вугільного метану, сірководню, кристалогідрату метану; паливна апаратура для використання палива низької якості та ін.).

3. Підвищення ефективності електростанцій на традиційному паливі (підвищення ККД паровидатного устаткування, енергетичних машин та електрогенераторів; зменшення питомих витрат енергії на власні потреби електростанцій; газотурбінне обладнання малої та середньої потужностей; міні-ТЕЦ з використанням місцевих енергоресурсів; високоефективні технології та обладнання пилогазоочищення).

4. Енергозберігаючі безпечні та екологічно чисті технології муніципальної енергетики (техніки електро-, газо-, тепловиробництва і постачання, опалення, обігріву, когенерації, вентиляції, освітлення та ін.).

5. Технології використання теплової енергії доквілля, низькотемпературних підземних і термальних вод, теплових ВЕР тощо на основі використання теплонасосних установок різного типу.

6. Енергоекономічна архітектура, енергозберігаючі матеріали та конструкції, енергозберігаючі технології у будівництві (нетрадиційні джерела при експлуатації будинків, будівництво огорожувальних конструкцій — стін, вікон, перекриттів та покриттів) з точки зору економії теплоти та енергії.

7. Технології, обладнання та системи для використання ВДЕ (сонячної та геотермальної енергії, біомаси, енергії вітру, гідроресурсів річок, теплонасосних систем тощо) та НПЕР (метану вугільних шахтових родовищ, природного газу малих родовищ для виробництва електроенергії і теплоти, а також як моторного палива, штучних горючих газів — доменного, феросплавного, конверторного та ін.), використання шламів і мулів кам'яного вугілля та антрацитів, ресурсів газогідратних родовищ.

8. Ресурсозбереження, використання вторинних енергоресурсів, побутових та промислових відходів.

9. Енергоефективна техніка для агропромислового комплексу, індивідуальних (фермерських) господарств, зокрема енергокомплекси на ВДЕ для приватних будинків, садиб та окремих виробництв; технології та обладнання для виробництва біогазу у фермерських господарствах і садибах.

10. Розроблення технологій і технічних засобів для водневої енергетики (отримання водню та альтернативного палива на основі водню, матеріали для водневих середовищ, паливні комірки, системи та установки для водневої енергетики).

Наявний науково-технологічний потенціал України може забезпечити належний рівень досліджень для виконання програм енергозбереження, розвитку систем використання ВДЕ та водневої енергетики за умови суттєвого оновлення експериментальних баз інститутів, забезпечення їх сучасними засобами оргтехніки та інформаційними технологіями, модернізації організаційного і технічного виконання робіт. Крім того, важливою складовою успішної реалізації програм енергозбереження та розвитку енергетики на основі використання ВДЕ чи водню є створення відповідних структур з розвитку у галузевих міністерствах, зокрема Мінпаливенерго. Ці структури за підтримки міністерств будуть створювати та вдосконалювати об'єкти і технології, які стануть базовими при подальшому розвитку та розповсюдженні. Без відпрацювання наукових розробок на повномасштабних (а не експериментальних) установках (системах) реальна віддача від наукової діяльності залишатиметься обмеженою.

Контрольні питання до розділу 1

1. Стратегія розвитку енергетичної галузі в Україні.
2. Енергетика України в сучасних умовах. Перспективи її подальшого розвитку та завдання енергозбереження.
3. Державні стандарти з енергозбереження. Аналіз організаційних, інформаційних та законодавчих заходів з економії енергоресурсів.
4. Що таке умовне паливо?

2. Ресурсозбереження як термін, що характеризує найважливіші заходи в енергетиці та виробництві

Вивчення ресурсної бази, потенційних, недовикористаних на виробництві сил і засобів, економне, раціональне використання та зберігання ресурсів набувають особливої актуальності в період стабілізації економіки послідовним переборюванням кризових явищ.

Залізничний транспорт є одним із найбільших споживачів енергетичних ресурсів, тому організація ресурсозбереження на залізничному транспорті має не лише загальногалузеве, а й загальнодержавне значення.

Ресурси – це джерела і засоби, що взаємодіють і забезпечують функціонування і розвиток виробництва. Розрізняють такі види ресурсів: капітал (фінансові ресурси); матеріально-технічні ресурси; інформаційні ресурси; технологічні ресурси; соціальні ресурси; людські ресурси.

Ресурси залізничного транспорту діляться на дві групи: природні і штучні, які створюються людиною. До першої групи належать: час, природно-екологічне середовище і такі природні матеріали, як вода, деревина, пісок і деякі інші, які не потребують спеціального перетворення. У другу групу входять: технічні засоби, енергія, паливо, інформація, вантажо- і пасажиропотоки (як об'єкти послуг), майже всі будівельні матеріали, виробничі, службово-технічні і житлові будинки й споруди. Ресурсні елементи залізниць прийнято поєднувати поняттям інфраструктура транспортно-виробничої системи.

Розрізняють відновлювані і невідновлювані ресурси. До відновлюваних належать трудові й технічні ресурси, що проявляються у формі витрат людино- і машино-годин (або змін), інформація, елементи екології і деякі інші. Специфічними є фінансові ресурси, рух і резервування яких лежать в основі керування ринком ресурсів у цілому .

Відповідно до різних класифікацій сучасні природні ресурси можна класифікувати на такі:

- мінеральні – паливні (вугілля, нафта, газ), рудні і нерудні;
- лісні – продукція лісного господарства (деревина);
- земельні – площа, територія;

рослинні – сільськогосподарські та дикорослі культури;
тваринні – сільськогосподарські та дикі тварини;
рибні – прісноводна та морська риба;
водні – іригація, задоволення промислових і господарських потреб;

метеорологічні – енергетичні джерела (геотермальні).

Відповідно до питань, що розглядаються, будемо враховувати лише ті ресурси, які, головним чином, визначають виробничий потенціал локомотивного господарства: *матеріально-технічні, технологічні і людські ресурси.*

Матеріально-технічні ресурси підрозділяють на природні (сировинні) і матеріальні (засоби виробництва). Засоби виробництва – матеріальні чинники процесу праці, сукупність засобів і предметів праці. Розрізняють основні і оборотні засоби виробництва. До основних відносять виробничі будівлі, споруди, механізми, обладнання, машини, прилади. До оборотних засобів – матеріали, напівфабрикати, енергію, малоцінне обладнання, інвентар.

Як матеріально-технічні ресурси згідно з галуззю вивчення (технічні науки) і об'єктами вивчення (локомотивне господарство) будемо брати до уваги ресурси тільки основних засобів виробництва (будівлі, споруди, машини, обладнання), які використовуються на виробничих дільницях депо і інших об'єктах виробництва. Виробнича дільниця – група робочих місць, організована за принципами: предметним, технологічним або предметно-технологічним (ГОСТ 14.004-83).

Ресурси основних засобів виробництва, які впливають на результати, культуру і можливості виробництва, характеризуються розмірами (довжина, ширина і висота) будівлі локомотиворемонтної дільниці депо і основними параметрами технологічних машин (обладнання): рівень автоматизації, надійність (коефіцієнт надійності), фактична виробнича спроможність.

Під **технологічними** ресурсами розуміють ресурси, які задіяні у виробничих процесах локомотивного господарства, що характеризують технічний рівень і рівень технологічної підготовки виробництва.

Технічний рівень виробництва – це технічний стан виробництва, який вимірюється інтегральним критерієм і сукупністю одиничних показників, які характеризують технічну оснащеність виробництва і праці.

Показники технічного рівня виробництва враховують рівень техніки виробництва. Як одиничні показники технічного рівня для виробничих дільниць локомотивних і моторвагонних депо можна використовувати рівень виробничої спроможності праці $K_{вп}$, рівень автоматизації K_a , рівень механізації K_m , рівень технології $K_{пт}$, рівень озброєності праці $K_{от}$ [13].

$$K_{вп} = \frac{\bar{N}_{3М}}{\bar{R}_{3М}}, \quad (2.1)$$

де $\bar{N}_{3М}$ – середньорічний обсяг виробництва продукції за зміну;
 $\bar{R}_{3М}$ – середньорічна спискова кількість робітників за зміну;

$$K_a = \frac{\sum_{z=3,5}^5 m_z z}{5 \sum_{z=0}^5 m_z} 100\%; \quad K_m = \frac{\sum_{z=1,5}^5 m_z z}{5 \sum_{z=0}^5 m_z} 100\%, \quad (2.2)$$

де z – ланковість машини;

$m_z = m_y K_3$ – кількість машин, що використовуються;

m_y – кількість встановлених машин;

K_3 – коефіцієнт завантаження машини;

5 – максимальна ланковість машини;

$$K_{пт} = \frac{\sum_{z=3}^5 m_z \bar{T}_z}{\sum_{z=0}^5 m_z \bar{T}_z} 100\% , \quad (2.3)$$

де \bar{T}_z – середній вік машини для z -ї ланковості;

$$K_{от} = \frac{P_B K_3}{R}, \quad (2.4)$$

де P_B – встановлена потужність силових приводів машин, кВт;

R – максимальна чисельність працівників у зміні.

Під *людськими ресурсами* розуміють людський капітал (запас знань, навичок, мотивацій) і дієву роль людини у сфері виробництва.

Згідно з процесами, що розглядаються, під людськими ресурсами розуміють індивідуально-опосередкований трудовий потенціал депо, який характеризується чисельністю робітників, їх кваліфікацією, рівнем освіти, стажем роботи, віком, плинністю (стабільністю складу) та ін. [12, 14, 15].

Система показників, що характеризує людські ресурси, може бути надана таким чином.

Рівень кваліфікації робітників (синтетичний показник)

$$K_{\text{КВ}} = \frac{\sum_{i=1}^2 P_i(L_i + \bar{l}_i)\bar{B}_i}{\sum_{i=1}^4 P_i(L_i + \bar{l}_i)\bar{B}_i} \quad (2.5)$$

де P_i – чисельність робітників з i -м видом освіти ($i = 1$ – вища; $i = 2$ – середня професійна; $i = 3$ – загальна середня; $i = 4$ – неповна середня);

L_i – тривалість отримання i -го виду освіти;

\bar{l}_i – середній стаж роботи робітників з i -м видом освіти;

\bar{B}_i – середній вік робітників з i -м видом освіти.

Коефіцієнт розрядності

$$K_p = \frac{\bar{P}}{\bar{p}}, \quad (2.6)$$

де \bar{P} – середній розряд робітників;

\bar{p} – середній розряд робіт на дільниці.

Коефіцієнт плинності персоналу

$$K_t = \frac{R_y}{R}, \quad (2.7)$$

де R_y – кількість робітників, які пішли з виробничої дільниці за вивчений період;

R – спискова кількість робітників на початок періоду, який вивчається.

Особливе місце в системах ресурсовикористання і ресурсокерування належить **трудовим ресурсам**. Керування ними пов'язане з вирішенням триєдиного завдання сполучення техніко-технологічних, організаційних і соціальних аспектів. Специфічними є **фінансові ресурси**, рух і резервування яких лежать в основі керування ринком ресурсів у цілому.

Основоположний підхід до використання ресурсів – це **ресурсозбереження**.

На цей час склалося два основних методичних підходи до трактування терміна "ресурсозбереження".

Перший з них ґрунтується на понятті ресурсозбереження як *тенденції бережливого ставлення до природних ресурсів* (Гофман, 1994; Нурієв, 2001; Савченко, 1997; Meadows et al., 1996). У цьому значенні ресурсозбереження припускає будь-яку діяльність, спрямовану на охорону природного середовища.

Найчастіше єдиною функцією згаданих засобів є зменшення екологічної неспроможності технологічних систем основного виробничого призначення, що використовуються.

Інший підхід до трактування ресурсозбереження припускає: по-перше, залучення в коло предмета ресурсозбереження будь-яких ресурсів (а не тільки природних), що забезпечують життєдіяльність людини; по-друге, трактування поняття "заощадження" не від терміна "збереження" (консервація), а від поняття "економія". Таким чином, другий підхід до трактування поняття "ресурсозбереження" пов'язаний з *економією будь-яких видів ресурсів*.

Визнаючи можливість і обґрунтованість використання першого підходу до трактування поняття "ресурсозбереження" на основі концепції охорони (заощадження) природних ресурсів (середовища), не можна не визначити, що друга концепція на основі економії ресурсів у більшому ступені відповідає духу часу і потребам сучасного етапу розвитку продуктивних сил і залізничного транспорту зокрема.

Дослідження економічного і природоохоронного змісту процесів виробництва і споживання ресурсів дає змогу сформулювати визначення ресурсозбереження, подане нижче.

Під **ресурсозбереженням** слід розуміти комплекс заходів наукового, технічного, технологічного, організаційно-управлінського, комерційного й інформаційного характеру, спрямованих на раціональне, комплексне використання й ощадливе споживання усіх видів ресурсів, виходячи з існуючого рівня розвитку техніки і технології за видами виконуваних перевезень, робіт, послуг, зниження витрат в абсолютному і відносному виразах, збільшення доходів і прибутку при одночасному зниженні техногенного впливу на навколишнє середовище.

Ресурсозбереження на сучасному етапі – це не тільки ощадлива витрата ресурсів, а й технічна, економічна і соціальна політика, що припускає новий погляд на існуючу техніку генерування, розподілу і використання ресурсів.

Ресурсозбереження забезпечується на основі впровадження нових технічних засобів, ресурсозберігаючих та інформаційних технологій і має стратегічну спрямованість.

Завдання ресурсозбереження вирішується через керування ресурсопотоком і, зокрема, резервуванням. Під виробничим ресурсним резервом розуміється об'єктивна властивість ресурсу, що дає змогу регулювати потребу у цьому виді ресурсу, а під ресурсним резервуванням – процес керування ресурсними резервами. Резервування як засіб забезпечення стійкості й надійності функціонування системи ресурсозабезпечення широко застосовується в усіх галузях виробництва, і в т. ч. на залізничному транспорті.

Розрізняють п'ять видів резервування: тимчасове, інформаційне, структурне, функціональне й навантажувальне. Виробнича система вважається впорядкованою, якщо її майбутня поведінка може бути розкрита методами прогнозування, проектування й планування. Резервування інформації виконують у вигляді завчасних узагальнень: норм, правил, вказівок, програмних засобів і т. ін.

Структурне резервування у вигляді запасу сировини й матеріалів, парку рухомого складу й машин, елементів

складського господарства, транспорту тощо використовується для забезпечення стабільного і надійного виробництва. Обсяги запасів структурних елементів, як правило, нормативно регламентовані.

Функціональне резервування припускає багатоцільове використання ресурсів. Найбільш наочно воно проявляється на прикладі технічних ресурсів.

Одним із важливих видів резервування ресурсів є навантажувальне резервування (резерви трудових і технічних ресурсів). У той же час вони майже не мають можливості структурного резервування, оскільки люди й машини не повинні простоювати, чекаючи фронту робіт. Більша частина цих ресурсів є навантажувальним резервом, а самі ресурси мають можливості навантажувального резервування.

Реальне виробництво не має й не може мати «вільних» ресурсів, що не мають конкретного призначення. Однак майже завжди є деякий запас матеріалів, неповністю завантажена техніка й можливість поліпшення організації робіт і керування ними. Завдання резервування всіх видів ресурсів не може бути нормативно регламентовано через нестаціонарність умов його вирішення. Вирішення цього завдання можливе шляхом автоматизації керування потоками ресурсів.

Ресурсопотік – сукупність різних ресурсів у їхньому русі й взаємодії. При цьому відбувається витрата, природне або штучне виробництво й відтворення, зберігання, перетворення й резервування ресурсів. Економічним критерієм ефективності керування ресурсопотоком прийнято вважати відповідність витрат рівню того прибутку, що буде отриманий від реалізації результату праці, цьому ж критерію відповідає ефективність організації виробництва.

З метою вирішення завдань, поставлених програмою розвитку виробництва, необхідно мати у своєму розпорядженні систему оцінних показників ефективності використання ресурсів і ресурсозбереження. Ресурсоспоживання характеризує обсяг витрати відповідного виду виробничих ресурсів (чинників виробництва) в натуральному виразі і вартісній (витратній) оцінці. Витрата ресурсів у натуральному вимірнику встановлюється як в абсолютних величинах, так і в питомих

показниках на одиницю роботи (продажу, послуги). Вартісну оцінку спожитих ресурсів характеризують загальні і питомі експлуатаційні витрати за їх видами. При цьому питомі витрати виступають у вигляді ресурсоемності продукції (роботи, послуг) за видами ресурсів.

Ефективність використання виробничих ресурсів визначається порівнянням результату їх використання з витратою ресурсів у натуральному і грошовому вимірниках у вигляді показників ресурсовіддачі і ресурсомісткості.

Таким чином, для оцінки ефективності використання спожитих ресурсів і витрат можуть бути використані показники ресурсо-, витратовіддачі і ресурсо-, витратоемності, що характеризують величину результату (об'єму роботи, виручки, доходів, прибутку), що припадає на одиницю спожитих ресурсів (т, м³, кг, грн), і питому витрату ресурсів у натуральному і грошовому вимірниках на одиницю результату.

У структурних підрозділах філії (залізниці) доцільно використовувати показник ресурсомісткості, який дасть можливість оцінити внесок кожного підрозділу в результати роботи структурного підрозділу, дирекції, залізниці.

До ресурсно-витратних показників належать: за трудовими ресурсами – трудомісткість і зарплатоемність, продуктивність праці; за матеріально-енергетичними – матеріаломісткість, енергоемність, матеріало-, енерговіддача; за засобами праці – капіталоемність, фондомісткість, капітало-, фондовіддача. Можлива комплексна оцінка ефективності використання ресурсів у вигляді індексу витратоемності.

Ефективність використання матеріально-енергетичних ресурсів у структурних підрозділах доцільно оцінювати показниками ресурсомісткості за видами ресурсів у вигляді матеріало-, енерго-, паливоємностей, а також відносною економією ресурсів у натуральному і грошовому вимірниках.

Ресурсомісткість експлуатаційної роботи характеризує питому витрату окремих видів ресурсів на відповідного вимірника роботи (тонно-кілометр, вагоно-кілометр, технічну одиницю).

Науково-технічна ефективність характеризує новизну, технічну досконалість, корисність, компактність, простоту

обслуговування і ремонту, якість технічних засобів; соціальна – соціальний результат ресурсозбереження (підвищення кваліфікації працівників, їхньої середньої заробітної плати, поліпшення умов праці і життя тощо); екологічна – оцінює вплив заходів на чистоту і збереження навколишнього середовища (землі, повітря, води, природних ресурсів). Може бути виділена як різновид економічної ефективності фінансова ефективність, що враховує зміни прибутку, рентабельності, платоспроможності. Особлива система оцінки ефективності застосовується для інвестицій і інновацій.

У практичній діяльності і наукових дослідженнях приймаються і інші варіанти класифікації чинників ресурсозбереження. Їх можна розділити за видами діяльності, часом дії, ступенем залежності від обсягу роботи, величини інвестицій і т. д.

Результативність ресурсозбереження оцінюється за поліпшенням не тільки показників використання праці (трудомісткість і продуктивність праці), капіталу (фондовіддача і фондомісткість), матеріально-енергетичних ресурсів (матеріало- і енерговіддача, матеріало- і енергоємність), але і фінансових ресурсів (собівартість, прибуток, рентабельність).

Як показує світова практика, особливо значущим напрямом ресурсозбереження є заходи, спрямовані на економію і раціональне використання енергетичних ресурсів.

Контрольні питання до розділу 2

1. Розподіл ресурсів на групи.
2. Відновлювальні та невідновлювальні ресурси.
3. Поняття ресурсозбереження.
4. Оцінка ефективності використання спожитих ресурсів і витрат.

3. Характеристика і класифікація паливно-енергетичних ресурсів

Паливно-енергетичні ресурси – це сукупність усіх природних і перетворених енергоносіїв, запасена енергія яких при існуючому рівні розвитку техніки і технології доступна для практичного використання людиною при виробництві матеріальних благ. Паливно-енергетичні ресурси діляться на первинні і вторинні.

До первинних енергетичних ресурсів належать ресурси, одержувані безпосередньо з природних джерел для подальшого перетворення в інші види енергії або для безпосереднього застосування. Часто первинні ресурси не можуть бути використані безпосередньо і мають бути добутими і підготовленими до подальшого споживання.

Первинні ресурси підрозділяють на відновлювані і невідновлювані.

Вторинні ресурси – це енергетичні ресурси, одержувані у вигляді побічних продуктів головного і допоміжного виробництва в різних технологіях.

Паливно-енергетичні ресурси включають не тільки джерела отримання енергії, але і підведені енергетичні ресурси, до яких відносять передусім теплову енергію (найчастіше передається у вигляді гарячої води і водяної пари) і електричну енергію і які одержують, використовуючи енергію первинних і вторинних енергоресурсів. Електрична енергія згодом може бути знов перетворена в інші види енергії.

До невідновлюваних джерел енергії відносять більшість видів природного органічного палива, а також ядерне паливо. В даний час більше 90 % теплової і електричної енергії виробляється при використанні невідновлюваних ресурсів.

У балансі енергетики всього світу щонайбільша частка (приблизно 64 %) припадає на **органічне паливо**. Залежно від структури органічне паливо буває рідким (9 %), газоподібним (16 %) і твердим (39 %). У свою чергу за походженням воно підрозділяється на природне і штучне. Крім того, за способом використання органічне паливо підрозділяють на котельно-пічне і моторне.

Тверде паливо. Природним твердим паливом є: викопне паливо – буре і кам'яне вугілля, антрацит, горючі сланці, торф; рослинне паливо – дрова, деревні відходи, біомаса. До штучного твердого палива належать: кокс і напівкокс, відходи вуглезабагачення, вуглебрикети, деревне вугілля.

За складом тверде паливо містить горючу і негорючу (волога, зола) частини. До складу природного твердого палива, окрім вуглецю і водню, практично завжди входить сірка.

Вугілля – найспоживаніше тверде паливо. Його запаси на землі в порівнянні з іншими видами палива найбільш значні. Вугілля розрізняється за своїм складом, а отже, і за теплою згорання. Густина вугілля коливається в межах 1100–1500 кг/м³, а нижча теплота згорання – від 9,0–16,0 (буре вугілля) до 16,0–29,0 МДж/кг (кам'яне вугілля). В середньому, спалювання одного кілограма цього виду палива приводить до виділення 2,93 кг CO₂ і дає можливість отримати 23–27 МДж (6,4–7,5 кВт·год) енергії або при ККД 30 % – 2,0 кВт·год електрики. Вміст сірки у вугіллі може доходити до 7 %.

Сланці – викопне паливо з високими зольністю (до 60 %) і вологістю. Нижча теплота згорання сланців складає 6–10 МДж/кг. Вони характеризуються високим вмістом водню і летких речовин, тому легко займаються.

Торф має високу вологість (до 50 %) і низьку теплоту згорання (8,4–10,5 МДж/кг). Він покриває близько 3 % площі суші. Оскільки період утворення торфу у природних умовах набагато менший, ніж період утворення вугілля або нафти, його іноді відносять до відновлюваних енергетичних ресурсів.

Кокс належить до штучного твердого палива, яке одержують при нагріванні природного палива без доступу повітря. Кокс містить 96–98 % вуглецю. Теплота згорання складає 29–30 МДж/кг. Кам'яновугільний кокс використовується як паливо при плавці чавуну в доменних печах, будучи одночасно відновником заліза з його оксидів.

Деревина. Під деревним паливом розуміють усі види палива деревного походження, отримані з лісу. Це паливо складає 10 % паливних ресурсів, використовуваних у світі. Основні види деревного палива – дрова, тріска, деревні паливні гранули і брикети. Енергетична цінність 1 м³ дров – у середньому близько 1,3 МВт/год.

При переробці твердого палива (газифікація) може бути отримано рідке і газоподібне паливо.

Рідке паливо являє собою в основному продукти переробки нафти. В даний час сама нафта практично не є паливом. Основна одиниця вимірювання кількості сирової нафти – нафтова барель (у пер. з англ. – бочка), що дорівнює 159 л. Різні марки сирової нафти мають різний склад, а отже, і різні густину і теплоту згорання, що багато в чому визначає їхню ціну на світовому ринку енергоносіїв. Густина нафти є однією з основних її характеристик. Залежно від густини нафта ділиться на легку ($\rho = 650\text{--}870 \text{ кг/м}^3$), середню ($\rho = 871\text{--}910 \text{ кг/м}^3$) і важку ($\rho = 911\text{--}1050 \text{ кг/м}^3$).

Як енергетичне паливо використовується важкий продукт переробки нафти – мазут ($\rho = 890\text{--}1000 \text{ кг/м}^3$). В Україні марки мазуту розрізняються за рівнем вмісту сірки і за в'язкістю. Мазут також може бути використаний для отримання світлих нафтопродуктів при глибокій переробці (крекінгу, ріформінгу).

Більш легкі продукти переробки нафти – бензин, гас і дизельне паливо – використовуються як моторне паливо.

Газоподібне паливо. Природний газ, основу якого складає метан, є найбільш екологічно чистим видом палива. При добуванні і переробці природного газу проводяться його осушення, очищення від сірководню і відокремлення найважчих фракцій.

До природного газоподібного палива належить також попутний нафтовий газ, що залягає разом із нафтою в нафтових пластах, а також утворюється під час переробки нафти. Окрім метану, він містить етан, пропан, бутан і пари більш важких вуглеводнів. На газопереробних заводах з попутного газу відділяють бензинові фракції.

Паливо транспортується по трубопроводах, перевозиться морським і залізничним транспортом. Воно використовується для вироблення теплової і електричної енергії, безпосередньо спалюється в печах при здійсненні високотемпературних технологічних процесів (чорна і кольорова металургія, отримання скла, цементу та ін.).

Більше 50 % усього органічного палива, використовуваного в Україні, спалюється на теплових електростанціях і в котельних.

До **котельно-пічного палива** належать передусім природний газ, мазут і кам'яне вугілля, тобто ті види палива, які спалюються в котлах електростанцій, опалювальних і виробничо-опалювальних котельних, промислових печах.

У котлах електростанцій і особливо в опалювальних котельних нерідко спалюється торф, деревні відходи і інші види місцевого палива. В масштабах країни і регіону ці види палива рідко відносять до котельно-пічного, хоча це часто роблять при енергетичному обстеженні підприємства, що супроводжується складанням енергетичного паспорта.

Моторне паливо використовується у двигунах внутрішнього згорання, а також у реактивних і газотурбінних двигунах для привода машин і механізмів. До моторного палива належать, перш за все, бензин і дизельне паливо. Гас використовується як паливо для авіаційних двигунів. Як бензин, так і дизельне паливо являють собою суміш легких вуглеводнів різного складу і різної густини. Теплота згорання цих видів палива міняється залежно від їхньої марки. Наприклад, нижча теплота згорання бензину марки АИ-93 складає 44 МДж/кг, а дизельного палива марки Д – 42,6 МДж/кг. Як моторне паливо все ширше використовується скраплений газ.

Органічне паливо дорожчає, оскільки його запаси поступово скорочуються і збільшується складність добування через освоєння важкодоступних родовищ. Дорожчання органічного палива пов'язано також з тим, що воно служить як цінна сировина для цілого ряду хімічних виробництв.

Ядерне паливо. Окрім органічного палива, у світовій енергетиці широко використовується ядерне паливо. Звичайно розрізняють поняття «ядерне паливо» і «ядерне паливо».

Ядерне паливо – це природний ізотоп урану U^{235} і одержувані штучно у процесі ядерних реакцій ізотопи плутонію $Pu^{239-242}$.

Ядерне паливо, як правило, містить не тільки ізотопи речовини, що підтримують ланцюгову ядерну реакцію, але і ізотопи (ядерну сировину), які в процесі реакції перетворюються на штучно одержуване ядерне паливо. На атомних електростанціях ядерне паливо використовується у складі тепловидільних елементів (твелів), що складаються із сердечника,

виконаного з речовини, що ділиться, і оболонки. Природна уранова руда містить мало ізотопів урану і вимагає попереднього збагачення.

Сумарна потужність працюючих у світі атомних електростанцій складає приблизно 350 ГВт. Встановлена потужність атомних електростанцій, працюючих в Україні, у 2013 р. складала 13 818 МВт. Використання ядерного палива справляє набагато менший негативний вплив на навколишнє середовище, ніж спалювання органічного палива, оскільки не призводить до викиду в атмосферу твердих частинок, оксидів сірки і азоту, а також діоксиду вуглецю – основного парникового газу. Проте з використанням ядерного палива пов'язані проблеми безпеки, що виникають не тільки на атомних електростанціях, але і на підприємствах зі збагачення і переробки палива; важливою є і проблема захоронення ядерних відходів.

До **відновлюваних енергетичних ресурсів** належать енергія сонця, вітру, теплоти землі, природного руху водних потоків, існуючих у природі градієнтів температур, а також енергія, яку можна отримати під час переробки органічних продуктів і відходів (біомаси).

Вторинні енергетичні ресурси (ПЕР) розділяють на три великі групи: пальні (паливні); теплові; надмірного тиску.

Пальні ПЕР – побічні горючі гази металургійних виробництв, горючі гази і відходи процесів переробки вуглецевої і вуглеводневої сировини; тверді і рідкі паливні відходи, непридатні для подальшої технічної переробки (тріска, обрізки, стружка, тирса) і ін. До паливних ПЕР належать доменний, конвертерний, коксовий і генераторний гази, що є низькокалорійними видами палива.

Доменний газ (його також називають колошниковим) – це газ доменних печей, що виділяється під час виплавки чавуну, який містить 20–30 % оксиду вуглецю і 1–8 % водню. Основну частину його складають азот і діоксид вуглецю. Нижча теплота згорання доменного газу складає 3,6–4,6 МДж/м³.

Конвертерний газ утворюється при конвертерній виплавці сталі. Його склад такий: 67–79 % оксиду вуглецю; 13–16 % діоксиду вуглецю; 5–14 % азоту; 0–3 % водню і води. Нижча теплота згорання складає 8,4–9,2 МДж/м³.

Газ коксу виділяється при коксуванні кам'яного вугілля. Він містить 55–60 % водню, 20–30 % метану, 5–7 % оксиду вуглецю. Його нижча теплота згорання складає 17,2–18,8 МДж/м³.

Генераторний газ утворюється при газифікації вугілля в газогенераторах. Він містить велику кількість вуглекислоти. Теплота згорання генераторного газу залежно від способу газифікації складає від 4 до 10–13,5 МДж/м³.

До пальних ПЕР можна віднести також відходи деревообробної промисловості і побутове сміття, яке спалюється або газифікується на сміттєпереробних заводах.

Теплові ПЕР являють собою фізичну теплоту газів, що передається від технологічних агрегатів, основної і побічної продукції, рідин і газів, використовуваних для примусового охолодження технологічних агрегатів і установок, теплоту шлаків, золи, теплоту гарячої води і пари, відпрацьованої в технологічних і силових установках, а також теплоту, що йде з поверхні огорож промислових печей та ін.

Прикладами теплових ПЕР можуть служити димові гази (газоподібні продукти згорання), що йдуть з промислових печей, гарячий сушильний агент на виході з конвективних сушильних установок, пари дистилляту і гарячий кубовий залишок установок ректифікації, вентиляційне повітря, що видаляється з приміщень.

Вторинні енергоресурси надмірного тиску – потенційна енергія газів і рідин, що виділяється з технологічних агрегатів з надмірним тиском, який необхідно знижувати перед наступним рівнем їх використання або при їх викиді в атмосферу, водоймища, ємності або інші приймачі. До таких ПЕР належать, наприклад, стиснений природний газ, який потрапляє в котельні установки, енергію тиску якого можна використовувати в турбодетандерних агрегатах, і водяна пара, тиск якої перед застосуванням знижується в редуційно-охолоджувальних установках. Деякі види ПЕР можуть одночасно використовуватися і як пальні, і як теплові, а іноді і як ПЕР надмірного тиску. Таким ПЕР є доменний газ.

Підведені енергетичні ресурси включають електроенергію і теплову енергію.

Електроенергія широко використовується в промисловості, побуті, на транспорті. У споживачів вона перетворюється до

необхідної напруги, за потреби змінна напруга перетворюється в постійну, і потім використовується в основному у вигляді механічної (електродвигуни), теплової (електронагрівачі), променевої (освітлювальні прилади) і хімічної (електролізери) енергії, а також енергії постійного електричного струму.

Теплова енергія проводиться при спалюванні палива. Вона використовується для теплопостачання житлових, громадських і промислових будівель, тобто на потреби опалювання, гарячого водопостачання, вентиляції і кондиціонування повітря. В промисловості тепла енергія застосовується для здійснення таких технологічних процесів, як сушіння, випаровування, перегонка і ректифікація, підігрів, нагрів, термообробка, промивка, пропарювання та ін. Теплова енергія більшою частиною передається з водяною парою, гарячою водою, меншою – з іншими теплоносіями. Передача теплової енергії здійснюється по теплових мережах, температура гарячої води в яких складає 70–150 °С, температура пари 150–150 °С. Надмірний тиск пари і води у трубопроводах звичайно не перевищує 1,6 МПа.

3.1. Порівняння енергетичної цінності різних видів ПЕР

Різні види органічного палива, використовувані для енергозабезпечення споживачів, при спалюванні одиниці об'єму або маси виділяють різну кількість теплоти. Кількість теплоти, що виділяється при повному згоранні 1 кг твердого або рідкого, або 1 м³ газоподібного палива, називають **теплотою згорання палива** (теплотворною здатністю палива).

Оскільки один і той самий об'єм газів при різних температурах і тиску буде мати різну масу, то теплота згорання газів вимірюється в мегаджоулях (або гікакалоріях) на 1 м³ газу, узятого за нормальних умов: P = 760 мм рт. ст., t = 0°С. У ряді випадків розрахунок теплоти згорання газового палива ведеться на 1 м³ за інших умов: P = 760 мм рт. ст., t = 20 °С. В цьому випадку нижча теплота згорання складатиме

$$Q_{n(t=0^{\circ}C)}^P = Q_{n(t=20^{\circ}C)}^P \cdot \frac{273,15 + 20}{273,15}. \quad (3.1)$$

На практиці теплота згорання найчастіше визначається експериментально. Для палива відомого хімічного складу її можна приблизно обчислити за такими формулами, як, наприклад, відома формула Д. І. Менделєєва.

Максимальну кількість теплоти, яку можна отримати в результаті хімічної реакції горіння палива, називають вищою теплотою згорання палива Q_v^p .

Нижча теплота згорання палива Q_n^p відрізняється від вищої на кількість теплоти, яка витрачається на випаровування води, що міститься в паливі, а також утворюється в результаті хімічної реакції горіння палива. Оскільки теплота, що була затрачена на випаровування вологи, найчастіше видаляється з енергетичних установок у вигляді парів з димовими газами, то вона рідко корисно застосовується на практиці. Тому в теплотехнічних розрахунках звичайно використовується нижча теплота згорання палива.

Для порівняння енергетичної цінності різних видів палива і порівняння сумарного споживання енергоресурсів об'єктами з різною структурою енергетичного балансу введено поняття *умовного палива*. Як умовне приймається паливо, яке має нижчу теплоту згорання 29,33 МДж/кг (7000 ккал/кг). Введення поняття умовного палива дає змогу, наприклад, порівнювати енергетичні витрати двох різних регіонів країни, не уточнюючи, яка кількість тих або інших конкретних видів палива спалюється в цих регіонах. Енергетичний баланс промислового палива або іншого споживача ПЕР, який використовує декілька енергоносіїв, зручно аналізувати в перерахунку на умовне паливо. Знаючи теплоту згорання будь-якого виду палива, можна визначити його еквівалент в умовному паливі.

$$M_{yi} = M_{ni} Q_{ni}^p / 29,33, \quad (3.2)$$

де M_{yi} – масовий еквівалент і-го виду палива в умовному паливі, кг;

M_{ni} , Q_{ni}^p – маса, кг, і теплота згорання, МДж/кг, і-го виду палива.

Економію всіх видів енергії також зручно надавати в тоннах умовного палива (т умов. палив). Різні марки вугілля, мазуту і інших видів палива мають різну нижчу теплоту згорання. Для оцінок можна прийняти, що 1 т умов. палив еквівалентна: 1,2–1,8 т кам'яного вугілля; 1,8–2 т бурого вугілля; 0,70–0,75 т мазуту; 0,8–0,9 тис. м³ природного газу.

Нижча теплота згорання різних видів палива і коефіцієнти перерахунку на умовне паливо подані в табл. 3.1–3.3.

Таблиця 3.1

Нижча теплота згорання твердого палива

Паливо	Басейн або родовище	Марка, клас	Нижча теплота згорання, МДж/кг	Коефіцієнт перерахунку маси	
				на умовне паливо, т/т умов. палив.	на нафтовий еквівалент, т/т нафт. екв.
Кам'яне вугілля	Донецький	Д	19,7	0,782	0,547
		ПА	24,0	0,818	0,573
		А	20,9	0,779	0,545
	Львівсько-Волинський		22,4	0,764	0,535
	Українське буре вугілля		11,7	0,398	0,279
	Сілезьке		23,5	0,800	0,560
	Кузнецький	Д	22,8	0,777	0,544
		СС	23,6	0,805	0,564
		Т	25,1	0,856	0,599
	Інше імпортоване вугілля			0,800	0,560
Сланці горючі			5,9–11,0	0,201–0,375	0,141–0,263
Фрезерний торф			8,1–10,5	0,276–0,358	0,193–0,251
Дрова			10,2	0,348	0,244

Таблиця 3.2

Нижча теплота згорання рідкого палива

Паливо	Нижча теплота згорання, МДж/кг	Коефіцієнт перерахунку маси	
		на умовне паливо, т/т умов. палив	на нафтовий еквівалент, т/т нафт. екв.
Мазут: високосірчистий	39,9	1,36	0,95
малосірчистий	40,5–41,5	1,38–1,41	0,97–0,99
Нафта сира	43,7–46,2	1,49–1,57	1,04–1,10
Дизельне паливо	42,5	1,45	1,015
Бензин		1,49	1,04

Таблиця 3.3

Нижча теплота згорання газоподібного палива

Паливо	Родовище або район добування	Нижча теплота згорання, МДж/кг	Коефіцієнт перерахунку маси	
			на умовне паливо, т/т умов. палив	на нафтовий еквівалент, т/т нафт. екв.
Природний газ	Уренгой	35,47	1,21	0,85
	Ставрополь	36,09	1,23	0,86
	Середня Азія	37,56	1,28	0,9
Попутний газ		42,37	1,441	1,01
Газ доменних печей		3,80	0,13	0,09
Газ підземної газифікації вугілля			0,11	0,077

Іншою універсальною мірою споживання палива і енергії є нафтовий еквівалент (нафт. екв.). Це поняття найчастіше трапляється в закордонній літературі. За нафтовий еквівалент прийнято 1 т палива з теплою згорання 41,0 МДж/кг

(10000 ккал/кг), близькою до теплоти згорання сирої нафти, яка складає 43,7–46,2 МДж/кг (10430–11026 ккал/кг). Вибір чисельного значення нафтового еквівалента обумовлений бажанням забезпечити зручність у розрахунках. При цьому 1 т у нафтовому еквіваленті відповідає 1,43 т умовного палива. Знаючи теплоту згорання, легко виразити будь-яку кількість іншого палива у нафтовому еквіваленті. Наприклад, 1000 м³ природного газу з нижчою теплотою згорання 35,2 МДж/м³ відповідає 0,84 т у нафтовому еквіваленті.

3.2. Зв'язок між одиницями вимірювання паливно-енергетичних ресурсів

На практиці постійно виникає необхідність переводити одні енергетичні одиниці в інші, знаходити відповідні їм значення в одиницях умовного палива, первинного умовного палива, у нафтовому еквіваленті.

В Україні тепла енергія найчастіше вимірюється в гікалоріях (10⁹ калорій), а електрична енергія – в кіловат-годинах. Ці одиниці вимірювання використовуються при фінансових розрахунках між постачальниками і споживачами енергоресурсів. Співвідношення між одиницями енергії наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Співвідношення між різними одиницями енергії

Одиниці	1 Гкал	1 ГДж	1000 кВт·год	1 т умов. палив	1 т нафт. екв.
1 Гкал	-	4,19	1,163	0,143	0,10
1 ГДж	0,24	-	0,278	0,034	0,024
1000 кВт·год	0,86	3,60	-	0,123	0,086
1 т умов. палив.	7,00	29,31	8,13	-	0,70
1 т нафт. екв.	10,00	41,90	11,63	1,43	-

Необхідно розрізняти теоретичний еквівалент електричної енергії і теплоти в умовному паливі (див. табл. 3.4) і реальні витрати умовного палива, необхідні на їх вироблення.

При перерахунку первинних енергоресурсів на підведені (наприклад, різних видів палива на теплову або електричну енергію), і навпаки, необхідно мати на увазі, що реальний процес перетворення здійснюється з необоротними втратами енергії.

Підприємство може одержувати теплову і електричну енергію від зовнішніх джерел, наприклад електричну енергію з енергосистеми. Тоді при розрахунку енергоспоживання підприємства маємо використовувати для переведення електроенергії в умовне паливо не теоретичний еквівалент, а витрати умовного палива в енергосистемі на отримання даної кількості електричної енергії. Електростанції, що входять до складу енергосистеми, використовують різні види палива і мають різні ККД. Тому для отримання одиниці електроенергії на цих електростанціях треба витратити різну кількість палива, яка визначається для кожної енергосистеми. Аналогічно при використанні на підприємстві теплової енергії, отриманої в енергосистемі, потрібно знати, скільки палива витрачається для її виробництва, оскільки при цьому також існують втрати. Таким чином, при обчисленні енергоспоживання об'єкта в умовному паливі потрібно використовувати дані енергосистеми, а якщо їх немає – то середні по країні значення. При цьому

$$M_Q = b_Q Q; \quad (3.3)$$

$$M_E = b_E E, \quad (3.4)$$

де M_Q , M_E – масові еквіваленти теплоти і електричної енергії в умовному паливі, т;

Q , E – теплота, Гкал, і електрична енергія, тис. кВт·год;

b_Q , b_E – питомі витрати умовного палива на вироблення одиниці теплоти, т умов. палив/Гкал, і електричної енергії, т умов. палив/(тис. кВт·год).

У середньому по країні на вироблення 1000 кВт·год електроенергії потрібно $b_e = 0,3445$ т умов. палив, а на вироблення 1 Гкал теплоти – $b_Q = 0,1486$ кг умов. палив [17]. Ці

питомі витрати відповідають середнім по країні ККД при виробництві електричної і теплової енергії. При переведенні в умовне паливо електроенергії, отриманої на гідро- і атомних електростанціях, а також при використанні нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії передбачається, що ця електроенергія вироблена на теплових електростанціях із середньою по країні витратою палива на вироблення електроенергії 344,5 т умов. палив/(кВт·год).

При отриманні теплової або електричної енергії на самому підприємстві для визначення кількості палива, що витрачається, використовується питома витрата палива на одиницю виробленої енергії, узятя для конкретної енергетичної установки.

Контрольні питання до розділу 3

1. Класифікація паливно-енергетичних ресурсів.
2. Види і опис органічних видів палива.
3. Відновлювані енергетичні ресурси.
4. Вторинні енергоресурси надмірного тиску.
5. Одиниці вимірювання паливно-енергетичних ресурсів.

4. Значення залізничного транспорту і структура споживання ПЕР у локомотивному господарстві

Транспорту належить провідна роль в економіці України. Він нараховує 30 % державних фондів, на транспорті зайняті 18 % працюючого населення країни. Ефективна робота транспортного сектора є дуже важливим завданням. Залежність транспортного сектора від інших секторів промисловості в постачаннях енергоносіїв, технологій, матеріалів, у сполученні з політикою економічної діяльності, проведеної на транспорті, означає, що будь-яка зміна, що відбувається в транспортному секторі, буде впливати на економіку в цілому.

Технологічний процес роботи транспорту, як і інших галузей виробничої діяльності, неможливий без використання енергії. У зв'язку з наявністю дефіциту енергетичних ресурсів у країні, який обумовлений не тільки недостатнім багатством її надр вуглеводами, кризовими явищами в економіці і її нераціональною структурою, а також високим рівнем зношеності основних виробничих фондів, проблема енергозбереження на залізничному транспорті є однією із найгостріших і першочергових.

Виконуючи майже половину загального обсягу перевізної роботи, здійснюваної в країні всіма видами транспорту, залізничний транспорт споживає приблизно 15 % енергоресурсів, що використовуються в цілому транспортом [18]. А якщо розглядати витрати в країні всіх енергоресурсів, то приблизно 5 % електроенергії і більше 10 % дизельного палива витрачається для виконання залізничних перевезень.

Залізничний транспорт – це не тільки споживач продукції паливно-енергетичного комплексу країни, але і технологічна складова в ланцюзі виробництва, передачі і споживання електроенергії, що забезпечує транспортування первинних енергоресурсів від місця їх виробництва до споживачів. У загальному обсязі вантажоперевезень залізниць первинні енергоносії складають 20–25 %.

З урахуванням цього, можна сказати, що залізничний транспорт є невід'ємною частиною енергетики країни і складає з нею єдиний технологічно зв'язаний комплекс. Тому забезпечення

ефективної, економічної роботи залізничного транспорту є гарантією успішної роботи всієї промисловості країни.

Ресурси залізничного транспорту можна поділити на дві групи: природні і штучні, які створюються людиною. До першої групи належать: час, природно-екологічне середовище і такі природні матеріали, як вода, дерево, пісок і деякі інші, що не потребують спеціального перетворення. У другу групу входять: технічні засоби, енергія, паливо, інформація, вантажо- і пасажиропотоки (як об'єкти послуг), майже всі будівельні матеріали, виробничі, службово-технічні і житлові будинки й споруди. Ресурсо-елементи залізниць прийнято поєднувати поняттям інфраструктура транспортно-виробничої системи [6].

Робота сучасного залізничного транспорту характеризується значними витратами на енергоносії в тязі поїздів як у загальному обсязі, так і у витратах локомотивного господарства. Затрати на дизельне паливо і електроенергію в локомотивному господарстві становлять 40–50 % всіх експлуатаційних витрат. Тому економія палива та електроенергії в поїзній роботі дає значний економічний ефект.

Локомотивне господарство є важливою складовою частиною залізничного транспорту, його можна розглядати як підгалузь залізничного транспорту, що являє собою мікросистему із забезпечення перевізного процесу тяговим рухомим складом і бригадами фахівців для виконання планово-попереджувальних ремонтів з метою надання якісних послуг з основної і підсобно-допоміжної діяльності. У цілому таке господарство виконує функції забезпечення перевізного процесу тяговим рухомим складом, обслуговування, ремонту й модернізації локомотивів і моторвагонного рухомого складу.

Локомотивне господарство споживає електроенергію, дизельне паливо, топковий мазут, вугілля і продукти його переробки, природний горючий газ, дрова, автомобільний бензин, побутове пічне паливо і ін.

Структура споживання ПЕР у галузі визначається структурою енергетики залізничного транспорту, яка об'єднує під загальною назвою сукупність паливо-, енергоспоживаючих і енергогенерувальних установок залізничного транспорту, а також систем, що забезпечують їх роботу.

Через свою специфіку локомотивне господарство є найбільшим споживачем енергоресурсів у галузі. Тільки на тягу поїздів щорічно витрачається до 82 % електроенергії від загального її споживання на залізничному транспорті і, відповідно, близько 85 % дизельного палива. У витратній частині це складає 70,5 % загальномережевих витрат на енергоресурси за основним видом діяльності, що і зумовлює ступінь важливості енергозбереження саме в цій сфері енергоспоживання компанії.

Енергетику локомотивного господарства прийнято поділяти на тягову і нетягову. Межі галузей, що охоплюються цими поняттями, значною мірою умовні. Проте до **тягової енергетики** відносять енергетичні установки електровозів, тепловозів, паровозів, електро- і дизель-поїздів, автомотрис, мотовозів, автобусів на залізничному ходу, а також систем, що безпосередньо забезпечують їх експлуатацію, таких як пристрої енергопостачання, допоміжні електричні машини, тягові трансформатори, допоміжні системи дизелів тепловозів (паливна, масляна, водяна, повітропостачання), системи охолодження тягових генераторів і двигунів, теплообмінники цих систем тощо.

До **нетягової енергетики** відносять енергетичне господарство локомотивних депо, ремонтних майстерень (зокрема печі для лиття і ковальського виробництва), житлово-побутових комплексів, дизельні і теплові електростанції, системи виробничо-побутового електропостачання, компресори і системи повітропостачання, енергетику допоміжних машин і механізмів, машин для очищення колії і території від снігу тощо. До нетягової належить також та частина енергетики рухомого складу залізниць, яка безпосередньо не використовується для тяги поїздів. Це енергосилові установки і системи електро- і теплопостачання, кондиціонування повітря в кабінах машиністів і т. д.

У стаціонарній теплоенергетиці джерелами теплопостачання є виробничо-опалювальні котельні з паровими і водонагрівальними котлами. Сюди відносять теплоспоживаючі установки, а також системи паливо- і теплопостачання, які не є елементами рухомого складу: теплові мережі; системи розподілу і зберігання рідкого, твердого і газоподібного палива; системи опалювання, вентиляції, гарячого водопостачання, кондиціонування повітря у виробничих і побутових приміщеннях,

технологічне теплопостачання локомотивних депо і майстерень. Зрозуміло також, що частина теплової енергії ТЕЦ залізниць використовується для потреб теплофікації.

Локомотивне господарство є найбільш енергоємним на залізничному транспорті, оскільки витрачає значну кількість енергоресурсів на тягу поїздів. Вартість енергоносіїв в експлуатаційних витратах господарства становить до 45 %. У середньому за рік використовується близько 5 млрд кВт·год електроенергії, близько 400 тис. т дизельного палива, 15,5 тис. т дизельних олив, більше 6 тис. т мазуту, більше 100 тис. т вугілля, 148 млн м³ природного газу. Це становить від витрат по Укрзалізниці електроенергії 81 %, дизельного палива 84,5 %, дизельних олив 89 %, мазуту пічного 58 %, вугілля 9 %, природного газу 21 %.

У табл. 4.1 містяться показники, одержані на підставі даних звітів ЦТ і аналізів використання паливно-енергетичних ресурсів та роботи з енергозбереження на залізничному транспорті України за декілька останніх років [7].

Таблиця 4.1

Енергоспоживання на залізничному транспорті України

Види ПЕР	Одиниця виміру	2012	2013	2014	2015
1	2	3	4	5	6
Електроенергія на тягу поїздів	млн кВт·год	4394,0	4475,5	5177,8	5236,2
	тис. т умов. палив	1428,0	1454,6	1682,8	1701,8
Дизельне паливо на тягу поїздів	тис. т	448,2	435,8	484,1	361,1
	тис. т умов. палив	649,9	631,9	701,9	523,7
Всього енергоресурсів на тягу поїздів	тис. т умов. палив	2078,0	2086,5	2384,7	2225,4
Обсяги перевезень	прив. млн ткм	214972	224494	313132	327159
<i>Енергоємність перевізної роботи</i>	<i>т умов. палив/прив. млн ткм</i>	<i>9,67</i>	<i>9,29</i>	<i>7,62</i>	<i>6.80</i>

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
Мазут	тис. т	136,4	60,8	20,3	6,3
	тис. т умов. палив	186,9	83,3	27,8	8,6
Вугілля	тис. т	433,4	320,0	206,7	109,1
	тис. т умов. палив	359,7	265,6	171,5	90,5
Природний газ	млн. м ³	426,5	334,0	222,1	148,0
	тис. т умов. палив	494,8	387,4	257,6	171,6
Бензин	тис. т	37,1	25,4	16,4	11,8
	тис. т умов. палив	55,3	37,8	24,4	17,6
Дизельне паливо (крім тяги поїздів)	тис. т	83,1	75,3	87,6	68,7
	тис. т умов. палив	120,5	109,2	127,1	99,6
Електроенергія (крім тяги поїздів)	млн кВт·год	1589,4	1244,1	1157,02	992,7
	тис. т умов. палив	516,6	404,3	376,0	322,6
Всього інших витрат ПЕР	тис. т умов. палив	1733,7	1287,7	984,4	710,6
Інші витрати ПЕР на одиницю роботи	Т умов. палив/ прив. млн ткм	8,06	5,74	3,14	2,17
Всього витрати ПЕР	тис. т умов. палив	3811,7	3374,2	3369,2	2936,0
Всього енергоємність залізничного транспорту	т умов. палив/прив. млн ткм	17,73	15,03	10,76	8,07

У відсотковому відношенні використання ПЕР різними групами споживачів у локомотивному господарстві наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Використання ПЕР різними групами споживачів (%)

Загальне споживання ПЕР на залізничному транспорті – 100 %	Електроенергія 67 %	Тягова енергетика 74,1 %	Електрорухомий склад 55,3 %
	Дизельне паливо 22,4 %		Дизельний рухомий склад 18,8 %
	Котельне-пічне паливо 9,9 %	Нетягова енергетика 25,9 %	Стаціонарні теплоенергетичні установки і системи 9,9 %
	Теплова енергія з іншого боку 0,7 %		Інше споживання 16 %

Основним показником результативності енергозбереження, відповідно до чинного законодавства, є зниження питомих витрат ПЕР на одиницю продукції (роботи). Для залізничного транспорту продукцією є перевізний процес вантажів і пасажирів, тобто в питомому численні – робота, здійснювана транспортом доставки однієї тонни вантажу і одного пасажира на відстань в один кілометр.

Державою встановлено цільові показники енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності виробничої діяльності залізничного транспорту.

1. Зниження енергоємності виробничої діяльності може оцінюватися:

- у натуральному численні, кг умов. палив/прив. ткм нетто, визначається як відношення річних сумарних витрат енергетичних ресурсів на виробничу діяльність в умовному численні до приведенного вантажообігу;

- у вартісному численні, кг умов. палив/тис. грн, визначається як відношення річних сумарних витрат енергетичних ресурсів на виробничу діяльність в умовному численні до величини прибутків від основних видів діяльності.

2. Підвищення енергоефективності виробничої діяльності:

- у натуральному численні, прив. ткм нетто/кг умов. палив, визначається як відношення приведеного вантажообігу до річних сумарних витрат енергетичних ресурсів на виробничу діяльність в умовному численні;

- у вартісному численні, тис. грн/кг умов. палив, визначається як відношення прибутків від основних видів діяльності до величини річних сумарних витрат енергетичних ресурсів на виробничу діяльність в умовному численні.

Указані дані включаються в періодичну (місяць, квартал, півріччя, рік) державну звітність залізниць.

Слід зазначити, що витрата енергоресурсів віднесена до вантажообігу у приведених тонно-кілометрах нетто, тобто до об'єму виконаної корисної роботи (виключаючи вагу тари вагонів, в яких перевозяться вантажі і пасажирів). Оскільки для локомотивів робота з переміщення вантажів відбувається разом з переміщенням тари (маси вагонів), то витрата енергоресурсів у цілому в перевізному процесі складається з витрати на самі вантажі і витрати на переміщення тари, тобто на роботу, віднесена до тонно-кілометрів брутто.

Тому внутрішню звітність як показник енергоефективності роботи технічних засобів залізничного транспорту, що беруть участь у переміщенні вантажів і пасажирів, визначають відносно до тонно-кілометрів брутто.

Енергоємність тяги поїздів (відношення витрат енергоносіїв до виконаної корисної роботи) за період 2008–2015 рр. подано в табл. 4.3.

Експлуатаційною практикою Укрзалізниці неодноразово підтверджено, що обсяги перевізної роботи є одним з найістотніших інтегральних чинників, що впливають не тільки на кількісне споживання ПЕР, але і на ступінь енергоекономного використання всіх технічних засобів транспорту, використовуваних у перевізному процесі, а отже, на їхню енергоефективність.

Енергоємність тяги поїздів за період 2008–2015 рр.

	Роки							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Енерго- ємність, т умов. палив/млн прив. ткм	9,76	9,29	9,05	8,15	7,62	7,35	7,09	6,8

Чим нижче обсяги перевезень, тим вище їхня питома енергоємність. Це спостерігалось і в період спаду перевізної роботи в середині 1990-х рр. При зменшенні обсягів перевезень на 50 % питомі витрати електроенергії на тягу поїздів зростають на 15 %, дизельного палива – на 25 %.

Існує велика кількість чинників, що впливають на енергоефективність залізничних перевезень; їх буде докладно розглянуто далі. Проте існують **основні принципи** енергозбереження, що є обов'язковими і єдиними для будь-яких енергоустановок і умов організації праці:

- з технічних засобів і технологій мають застосовуватися тільки ті, що реалізують щонайвищий ККД при якнайменших витратах на ПЕР;

- режим роботи технічних засобів має бути близьким до номінального, що забезпечує реалізацію щонайвищого ККД установки або технологічного процесу;

- за відсутності робочого режиму енергоустановка має бути відключена або переведена в режим мінімального споживання енергії холостого ходу (при неможливості відключення її за умовами технологічного процесу).

Задача локомотивного господарства на наступні роки – подальше зниження енергоємності на одиницю перевізної роботи як безпосередньо в тязі поїздів, так і з урахуванням усієї виробничої діяльності. Завдання буде вирішуватись у першу чергу підвищенням ефективності використання локомотивів, а також широким використанням сучасних розробок світового і

вітчизняного машинобудування, у тому числі електровозів і тепловозів нових і модернізованих серій, прогресивних видів тяги і локомотивів енергоекономних типів, ресурсозберігаючих технічних засобів і інноваційних технологій.

Контрольні питання до розділу 4

1. Групи ресурсів, які споживає залізничний транспорт.
2. Види енергетики локомотивного господарства.
3. Показник результативності енергозбереження.
4. Задачі енергозбереження на наступні роки.

5. Напрями робіт для вирішення проблеми ресурсозбереження в локомотивному господарстві

Ресурсозбереження на транспорті поступово виділяється в самостійний науковий напрям, основним завданням і кінцевою метою якого є вирішення конкретних практичних задач скорочення витрат усіх видів матеріалів, енергоресурсів, інструменту і технологічних процесів, а також робочого часу обслуговуючого персоналу.

У галузі розроблено програму ресурсозбереження, що передбачає подальше вдосконалення систем менеджменту і маркетингу, ефективне управління економікою і фінансами на основі створення мотивації праці у напрямі раціонального використання матеріальних, трудових і фінансових ресурсів, застосування ресурсозберігаючих технологій і техніки, стимулювання інвестиційної і інноваційної діяльності залізниць.

Для більш систематизованого розгляду усіх заходів з ресурсозбереження доцільно поділити їх на основні стратегічні напрями.

- конструктивні заходи;
- технологічні заходи;
- експлуатаційні заходи;
- організаційно-технічні заходи.

У свою чергу кожний з виділених видів заходів містить ряд найважливіших напрямів діяльності, забезпечуючи найпомітніші позитивні результати (рис. 5.1).

Багатоаспектність проблеми ресурсозбереження в кожному з перелічених напрямів має широкий спектр шляхів її вирішення. Основні напрями вирішення проблеми:

- економія матеріальних, трудових і фінансових ресурсів при забезпеченні високого рівня реалізації існуючих технологій;
- розроблення та впровадження нових ресурсозберігаючих технологій та конструкцій.

Перший напрям ресурсозбереження маловитратний, оскільки використовується вже існуюча система з опрацьованими типовими рішеннями. Резерви, які можуть бути реалізовані при цьому, виявляють за допомогою проведення аналізу досягнутих рівнів – *технічного, організаційного й ресурсного* забезпечення технологій, що використовуються.

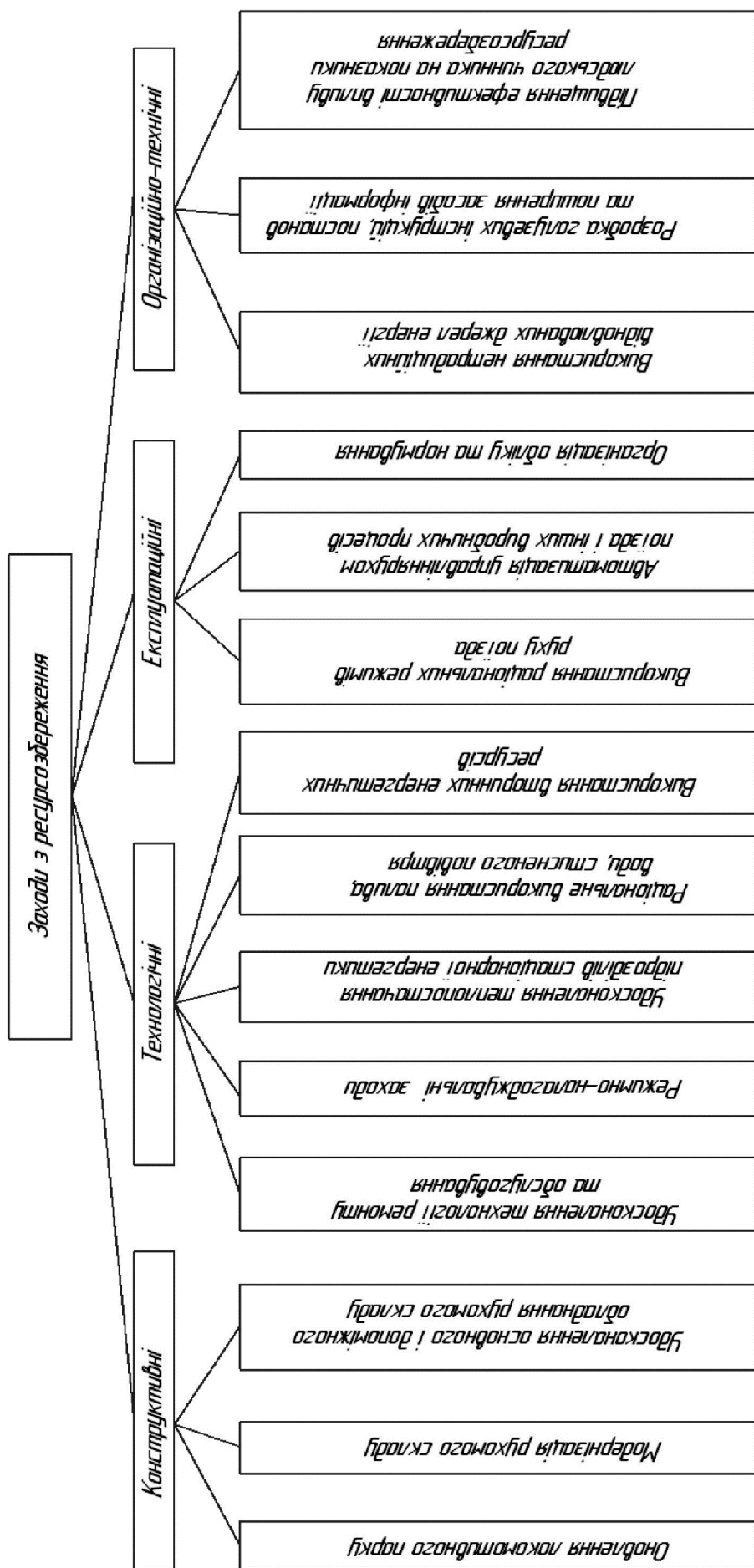


Рис. 5.1. Основні заходи з ресурсозбереження в локомотивному господарстві

Технічний рівень характеризується якістю виконання вимог технології та забезпечення ремонтним обладнанням. Конструктивні параметри, окрім заходів з модернізації окремих вузлів, залишаються постійними на весь період експлуатації технічних пристроїв.

Організаційний рівень найбільш суб'єктивний, у значній мірі залежить від індивідуальних навиків працівників (кваліфікаційних, соціально-психологічних) та рівня відповідності організаційної структури характеру експлуатаційно-ремонтних завдань.

Ресурсний рівень, визначений економічними умовами роботи підприємства, з одного боку, забезпечує в значній мірі реалізацію технічного та організаційного рівнів, з іншого боку – показує інтегральну оцінку результатів ресурсозбереження. Особливий інтерес становить інформаційний супровід на всіх рівнях результатів експлуатаційно-ремонтної діяльності підприємства.

Заслуговує на увагу формування обґрунтованих, набутих досвідом, уявлень про можливі технічні рішення з використанням аналогічних або новітніх технологій з інших галузей, спрямованих:

- на збільшення надійності конструкцій технічних пристроїв;
- зниження металомісткості та енерговитрат на технологічні операції;
- збільшення терміну міжремонтної експлуатації та зменшення часу простоїв на технічному обслуговуванні та періодичних ремонтах.

Найважливішою умовою вирішення вказаних задач є багаторівневе формування та використання сучасних інформаційних технологій у локальних та глобальних мережах.

Таким чином, з першого напряму формується другий – розроблення нових конструктивних рішень, технологій експлуатації та ремонтного обслуговування, а також технічних пристроїв, що забезпечують реалізацію запропонованих технологій, а саме:

- якісне виготовлення та серійне виробництво нового рухомого складу;
- скорочення термінів освоєння і впровадження прогресивної техніки нового покоління та ефективних технологій для переоснащення залізничного транспорту;
- створення локомотивів нового покоління з підвищеною потужністю, у тому числі зі швидкістю до 200 км/год,

обладнаних перетворювачами електроенергії з комп'ютерною і мікропроцесорною системою керування та діагностування, в яких використовується сучасна елементна база;

- створення рухомого складу для міждержавних перевезень типу „Схід-Захід”, з вирішенням проблем щодо відповідності вітчизняного рухомого складу вимогам та умовам експлуатації, які діють у країнах-членах Міжнародного союзу залізниць; спрощення переходу рухомого складу з однієї ширини колії на іншу шляхом широкого застосування візків з розсувними колісними парами.

Як вже наголошувалося вище, в паливно-енергетичному господарстві Укрзалізниці основна витрата ПЕР припадає на тягу поїздів, тому реалізація енергозбереження має здійснюватися, перш за все, саме в цій галузі. Проте робота локомотивного господарства тісно пов'язана і з іншими підрозділами залізниць, які забезпечують реалізацію головної задачі Укрзалізниці – здійснення якісного і ефективного перевізного процесу.

У результаті проведеного ранжування ступеня впливу господарств електрифікації та електропостачання (Е), перевезень (Д), вагонного (В) і колійного (П) на зміну питомих витрат ПЕР на тягу поїздів з'ясувалося, що в деяких випадках їхні показники перевищують за значущістю і можливостями показники локомотивного господарства. Наприклад, при інтенсивному поїздопотоці на електрифікованих ділянках на частку господарства Д припадає до 45 % із загальної кількості заощадженої електроенергії. Тоді як локомотивне господарство в кращому разі може забезпечити тільки 25 % економії. У цих самих умовах до 15 % економії може здійснити господарство Е, а на частку вагонного і колійного господарства припадає відповідно 5–6 і 9–10 % економії.

Частка зниження витрати ПЕР, що припадає на вищезгадані господарства при тепловозній тязі, розподіляється таким чином: господарство перевезень – до 15–20 %, локомотивне господарство – 60–65 %, вагонне господарство – 5–6 % і колійне господарство – 9–10 %.

Тому дієвих результатів з енергозбереження Укрзалізниця може досягти тільки при комплексному підході до розв'язання даної проблеми.

Господарство Д має забезпечувати підвищення вагових норм поїздів, дільничних швидкостей руху, рівня завантаження вагонів; зниження частки порожнього пробігу локомотивів і вагонів, кількості неграфікових зупинок, затримок поїздів біля заборонних сигналів, простою локомотивів в очікуванні поїздів; вилучення вантажних локомотивів з пасажирських перевезень і ін.

З боку господарства Е мають бути забезпечені модернізація і оновлення тягового електропостачання на основі нового покоління енергозберігаючого устаткування, застосування систем з підсилювальним і екранованими проводами, компенсація реактивної енергії, інвертування енергії рекуперації, зниження перетікань енергії, умовних втрат.

Господарство В має прагнути до зниження коефіцієнта тари вагонів, спеціалізації вагонів за родом вантажів, підвищення осьових навантажень, використання візків з поліпшеними характеристиками взаємодії з колійною конструкцією та ін.

Господарство П свої завдання має пов'язувати із застосуванням безстикової колії, рейок важкого типу, лубрикації і рейкозмащування, зниження кількості і тривалості попереджень про зниження швидкості.

У процесі підготування й розроблення плану заходів з ресурсозбереження доцільно: зібрати та проаналізувати нормативні, планові та фактичні звітні дані з витрат енергоносіїв за звітний період; виявити усі наявні втрати енергії і запропонувати або з'ясувати шляхи їх усунення; підготувати пропозиції щодо усунення нераціональних витрат енергоносіїв; розглянути пропозиції, що надійшли від інженерно-технічних працівників (ІТП), робітників і службовців щодо скорочень витрат, й включити їх до плану комплексних заходів; призначити відповідальних виконавців, за потреби визначити джерела фінансування і перелік необхідних матеріалів та інструментів; оцінити допустимі витрати і ефективність усіх внесених до плану заходів.

Головну увагу приділяють повному охопленню і максимальній конкретизації всіх питань, пов'язаних із підготовкою та реалізацією заходів.

При розробленні планів заходів на всіх рівнях управління виробництвом слід: обирати для включення до плану в першу чергу заходи, що дають найбільший ефект при найменших витратах; враховувати можливості підприємства щодо

забезпечення виконання заходу необхідними коштами, матеріалами, обладнанням тощо; групувати заходи за сферами та видами діяльності підприємства, а всередині кожної групи розділяти їх на організаційні та технічні.

Основу успіху програм ресурсозбереження складає системний підхід. Мало розробити ефективне рішення, мало запровадити його. Потрібно забезпечити його супровід як у науковому, так і в технічному плані протягом всього терміну експлуатації. Тоді можна розраховувати на досягнення основної мети ресурсозбереження – на реальний економічний ефект.

Завдання, що стоять перед залізничним транспортом, неможливо вирішити без науково-технічного забезпечення. Першочерговими з них вважаються: формування і розроблення програм розвитку рухомого складу і найбільш ефективних інноваційних проектів; створення та випробування сучасних технічних засобів; підготовка пропозицій і технічних рішень, спрямованих на зниження питомих витрат енергії та ресурсів; забезпечення вимог безпечної експлуатації рухомого складу та охорони навколишнього середовища; зменшення сумарних енергетичних витрат; удосконалення та виробництво відповідних конструкційних елементів та вузлів (візків, гальмівних систем тощо); розроблення та впровадження нових технологій і конструкційних матеріалів; створення сучасної вітчизняної випробувальної бази (полігону) для випробовувань рухомого складу та його конструктивних елементів; розроблення та впровадження методик випробовувань, які відповідають міжнародним стандартам; нормативно-правове забезпечення розвитку залізничного рухомого складу та багато іншого.

Напрямок наукових досліджень відповідає Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту від 26 жовтня 2011 р. № 1106 [3], Директиві Ради Європейського співтовариства 91/440/ЄС «Про розвиток залізниць у Європейському співтоваристві», директивним документам Укрзалізниці.

Контрольні питання до розділу 5

1. Основні стратегічні напрями з ресурсозбереження.
2. Технічний напрям вирішення задач з ресурсозбереження.
3. Ресурсний напрям вирішення задач з ресурсозбереження.
4. Науково-технічне забезпечення ресурсозбереження.

6. Конструктивні заходи

Енергетичні показники локомотивів мають першочергове значення у забезпеченні економії ресурсів.

Створені на сьогодні локомотиви призначені для найшвидшого покриття дефіциту тягового рухомого складу, ліквідації імпоротної залежності і відродження бази вітчизняного локомотивобудування. На них застосовуються колекторні тягові електродвигуни і технічні рішення, що поліпшують експлуатаційні характеристики рухомого складу і його енергетичні показники.

Локомотиви майбутнього покоління будуть випускатися з безколекторними тяговими електродвигунами. Вони мають відповідати типу перспективного рухомого складу і технічним вимогам локомотивів нового покоління.

Технічні вимоги до електровозів і тепловозів нового покоління передбачають:

- зниження витрати паливно-енергетичних ресурсів на вимірник на 10 %;
- підвищення продуктивності локомотива на 15 %;
- збільшення пробігів між технічними обслуговуваннями і ремонтами до 50 %;
- зниження експлуатаційних витрат на технічне обслуговування і ремонт на 25 %;
- використання комплектуючого обладнання вітчизняного виробництва;
- оптимальні умови праці локомотивних бригад і ремонтного персоналу;
- дотримання чинних стандартів з екології;
- підвищення коефіцієнта технічного використання: електровозів – з 0,89 до 0,95; тепловозів – з 0,86 до 0,92;
- електроустаткування нового рухомого складу має містити новітні досягнення електронної й обчислювальної техніки;
- безколекторні тягові і допоміжні електроприводи із сучасними напівпровідниковими перетворювачами на базі IGBT-транзисторів;
- безколекторні і вакуумні комутуючі пристрої й апарати;

- бортові мікропроцесорні системи керування, інтегровані за допомогою сучасних інформаційних технологій у загальну систему керування перевізним процесом залізниць, що дають змогу забезпечувати енергозберігаюче автоведення поїздів;
- роботу по системі багатьох одиниць;
- діагностування й оптимальне керування системами локомотива;
- підвищену безпеку руху.

Передбачається використовувати вітчизняні розробки в галузі прикладного програмного забезпечення як бортових мікропроцесорних систем керування локомотивів, так і систем керування перетворювачами.

Для відновлення тепловозного парку необхідні локомотиви з високими показниками економічності, надійності і ремонтпридатності. Такі вимоги можуть бути реалізовані при переході на електричну передачу змінного струму з упровадженням електронної системи керування і діагностування.

Як силові установки тепловозів будуть застосовуватися дизелі нового покоління потужністю 1000–3500 кВт із підвищеною на 7–10 % паливною економічністю, що забезпечують збільшення міжремонтних пробігів не менш ніж у два рази і відповідають екологічним нормам знову введених дизельних стандартів.

Заявлені параметри дизелів буде досягнуто завдяки розвитку таких напрямів:

- створення електронних систем паливоподачі імпульсної дії й акумуляторного типу;
- розроблення керуючих систем повітропостачання реєстрового типу і систем з інверторним електроприводом;
- упровадження олив високого рівня 4–5-го покоління;
- застосування спеціальних присадок, що забезпечують високу якість водо- і паливopідготовки;
- створення систем діагностики, що дають змогу перейти до обслуговування за фактичним станом;
- упровадження систем нейтралізації відпрацьованих газів;
- використання нових перспективних технологій;
- використання сучасних інноваційних технічних рішень і матеріалів.

Інноваційні рішення мають забезпечити:

- підвищення середньої маси поїздів і збільшення продуктивності локомотивів не менш ніж на 20 %;
- зниження питомих витрат енергоресурсів не менш ніж на 20 %;
- підвищення коефіцієнта готовності до 0,95;
- збільшення пробігів між технічними обслуговуваннями й поточними ремонтами не менше ніж на 50 %, з пробігом до капітального ремонту до 1,25 млн км;
- скорочення витрат палива на 15–20 % шляхом упровадження сучасних дизелів і ефективних систем їх регулювання;
- зниження експлуатаційних витрат на технічне обслуговування та ремонт не менш ніж на 25 %, у тому числі: електровозів, електропоїздів – на 40–60 %, тепловозів, дизель-поїздів – на 30–40 %;
- підвищення термінів служби електровозів до 40, а тепловозів – до 30 років;
- ведення вантажних поїздів зі швидкостями 100–120, а пасажирських – 160 км/год;
- підвищення рівня безпеки руху;
- оптимальні умови роботи для локомотивних бригад і ремонтного персоналу;
- зниження вартості життєвого циклу (від розроблення до списання та утилізації) на 10–15 %;
- повне виконання вимог чинних стандартів із захисту навколишнього середовища.

Спостерігається широке впровадження на мережі різних залізниць тепловозів, що працюють на природному газі із заміщенням рідкого палива до 70 %. Подальше впровадження газового палива передбачається при широкому використанні тепловозів з газотурбінними двигунами. Це дасть можливість:

- забезпечити роботу тепловоза на природному газі і пропан-бутанових сумішах при 100 %-му заміщенні дизельного палива;
- скоротити витрати палива на вимірник шляхом підвищення ККД локомотива на 5–8 %;
- зменшити вартість технічного обслуговування на 40 %;

- підвищити агрегатну потужність до 6000 кВт і більше;
- знизити вартість життєвого циклу на 35–40 %.

Енергетична ефективність нових і модернізованих локомотивів може бути ще вище, якщо прийняти принципове рішення про підвищення в перспективі осьового навантаження у вітчизняних локомотивах до 30 т для поліпшення зчеплення коліс з рейками. Це дасть змогу кардинально покращити тягово-енергетичні властивості вітчизняних локомотивів. Відомо, що при однаковій потужності і осьовому навантаженні від 30 до 32 т питома витрата дизельного палива тепловозів (General Electric, General Motors та ін.) на залізницях США і Канади в середньому на 15 % нижче, ніж у вітчизняних локомотивів.

Важливо також забезпечити поступовість переходу від традиційного рухомого складу до техніки нового покоління. В багатьох країнах світу зайняті створенням комбінованих (гібридних) енергетичних установок (КЕУ). Сучасні КЕУ включають первинний двигун-генератор (електричний, пневматичний або гідравлічний), накопичувачі енергії і оборотний двигун-генератор. Первинний двигун-генератор перетворює хімічну енергію палива в енергію носія, яким може бути електричний струм, стиснений газ (повітря), рідина або механічна енергія, що передається від поршня до колеса [8].

Основна мета використання КЕУ, замість звичайної силової установки транспортного засобу, визначається такими критеріями:

- можливістю застосовувати двигун внутрішнього згорання (ДВЗ) меншої потужності (на 25–50 %);
- підвищенням коефіцієнта використання потужності ДВЗ з реалізацією найбільш економічних режимів його роботи;
- зниженням кількості токсичних речовин, що викидаються в атмосферу, на 50–85 %;
- можливістю акумуляції рекуперативної гальмівної енергії ТЗ, а також енергії, що вивільняється при русі на спусках.

У перспективі є також вельми актуальною заміна дизель-генераторного агрегата тепловоза екологічно чистим джерелом електроенергії, що має високі енергетичні показники, необхідні масо-габаритні характеристики і тривалий ресурс роботи. До таких джерел електроенергії належать, зокрема, електрохімічні

генератори (ЕХГ), в основу яких покладено використання паливних елементів [11]. У США створений міжнародний консорціум із 10 компаній для розроблення і виготовлення найпотужнішого у світі локомотива з паливними елементами (ПЕ). Проект розрахований на 5 років, вартість – 12 млн дол.

Фахівцями фірми "Rail Power Technologies" (Канада) модернізовано маневровий тепловоз із використанням нової технології. При модернізації дизель-генераторна установка локомотива замінюється акумуляторними батареями і дизель-генераторною установкою значно меншої потужності. Тягові двигуни модернізованого локомотива живляться від акумуляторних батарей, а дизель-генераторна установка використовується тільки для постійного підзаряду акумуляторних батарей. Завдяки експлуатації у зазначеному режимі дизель працює з постійними оборотами, а рівень заряду батарей не знижується нижче 80 %.

Введення в експлуатацію гібридних маневрових тепловозів "Genset" і "Green Goat" потужністю 2000 к. с. дає змогу економити до 16 % дизельного палива [12].

Гібридний маневровий локомотив масою 127 т і потужністю 250 кВт, оснащений паливними елементами і акумуляторною батареєю, розроблено фахівцями інституту "Vehicle Project". Основою конструкції для цього локомотива став маневровий гібридний локомотив, обладнаний дизельним двигуном і акумуляторною батареєю, який у даний час перебуває в комерційній експлуатації. Система для зберігання водню, що включає цистерну для стисненого водню, працює під тиском 350 бар і розташована на даху локомотива [24].

Залізничною компанією "JR East" (Японія) побудовано гібридний моторний вагон, оснащений акумуляторною батареєю і паливними елементами потужністю 130 кВт. Два паливних елементи і цистерна з воднем розташовані під підлогою вагона, а акумуляторна батарея потужністю 300 кВт встановлена на даху. Вагон спроможний проїхати 50–100 км без дозаправки воднем. Прискорення цього вагона порівнянно з прискоренням стандартного приміського поїзда, а максимальна швидкість дорівнює 100 км/год.

Замість дизель-генераторної установки планується також прийняти принципово нову конструкцію, в якій паливом служить природний газ, а електроенергію виробляє магнітогідродинамічний генератор (МГД-генератор).

Розглядається можливість розширення типорозмірного ряду локомотивів шляхом включення в нього малопотужних тепловозів для маневрової роботи. Розроблення малопотужних маневрових локомотивів має здійснюватися на основі нової технології (за зразком тепловоза Green Goat канадської фірми Rail Power Technologies). Тягові двигуни локомотива живляться від акумуляторної батареї, а дизель-генераторна установка використовується для постійного підзаряду акумуляторної батареї. Такий локомотив більш ніж на 40 % економічніший за експлуатовані тепловози

6.1. Оновлення локомотивного парку

Системний аналіз сучасного стану і тенденцій розвитку залізничного транспортного комплексу України показує, що його виробничо-технічна база і технологічний рівень організації перевезень за багатьма параметрами не відповідають зростаючим потребам суспільства та європейським стандартам якості транспортних послуг.

Проблема оновлення рухомого складу набула першочергового значення. Її вирішення висувається на рівень державних питань, що безпосередньо впливають на забезпечення національної безпеки. Новий рівень транспортного забезпечення вимагає впровадження рухомого складу нового покоління з більш високим рівнем якісних, технічних та економічних показників експлуатації, збільшеним терміном служби та відповідністю новим сучасним вимогам, у тому числі і світовим.

Парк локомотивів залізниць України формувався в основному за рахунок їх поставок до 1993 р., при цьому максимальні поставки, по 300–400 локомотивів на рік, припадали на 1970–1975 і 1987 рр.

З наявного парку локомотивів термін служби, призначений заводами-виробниками, виробили 89,3 % електровозів, а тепловозів – 99,3 % [5].

Для визначення основних напрямів та обсягів оновлення тягового рухомого складу залізниць Укрзалізницею у 2007–2008 рр. розроблено галузеву «Програму відновлення тягового рухомого складу залізниць України на період до 2020 року» [3].

Оновлення тягового рухомого складу залізниць України, враховуючи можливості вітчизняних та іноземних виробників, а також фінансові можливості Укрзалізниці, є одним з пріоритетних завдань з удосконалення транспортної системи залізниць України, підвищення її ефективності та економічності.

Оновлення локомотивного парку передбачено проводити двома етапами. На першому – планується освоювати виробництво на вітчизняних підприємствах, закуповувати за кордоном нові поліпшені конструкції ТРС на базі відпрацьованих моделей, з тяговим приводом постійного струму і введенням окремих автоматизованих систем, що на замовлення Укрзалізниці і виконувалось в обмежених обсягах ще до затвердження програми. На другому етапі почнеться впровадження в експлуатацію вже сучасного, більш ефективного ТРС – з асинхронним тяговим приводом, комплексними автоматизованими системами управління та діагностики [5].

Для забезпечення швидкісних перевезень пасажирів Укрзалізниця веде активні підготовчі роботи щодо створення та організації виробництва в Україні, за участю таких іноземних фірм, як «Сименс», «Шкода», двосистемного електровоза з асинхронною тяговою передачею потужністю 6000–6400 кВт і з максимальною швидкістю руху до 160–200 км/год. Цей локомотив має стати базовим на другому етапі оновлення парку. Після відпрацювання конструкції він може випускатися в різних модифікаціях: як двосистемний – для використання на лініях змінного і постійного струму, так і для ліній тільки постійного або змінного струму, в одно- або двосекційному виконанні.

Найбільш вузьким місцем у створенні перспективного тягового рухомого складу з асинхронними тяговими двигунами, як відомо, є відставання вітчизняного виробництва силових напівпровідників. Закордонні фірми за останні десятиліття досягли суттєвого прогресу не тільки у розробленні класичних силових напівпровідників (тиристорів), але і спеціальних типів силових транзисторів, що дає змогу створювати принципово нові

перетворювальні системи для живлення безколекторних тягових двигунів.

При розробленні локомотивів мають бути закладені такі концептуальні і технічні рішення, що спроможні згодом у локомотивному господарстві дати ефект економії експлуатаційних витрат у частині зниження зносу конструктивних елементів, зменшення енергоємності перевізного процесу і витрат запасних частин і матеріалів при ремонті.

Шляхом удосконалювання локомотива також можна забезпечити комплексне рішення проблеми ресурсо- і енергозбереження в залізничній галузі в цілому. Наприклад, поліпшення динаміки рухомого складу знижує знос колії, застосування електричного гальмування на локомотивах забезпечує економію гальмових колодок і поверхонь кочення коліс на вагонах.

У процесі обґрунтування типу тягового рухомого складу необхідно орієнтуватися очікуваними обсягами перевізної роботи на перспективу, щоб запланована (прогнозована) перевізна робота була реалізована мінімумом сумарної потужності локомотивного парку.

При проектуванні і виробництві локомотивів на підприємствах локомотивобудівельної промисловості мають організовуватись базові умови для економичності конкретного типу локомотива в експлуатації.

Саме при проектуванні мають бути закладені концептуальні технічні рішення, що забезпечують збільшення ресурсу і, відповідно, міжремонтних пробігів, скорочення потреби в запасних частинах, матеріалах, енергоресурсах і трудових витратах. При цьому купівельна вартість локомотива зростає, але це окупається в майбутньому зниженням витрат в експлуатації, особливо якщо врахувати світову тенденцію до підвищення цін на всі види ресурсів (метали, енергію, робочий час) [10].

На етапі проектування тягового рухомого складу мають бути ретельно проаналізовані такі напрямки:

- в електроустаткуванні – перехід на безконтактні системи, включаючи тяговий привод з безколекторними двигунами і силовими напівпровідниковими перетворювачами, безконтактні

системи керування і регулювання, безколекторні допоміжні електричні машини;

- у механічній частині – зведення до мінімуму кількості вузлів тертя шляхом переходу на нові системи підвішування, наприклад з використанням гумометалевих елементів, комбінованих пружин типу флексикойл, пневмопідвішування, безрамних візків, безредукторних тягових приводів, буксових, моторно-осьових і якірних підшипників, що не обслуговуються; підвищення корозійної стійкості основних конструктивних елементів, в основному кузова, із застосуванням легованих сталей, а в ряді випадків, наприклад на моторвагонних поїздах, – перехід на кузова з алюмінієвих сплавів (у перспективі слід орієнтуватися на розширення застосування пластмас, з огляду на закордонний досвід щодо окремих зразків і навіть дрібних серій пластмасових кузовів і блок-кабін для локомотивів) та ін.

Головне, що має бути в цій стратегії, – це чітко прописаний механізм мотивації ресурсозбереження. Це має стати головною рушійною силою в забезпеченні ефективного використання ресурсозберігаючих технічних засобів і технологій.

Поставлена задача відновлення і оновлення парку рухомого складу і залізничної інфраструктури може бути ефективно реалізована тільки в діалозі та тісній співпраці державних органів, Укрзалізниці, бізнес-структур, наукових та експертних організацій, інвесторів, провідних фінансових інститутів країни і світу. Особливу цінність у цьому діалозі мають пропозиції спеціалістів, керівників підприємств, які мають досвід роботи в державно-приватному партнерстві [13].

Важливо також забезпечити поступовість переходу від традиційного рухомого складу до техніки нового покоління, оскільки для цього необхідно не тільки переоснащення заводів-виробників цієї техніки, але і принципове змінення технології обслуговування і ремонту в експлуатації, включаючи перепідготовку персоналу, освоєння нових спеціальностей для обслуговування систем автоматики з мікропроцесорними пристроями.

У кінцевому результаті реалізація в повному обсязі програми оновлення та модернізації рухомого складу залізниць України дасть змогу забезпечити зростання обсягів перевезення

вантажів на 19 %, пасажирів у далекому сполученні – на 12,9 %, у приміських і міжрегіональних перевезеннях – на 12 % [6].

6.2. Модернізація рухомого складу

Нормативні терміни служби локомотивів, встановлені МШС СРСР 24.01.1991 р., для електровозів постійного і змінного струму – 30 років, магістральних тепловозів – 20 років, маневрових і промислових тепловозів з електричною передачею – 25 років, з гідравлічною передачею – 20 років. Крім того, нормативні терміни служби встановлені технічними умовами заводів-виробників на постачання локомотивів. Для більшості локомотивів Укрзалізниці на даний час ці терміни вже минули.

Тому останніми роками сформувалася ціла програма модернізації наявного рухомого складу та його основних вузлів, спрямована на вирішення певних завдань, таких як:

- забезпечення безпечної експлуатації рухомого складу, термін служби якого перевищив терміни, призначені заводами-виробниками;
- підвищення експлуатаційної ефективності та зниження питомих витрат енергоресурсів;
- зниження витрат на технічне обслуговування та ремонт;
- підвищення надійності та ресурсу рухомого складу;
- зниження негативного впливу на людину і навколишнє середовище;
- забезпечення перевезень із підвищеними швидкостями .

Урахування вищевказаних положень є обов'язковою умовою модернізації рухомого складу, яку проводить Укрзаліниця.

У ході виконання програми модернізації рухомого складу в Україні останніми роками виконано такі основні роботи:

- створено пасажирський електровоз змінного струму ВЛ40 шляхом модернізації електровоза ВЛ80;
- модернізовано несучі металоконструкції електровозів ЧС4, ЧС2 та інших локомотивів з продовженням їх терміну служби та заміною візків;
- модернізовано дизель-поїзд ДР1А установкою з дизелем MAN і гідравлічної коробкою передач серії H;

- виконано встановлення на тепловозах систем типу «БІС» і «ДЕЛЬТА-СУ» для контролю теплотехнічного стану їх силових установок і експлуатаційної витрати палива;

- впроваджено ряд сучасних систем управління і бортової діагностики, що знижують енергоспоживання і витрати в експлуатації рухомого складу;

- проведено модернізацію тепловозів 2М62 з установленням дизелів 5Д49;

- впроваджено електронні регулятори числа обертів дизелів типу СУДМ-01 (на тепловозах ТЕП70);

- впроваджено систему конденсаторного пуску на тепловозах ЧМЕЗ;

- модернізуються дрезини, крани та інша спеціальна техніка із заміною дизельних двигунів Д6, Д12 на більш економічні двигуни ЯМЗ.

Установлення нового дизеля (Д49) з номінальною частотою обертання 850 хв^{-1} замість дизеля 10Д100 дає змогу одержати економію дизельного палива від 65 до 120 т і дизельної оливи від 6 до 8 т на один локомотив.

Прикладом вирішення питання оновлення локомотивного парку є діяльність Полтавського ВАТ «ТРЗ» з модернізації тепловозів серії ЧМЕЗ за проектом чеської фірми CZ Loko із застосуванням дизелів компанії CATERPILLAR.

Серед комплексних завдань модернізації тягового рухомого складу необхідно зазначити:

- модернізацію маневрового тепловоза ЧМЕЗ зі встановленням дизеля САТ, заміною кузова, кабіни і всього допоміжного обладнання;

- модернізацію силових установок тепловозів типу М62 дизелями САТ, GE;

- модернізацію силових установок маневрових тепловозів ЧМЕЗ багатодизельними силовими установками;

- модернізацію силових установок дизель-поїздів ДР1А дизелями САТ та інших фірм;

- модернізацію тепловозів ЧМЕЗ із застосуванням гібридних систем дизель-генераторних установок і накопичувачів енергії або акумуляторів [21].

Впроваджені на залізницях системи автоматичного управління вентиляторами охолодження тягових електродвигунів і електроустаткування електровозів дають змогу на режимах малих навантажень скоротити споживану на привод вентиляторів потужність більш ніж на 25 %.

Модернізація здійснюється не тільки на старих локомотивах, але і у випадку незабезпечення локомотивами необхідних експлуатаційних показників. Наприклад, пасажирський електровоз ДСЗ, створений ДП НВК «Електровозобудування» спільно з концерном «Сименс» для забезпечення існуючих і перспективних швидкісних перевезень вантажів і пасажирів на лініях із змінним струмом, не повною мірою виправдовує своє призначення. Цей електровоз знайшов свою нішу використання щодо вагової категорії поїздів, але в повному обсязі він не задовольняє вимоги експлуатаційників щодо надійності і потужності, оскільки не замінює електровоз ЧС4 при водінні пасажирських поїздів повного складу. Тому він потребує достатньо глибокої модернізації.

Вантажний електровоз ДЕ1 цього ж підприємства також потребує глибокої модернізації, оскільки через низьку надійність і непристосованість до технічного обслуговування в умовах депо його випуск зупинено, а експлуатація наявних на залізницях 30 локомотивів цього типу завдає Укрзалізниці великих збитків [13].

Першочерговими і перспективними завданнями модернізації і розширеного капітального ремонту рухомого складу залізниць України мають бути:

- продовження терміну служби таких локомотивів:
 - пасажирських електровозів ЧС4, ЧС2;
 - вантажних електровозів ВЛ8, ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80 і ВЛ82;
 - пасажирських тепловозів ТЕП70;
 - вантажних тепловозів 2ТЕ116, 2ТЕ10, М62 і 2М62;
 - маневрових тепловозів ЧМЕЗ;
- впровадження енергозберігаючих технологій для зменшення витрат ПЕР на тягу поїздів і власні потреби;
- автоматичне керування вентиляторами ТЕД;
- безконтактна система управління тяговим приводом;
- системи автоведення поїзда;

- впровадження сучасних систем електроізоляції класу С і Е для електричних машин (перегрів до 220 ° С);
- впровадження сучасних економічних та екологічно безпечних дизелів;
- впровадження електронних систем управління режимами роботи дизелів;
- впровадження заходів, спрямованих на збільшення ресурсу бандажів коліс;
- введення сучасних систем бортової діагностики, яка, у свою чергу, разом із системою автоведення дасть можливість перейти на управління локомотивом однією людиною [6].

Щодо конкретних вузлів локомотива, що лімітують його міжремонтні пробіги, має бути забезпечене рішення локального завдання продовження їхнього ресурсу шляхом використання компонентів з більш високим рівнем надійності, причому ефективним тут є шлях використання розробок вітчизняного військово-промислового комплексу, закордонного досвіду, у тому числі і створення спільних підприємств, реалізації рішень, накопичених у патентних фондах.

Необхідно забезпечити виявлення вузлів, що лімітують ресурс і надійність, і проведення відповідних модернізацій у процесі заводського ремонту рухомого складу з метою продовження ресурсу як окремих модернізованих вузлів, так і локомотива в цілому.

У перспективі за рахунок модернізації електровозів комплектами електрообладнання типу «БАРС» можна збільшити рівень повернення електроенергії в контактну мережу при застосуванні електровозами рекуперативного гальмування.

Актуальна проблема – освоєння виробництва сучасних автономних засобів тяги малої потужності для виконання маневрових робіт. Вона потребує глибокого попереднього опрацювання.

6.2.1. Досвід закордонних залізниць

Для методичного і правового забезпечення робіт з продовження термінів служби локомотивів у Всеросійському науково-дослідному і конструкторсько-технологічному інституті

(ВНИКТИ) розроблено галузевий стандарт СТО РЖД 1.09.003-2007 "Локомотивы. Порядок продления назначенного срока службы" (затверджений 21.01.2008 р. № 67 р.). Стандарт містить знову встановлені або запозичені з ГОСТ (27.002 18322) і інших нормативних документів терміни і визначення, викладено процедуру продовження призначеного терміну служби, вказано методи і подано перелік типових методик технічного діагностування і необхідних досліджень напружено-деформованого стану та визначення залишкового ресурсу конструкцій, які розроблялися у ВНИКТИ, ВНИИЖТ і в Інституті машинознавства Російської академії наук. Нині на основі цього стандарту розробляється Положення про порядок продовження термінів служби локомотивів як у Росії, так і в інших країнах СНД.

Співробітники Уральського відділення ВАТ "ВНИИЖТ" провели дослідження і визначили середньоексплуатаційний режим роботи маневрового тепловоза, затверджений ЦТ МПС 1997 р. Згідно з таким режимом час роботи тепловоза на позиціях вищих за четверту, тобто з потужністю генератора вище 400 кВт, складає не більше 2,5 %.

У зв'язку з цим було визнано доцільним розробити тепловоз з двома силовими установками потужністю по 500 кВт кожна, з тим щоб більшу частину часу тепловоз експлуатувався з одним працюючим дизелем. Другий запускається лише за потреби роботи з великими потужностями, що буває дуже нечасто.

Це рішення переконливо підтверджується іншим закордонним досвідом. Так, залізниця "Union Pacific" (США) замовила компанії «National Railway Equipments» 60 маневрових тепловозів серії 3GS-21B, кожен з яких оснащений трьома силовими агрегатами "Gen-Set" з дизелями типу QSK 191 компанії «Cummins». За даними розробників, нові тепловози споживають палива менше у порівнянні з традиційними тепловозами GP38-2 такої самої потужності. Крім того, маневрові локомотиви 3GS-21B виділяють з вихлопними газами майже на 80 % менше оксидів азоту і твердих частинок.

Фахівці ВАТ "ВНИКТИ" підготували проект, а на Ярославському електровозоремонтному заводі ВАТ "Желдорремаш" виготовили дослідний дводизельний маневровий локомотив на екіпажній базі тепловоза ЧМЕЗ-4342.

За результатами аналізу техніко-економічних показників життєвого циклу дизелів потужністю 500 кВт провідних фірм-виробників ("MTU", "Caterpillar", "Cummins", "MAN", "ЯМЗ", ВАТ "Звезда") було прийнято рішення про встановлення на тепловоз двох дизельних двигунів моделі ЯМЗ-Э8502.10-08 виробництва ВАТ "Автодизель" (м. Ярославль).

Тепловоз у гарячому стані був переданий у ремонтне депо Лихобори Московської залізниці для дослідного 300-годинного експлуатаційного напрацювання.

На підставі отриманих результатів виконано уточнене техніко-економічне обґрунтування, яке показало, що економія витрат життєвого циклу тепловоза з дводизельною силовою установкою в порівнянні з серійним тепловозом ЧМЕЗ складає від 1,4 до 8,8 % залежно від умов експлуатації (режиму завантаження).

Найбільша кількість модернізованих тепловозів припадає на тепловози 2ТЕ10МК із заміною дизеля 10Д100 на дизель Д49. Установлення нового дизеля з номінальною частотою 850 хв^{-1} дає змогу отримати економію дизельного палива від 65 до 120 т і дизельної оливи від 6 до 8 т на один локомотив.

Тепловози 2ТЕ116 із системою повісного регулювання сили тяги (СПРСТ) показали можливість водіння поїздів збільшеної маси на 19 % вище встановлених норм для серійних тепловозів.

Останніми роками Коломенський завод провів модернізацію основних вузлів дизелів типу ЧН26/26: кришок циліндрів, поршня, втулок циліндрів, шатунних вкладишів, розподільного вала, турбокомпресора, вихлопного колектора, паливної апаратури. На дизель встановлюються терморегулятор, масляний фільтр, що самоочищається.

До найбільш ефективних розробок, що дають змогу скоротити чисельність персоналу, належить та, що реалізовується в рамках програми ресурсозбереження – згадана раніше система СМЕТ. Вона дає можливість оперативно, за лічені хвилини об'єднувати у зчепи локомотиви без спеціального їх підбору за характеристиками. Така система дає змогу водити поїзди підвищеної маси і довжини при управлінні декількома локомотивами однією локомотивною бригадою. При цьому значно знижується потреба в локомотивах для освоєння існуючих

обсягів перевезень, знімаються обмеження щодо потужності локомотивів, виключаються їх простої в очікуванні важких поїздів, зменшується час простою в деповському ремонті і на технічному огляді.

Таким чином, модернізація тепловозів новими більш сучасними й економічними дизель-генераторними установками, сучасними електронно-керуючими приладами дає можливість поліпшити техніко-економічні характеристики існуючих локомотивів, збільшити тривалість міжремонтних пробігів, скоротити час на технічне обслуговування й ремонт, зменшити витрати на утримання локомотивного парку.

Локомотивний парк УЗ має великі резерви, ефективне використання яких допоможе компенсувати дефіцит інвестиційних ресурсів для його відновлення; модернізація обходиться в чотири рази дешевше за придбання нових локомотивів, забезпечуючи надалі практично такий самий результат щодо економічності, екологічної безпеки й експлуатаційної надійності.

6.3. Удосконалення основного і допоміжного обладнання рухомого складу

Модернізація локомотивів може бути не тільки в заміні їхнього головного силового обладнання. Поліпшення техніко-економічних показників локомотивів може бути досягнуто при значно менших (у 3,5–4 рази) капітальних витратах шляхом проведення модернізації з оновленням основних агрегатів, вузлів і систем, які лімітують їхній ресурс, паливну економічність і надійність.

Ефективність проведення такої модернізації може бути достатньо високою як за термінами окупності, так і за економічним ефектом, отриманим від її проведення.

Найбільш відомі конструктивні і технологічні рішення, розроблені на вітчизняних та закордонних залізницях, подано нижче.

Для електровозів змінного струму розроблено спеціалізований лічильник електричної енергії з високовольтним датчиком напруги, призначений для обліку електричної енергії в

мережі і допоміжних ланцюгах енергопостачання поїзда. Кожна локомотивна бригада може зберігати в пам'яті лічильника результати споживання електроенергії за поїздки.

Для зменшення зносу гребеня колеса й бічної поверхні рейки внаслідок тертя пари «колесо–рейка» ПТРЗ проводить модернізацію тепловозів установленням системи гребенезмащування. Система гребенезмащування дає змогу зменшити зношування гребенів коліс у 5–10 разів (залежно від умов експлуатації) і рейок – у 1,5–2 рази, знизити споживання паливно-енергетичних ресурсів на тягу поїздів, поліпшити показники вписування в криві, знизити рівень шуму [14].

Широко впроваджуються в локомотивних депо і на ремонтних заводах безшліцьові вали з пружними муфтами для заміни карданних валів і валів з пластинчатими дисками у приводах допоміжного устаткування тепловозів ТЕ10 і М62. Установлення безшліцьових валів дає змогу більш ніж у 5 разів знизити динамічні навантаження на деталі і вузли, а також компенсувати кутові і осьові переміщення, забезпечуючи безаварійну роботу приводів допоміжного устаткування в експлуатації.

Для підвищення ефективності фільтрації повітря, що надходить у дизель тепловоза, розроблено і випробувано очисник повітря сухого типу з двоступінчатим очищенням повітря, в першому ступені якого встановлений мультициклонний повітряний фільтр, що самоочищується, а в другому — контактні касетні фільтри тонкого очищення. З першого мультициклонного ступеня пил безперервно видаляється за борт спеціальним вентилятором. Коефіцієнт фільтрації повітря забезпечується не менше 99,8 %, при цьому аеродинамічний опір очисника повітря на початковому етапі експлуатації не перевищує 1500 Па, а кінцевий – 3000 Па.

Очисники повітря нової конструкції є взаємозамінними із серійними фільтрами і встановлюються на ті самі місця кріплення в тепловозі. Нові очисники повітря не потребують обслуговування до ТР-3 тепловоза, термін їх служби складає не менше 20 років.

Для забезпечення надійної експлуатації пружної частини тягової передачі тепловозів типу 2ТЕ10, 2ТЕ116 і 2М62

розроблені гумометалеві елементи, в яких гумовий амортизатор, що має призматичну форму з увігнутими бічними поверхнями, розташований у двох сталевих напівкорпусах. Амортизатори встановлюються з попереднім натягом, що дає змогу компенсувати знос отворів у зубчатому вінці і тарілках, продовжуючи термін служби зубчатих коліс. З конструкції пружного колеса вилучені обмежувальні, стопорні кільця і заклепувальні з'єднання.

Експлуатація модернізованих пружних зубчатих коліс підтверджує можливість тривалої їх роботи без ремонту до пробігу більше 1 млн км, що у 3,5 разу перевищує встановлені пробіги і знижує трудомісткість ремонту пружних передач не менше ніж на 50 %.

Установлено, що знос гребеня колеса і рейки залежить більш ніж від 30 чинників. Ступінь залежності зносу гребенів коліс і рейок визначається конкретними умовами, але в будь-якому випадку їхній вплив на знос знижується у 5–6 разів при введенні в контакт гребеня колеса з рейкою третього тіла з необхідними триботехнічними характеристиками.

Зменшити втрати електроенергії в мережі можна шляхом введення конденсаторної установки, яка збільшує коефіцієнт потужності підприємства.

Підвищити ефективність пожежогасіння й звести до мінімуму збитки, завдані устаткуванню тепловоза при застосуванні пінної системи пожежогасіння, дає змогу модернізація тепловозів встановленням системи порошкового пожежогасіння замість штатної установки пінного пожежогасіння.

Для підвищення безпеки руху поїздів і практичного вдосконалення системи контролю пильності машиніста при капітальному ремонті проводиться модернізація тепловозів зі встановленням системи УКБМ замість існуючого комплексу систем (Л-77, Л-143, Л-159, Л-168).

У різних галузях техніки все ширше використовують пристрої, що спроможні накопичувати енергію (НЕ), зберігати її протягом тривалого часу й віддавати споживачам. Відомо три основні способи, на основі яких створюють НЕ:

1. Інерційний накопичувач, або гіроаккумулятор. Він накопичує механічну енергію в обертовому маховику. За потреби для перетворення механічної енергії в електричну й назад використовуються електричні машини (двигун-генератор) зі статичними перетворювачами.

2. Молекулярний накопичувач електричної енергії на основі подвійного електричного шару, що застосовувався у промисловості наприкінці ХХ сторіччя. Цей пристрій за своїми характеристиками є аналогом конденсаторів надвисокої ємності.

3. Пристрої індуктивного типу, побудовані на властивостях надвисокої провідності провідника при температурах, близьких до абсолютного нуля, або надпровідникові індуктивні накопичувачі енергії (СПН). Їх можна використовувати як в автономних електроустановках, так і у великих енергосистемах, оскільки СПН здатні зберігати енергію тривалий час.

Впровадження НЕ різних типів у підрозділах локомотивного господарства дасть змогу зменшити проблеми, пов'язані з енергозбереженням, удосконаленням характеристик існуючого рухомого складу, створенням принципово нового типу локомотивів і пристроїв електропостачання.

Контрольні питання до розділу 6

1. Технічні вимоги до перспективних локомотивів.
2. За рахунок яких поліпшених параметрів можливе збільшення міжремонтних пробігів?
3. Методи покращення тягово-енергетичних показників локомотивів.
4. Завдання програми модернізації рухомого складу.
5. Особливості водіння поїздів зі збільшеною масою.
6. Мета використання накопичувачів енергії.

7. Технологічні заходи

Впровадження ресурсозберігаючих технологій при експлуатації і ремонті рухомого складу є однією з найважливіших задач техніко-економічної стратегії локомотивного господарства.

Для зниження експлуатаційних витрат на утримання рухомого складу першочергове значення має пошук шляхів, які дають змогу підтримувати на високому рівні технічний стан локомотивів. Це можливо в першу чергу за рахунок удосконалення сучасних, вискоелективних технологій і існуючої системи технічного обслуговування локомотивного парку.

Для успішного виконання цього завдання необхідно реалізувати низку заходів, що забезпечують технологічну готовність виробництва. Технологічна готовність виробництва – наявність на підприємстві повних комплектів конструкторської і технологічної документації та засобів технологічної оснастки, необхідних для здійснення заданого обсягу випуску продукції зі встановленими техніко-економічними показниками.

Технологічна підготовка ремонтного виробництва значно відрізняється від технологічної підготовки на локомотивобудівних заводах, оскільки тут не створюються нові вироби, а проводиться відновлення справності локомотивів і їхніх вузлів у процесі експлуатації.

Шляхи економії енергоресурсів за рахунок удосконалення технології технічного утримування, обслуговування, ремонту рухомого складу дуже різноманітні.

Починати доцільно з упровадження автоматизованої системи контролю і обліку електроенергії (АСКОЕ) підприємства, що забезпечує:

- скорочення електроспоживання шляхом оперативного контролю над цехами і дільницями щодо дотримання ними планових питомих норм витрат енергії на одиницю виробленої продукції;

- скорочення споживання активної електроенергії на основі постійного контролю над ступенем завантаженості електродвигунів і обмеження холостого ходу;

- забезпечення оперативного контролю над споживанням реактивної енергії, що дає змогу скоротити її втрати на 3 %, втрати напруги – до 10 %, поліпшити пропускну спроможність мереж і трансформаторів до 40 %.

Одна з найважливіших технологічних задач пов'язана із забезпеченням зносостійкості агрегатів, вузлів і деталей, які є обов'язковою складовою рухомого складу. Вузли тертя і їхні деталі займають 7–8 % у загальній масі локомотивів, дрезин, колійних і дорожніх машин. Однак саме вони визначають термін служби рухомого складу в цілому, тому що процесами тертя і зносу обумовлюються 80–85 % відмов залізничної техніки.

Найбільш ефективним напрямом робіт у цій галузі є застосування матеріалів з високими показниками надійності. Так, останнім часом у ряді країн створені і випробувані двигуни, що мають керамічні вузли тертя. Однак вартість їх надто висока. Є також інший шлях – розроблення і впровадження технологій (термомеханічних, електрофізичних, електромікротермічних, поверхневого і пластичного деформування та ін.). На сьогодні найбільш широко застосовуються методи гальванічної, лазерної, плазмової обробки поверхонь.

Витрата металу на виробництво запасних частин у деяких країнах досягає 20 % щорічної його виплавки. Застосування зносостійкого наплавлення, порошкового і гальванічного покриття може у 2 рази скоротити потреби в запасних частинах, до 5 разів і більше продовжити термін служби деталей. Великий ефект дає поверхневе зміцнення деталей, що у кілька разів продовжує ресурс як виготовлених знову, так і деталей, що перебувають в експлуатації. При заміні литих деталей звареними економія металу досягає більше 30 %.

Аналіз частково апробованих перспективних рішень щодо ресурсозбереження дає змогу зробити висновок про можливість зниження витрат матеріальних ресурсів у системі технічного обслуговування і ремонту електровозів і тепловозів на 8–10 %.

7.1. Удосконалення технології ремонту та обслуговування

Більшість локомотивів, що експлуатується на цей час Укрзалізницею, за своїм станом потребують на 40–60 % більше

витрат на технічне обслуговування та ремонти, мають низьку економічність, у порівнянні із сучасними моделями, і справляють підвищений негативний вплив на навколишнє середовище [26]. Тому їм необхідна підвищена увага під час ремонту і суворе дотримання термінів міжремонтних пробігів.

Проведені численні дослідження впливу напрацювання тепловозів на витрату палива дали можливість встановити, що збільшення пробігу локомотива між ТО-3 і ПР-1 на 20 % призводить до підвищення витрат палива поїзними тепловозами на 0,8–1,0 %, маневровими – на 0,5–0,6 % і відповідно до збільшення витрат моторної оливи.

На підставі чинних на цей час нормативних величин міжремонтних періодів, а також нормативних витрат робочої сили на ТО і ПР тепловозів були отримані сумарні річні трудові витрати на один локомотив. Дослідження показали, що для тепловозів серії 2ТЕ10 сумарна річна трудомісткість на оглядово-перевірних операціях (ТО-2, ТО-3, ПР-1) складає 62,5 %, а на операціях великих видів поточного ремонту (ПР-2, ПР-3) – 37,5 %. Для основних серій електровозів ВЛ80 і ВЛ8 ці цифри відповідно дорівнюють 74,6 % та 72 % і 25,4 % та 28 %. Таким чином, частка сумарної річної трудомісткості на ТО-2, ТО-3, ПР-1, що припадає на один локомотив, для тепловозів у 1,67, а електровозів у середньому у 2,75 разу більше, ніж для ПР-2 і ПР-3. З цього випливає, що зниження трудомісткості на ТО-2 і ТО-3 або ПР-1 дає великий ефект у плані вивільнення виробничого контингенту.

Проведений аналіз дав змогу виділити вузли й агрегати локомотивів, на ТО і ПР яких витрачається максимальна частка трудомісткості. Для тепловозів це дизель, електровозів – електричне устаткування, машини й апарати. Тому в першу чергу на ці вузли необхідно звертати увагу при удосконаленні існуючих або розробленні нових технологічних процесів, засобів діагностики, спрямованих на зниження витрат робочої сили й економії експлуатаційних витрат на технічне утримання локомотивів.

Розрахунки показали, що найбільша частка сумарної річної трудомісткості припадає на дизель. Її величина коливається від 38 до 59 % залежно від серії локомотива або виду ремонту. Інші

вузли мають значно менші показники. Для екіпажної частини тепловоза відповідно від 6,7 до 15 %, а для електроустаткування й електричних машин – від 9,4 до 19,2 %.

Для електровозів серії ВЛ80 з погляду трудомісткості на ТЕ і ТР визначальними вузлами є електричне устаткування, машини й апарати. Частка трудових витрат на ці вузли коливається від 46,5 до 66 %.

Зниження трудових витрат можна отримати збільшенням частки агрегатів і вузлів локомотивів, обсяг планового ремонту яких визначається результатами діагностування, а не жорстко заданим регламентом; організацією постійного контролю й аналізом технічного і технологічного стану кожного локомотива, контролем виробничого процесу виконання ремонту (включаючи матеріально-технічне постачання і диспетчеризацію) з використанням локальних мереж автоматизованих робочих місць (АРМ) у депо; розробленням ефективних виробничих процесів технічного обслуговування і поточних ремонтів.

У процесі експлуатації з урахуванням конкретних даних щодо відмов, відновлення і заміни вузлів, інтенсивності зносу, а також за співвідношенням витрат на планові і непланові ремонти слід розвивати напрямки досліджень з орієнтацією на впровадження в локомотивне господарство певних заходів, таких як: перехід на систему технічного обслуговування за фактичним станом, що потребує, у свою чергу, створення автоматизованої комплексної системи технічної діагностики, що охоплює усі вузли локомотива і забезпечує достовірний контроль стану на момент перевірки, а також прогнозування технічного стану на період до наступного планового контролю. Така система має являти собою сукупність убудованих, бортових і стаціонарних систем і пристроїв діагностики.

Останнім часом розроблення великої кількості бортових діагностичних засобів, убудованих на локомотивах, а також стаціонарних і переносних (портативних) установок викликає підвищений інтерес з боку локомотивних депо, тому що проведення діагностики локомотивів, які направляються на ТО і ПР або вже пройшли їх, може сприяти зменшенню обсягу ремонту і скороченню трудових витрат, а також виявленню недоробків у відремонтованих локомотивах (тобто підвищенню якості ТО і ПР).

Поряд з удосконалюванням і впровадженням засобів діагностики (що найбільш ефективно проявляється при проведенні ТО-3 і ПР-1) найбільш реальними і прийнятними засобами зниження трудових витрат може бути підвищення рівня механізації й автоматизації виробничих процесів шляхом широкого впровадження ефективних засобів механізації переважно на великих видах поточного ремонту ПР-2 і ПР-3, а також за рахунок розширення номенклатури запасних частин, що відновлюються і виготовляються в локомотивному депо.

Однією з важливих проблем після введення в експлуатацію модернізованих тепловозів нового покоління залишається питання їх подальшого обслуговування в процесі роботи. Освоїти модернізацію нової серії – це тільки половина вирішення проблеми. Такій машині ще необхідно підтримувати працездатність, тобто забезпечити її нормальну роботу, налагодити ефективне обслуговування, навчити локомотивну бригаду розуміти всі особливості конструкції і умови експлуатації.

Основною проблемою є моральна і матеріальна невідповідність локомотивних депо до введення модернізованого тепловоза в повноцінну експлуатацію. Згодом доведеться створювати ще і ремонтну базу для його обслуговування, навчати персонал локомотивного депо сервісу тепловоза. Для ефективного використання наявних резервів і отримання максимальної вигоди від експлуатації модернізованої техніки необхідні радикальні зміни в чинній системі утримання локомотивного парку.

Застосування сучасних технологій у модернізованих машинах потребує нових підходів до технічного обслуговування й ремонту, постачання в депо матеріалів й запасних частин. Потрібні нові технології відновлення і зміцнення деталей.

Для того щоб технічний огляд і ремонт локомотивів відповідали сучасним вимогам, необхідно:

- розроблення ресурсозберігаючих технологій ремонту, орієнтованих на продовження ресурсу (зміцнення, відновлення зношених поверхонь, повторне використання зношених деталей, багаторазове просочення ізоляції, регенерація оливи);

- модернізація і заміна застарілого енергоспоживаючого устаткування;

- впорядкування графіків роботи енергоспоживаючого устаткування;
- впровадження менш енергоємних технологічних процесів;
- інтенсифікація виробництва, впровадження агрегатів більшої продуктивності;
- поліпшення завантаження технологічних установок;
- підвищення надійності роботи устаткування, скорочення позапланових простоїв устаткування, зниження браку продукції;
- розроблення і впровадження ефективних технічних заходів щодо наладки і модернізації енергетичних агрегатів;
- скорочення часу на оперативні перемикання і зменшення простоїв технологічного устаткування;
- удосконалення планування ремонтних робіт, суворе дотримання обсягів і термінів планово-запобіжних ремонтів енергоустаткування;
- перехід підприємства на змінний графік роботи, що забезпечує скорочення холостих ходів печей, сушарок і т. д.;
- розглянути можливість перерозподілу складу оперативно-ремонтної групи на користь ремонтного персоналу;
- планово-запобіжний ремонт електроустаткування з обов'язковим виконанням робіт, що зменшують втрати енергії. При цьому необхідно проводити змащування підшипників для зменшення механічних втрат, очищення від пилу систем подачі повітря для охолодження двигунів, що зменшує їх нагрів і втрати енергії;
- доцільна заміна ненавантажених електродвигунів двигунами меншої потужності. При коефіцієнті використання електродвигуна 0,45 (якщо немає технологічної необхідності) заміна завжди доцільна. Необхідність заміни двигунів при коефіцієнті використання 0,45–0,7 необхідно вирішувати на підставі техніко-економічних розрахунків;
- впровадження енергозберігаючого електрозварювального обладнання.

7.1.1. Характеристика деяких новітніх технологій, що використовуються на залізницях України і за кордоном

Пристрій перевірки якості форсунок. Пристрій дає змогу без їхнього знімання визначити найбільш характерні параметри

діаграми ходу голки форсунки дизелів тепловоза типу ТЕ10. Перевірка паливної системи форсунок здійснюється на 9-й позиції контролера при повній подачі палива на форсунку, що перевіряється. На перевірку комплекту форсунок однієї секції одна людина витрачає 30 хв. Раніше перевірку здійснювали дві людини протягом 1 год.

Пристрій перевірки силових кіл локомотивів. Призначено для перевірки якості пайки у з'єднаннях, стану контактів реле і контакторів, болтових з'єднань, а також опору силових кіл локомотивів. Витрата часу на перевірку секції локомотива електриком складає 30 хв. Без використання даного пристрою роботи проводилися двома електриками протягом 1 год.

Пристрій експрес-діагностики тепловозних двигунів використовується для оцінки стану паливної апаратури і газощільності циліндро-поршневої групи дизелів з частотою обертання колінчатого вала до 1000 с^{-1} . Застосування пристрою дає змогу виключити з регламенту ПРЗ і ПР1 демонтаж кришок вихлопного колектора, очищення вікон циліндрових гільз, огляд повітряного ресивера, поршнів і їхніх кілець, обпресування водяної системи, зняття і перевірку форсунок. Підготовка апаратури до використання триває 30 хв, а вимір – 15 хв. Скорочення регламенту робіт на ПРЗ і ПР1 вивільняє трьох людей.

Виробництво деталей з антифрикційним самозмащувальним покриттям (АСП) для дизеля 10Д 100, а також інших машин і механізмів залізничної техніки освоїли на Люблинському ливарно-механічному заводі (ЛЛМЗ, м. Москва). Коли на поверхні, що контактують, наноситься АСП, забезпечується висока зносостійкість, фретингостійкість, вища припрацьовуваність деталей вузлів тертя, полегшується робота механізму в умовах недостатнього змащення або за його відсутності, продовжується ресурс.

Технологія безрозбірного очищення тепловозних турбокомпресорів на працюючому дизелі. Ця нова технологія значно знижує трудові витрати при ТО і ПР турбокомпресорів ТКЗ4. Звичайно планові і непланові ремонти турбокомпресорів дизелів здійснюють їх зняттям, розбиранням, ручним очищенням,

складанням й установленням на тепловоз. Такий обсяг робіт потребує великих витрат, а сам процес триває від 30 до 48 год.

Нова технологія дає можливість здійснювати процес очищення турбокомпресорів без знімання з тепловоза. За допомогою спеціальної установки в нього надходить розчин, що очищує. Весь процес на двох секціях здійснюється за 2,5 год. Економія трудових витрат із розрахунку на два турбокомпресори локомотива складає 34 %, вивільняються два робітники.

Комплексний пристрій безреостатної діагностики дизеля. Як комплексний портативний діагностичний переносний пристрій рекомендується використовувати в депо з приписаним парком тепловозів ТЕ10 прилад КДП-1, який дає змогу виконувати безреостатну перевірку стану газоповітряного тракту дизеля, агрегатів наддуву, паливної апаратури. Процедура перевірки дизеля перед ПР1 і ТО3 триває близько 30 хв. Прилад виявляє пошкодження лопаток колеса турбокомпресора ТК-34 та соплового апарата, його закоксованість, а також інші дефекти.

Значну економію дизельного палива може забезпечувати розроблена у ВНИИЖТ комп'ютерна система для **реостатних випробувань тепловозів**. Вона дає можливість в умовах депо контролювати теплотехнічний стан силових установок і якість їх ремонту, вносити ефективні корективи в технологію ремонтних процесів.

Зниження непродуктивних витрат дизельного палива на 1 % на рік за рахунок оптимальної настройки зовнішньої характеристики тепловозів здійснюється також із застосуванням **комплексу для проведення реостатних випробувань «Кипарис»** [15].

Виключення використання пари як теплоносія в мийних машинах за рахунок застосування низькотемпературних поверхнево-активних мийних засобів, використання агрегатів високого тиску, ультразвукових мийних установок є не тільки більш ефективним, але і економічним.

Упровадження обмежувачів холостого ходу зварювального устаткування. Застосування обмежувачів холостого ходу необхідне на електроприводі, що має міжопераційний час 10 хв і більше. Це дає змогу скоротити на 15–20 % споживання електроенергії через зниження непродуктивних витрат. Аналіз

роботи і рівня електроспоживання в цехах депо показує, що використання обмежувачів холостого ходу для більшості зварювальних агрегатів доцільно для економії енергії і підвищення середнього коефіцієнта потужності.

У технічних господарствах галузі застосовують практично всі традиційні засоби зварювання і наплавлення: ручне, механізоване й автоматичне наплавлення під шаром флюсу, у середовищі захисних газів і порошкових дротів, контактне, газове і газопресове зварювання. Все ширше освоюються нові технології нанесення шарів металу на робочі поверхні деталей: газоплазмове, плазмове і детонаційне напилення, газопорошкове наплавлення, електродугова металізація. Крім того, використовується паяння, теплове різання, термічна обробка та ін. Досить ефективними технологічними процесами вважаються наплавлення і напилення. При відбудовній плавці маса нанесеного металу не перевищує 6 % від маси деталей, що ремонтуються, при цьому витрати на відновлення складають від 4 до 30 % вартості нових деталей.

Корпусна ізоляція в електричних машинах є найбільш навантаженим елементом. Вона одночасно піддається впливу електромагнітного поля, температури, термомеханічних напруг, електричних зусиль.

Технологія вакуум-нагнітального просочення, що застосовується при виготовленні обмоток, дає можливість одержувати надійні і довговічні системи ізоляції. Але при цьому мають зберігатися цілісність слюдяного бар'єра і забезпечуватися мінімум внутрішніх газових порожнин. Особливо це важливо у високовольтних електричних машинах, тому що напруженість поля в газових порожнинах може наблизитися до порога іонізації.

Система підігріву дизеля маневрового тепловоза впроваджується для підігріву і підтримання в автоматизованому режимі робочої температури охолоджувальної рідини двигунів локомотивів та підігріву кабіни машиніста, а також оповіщення (GSM-зв'язком у вигляді SMS-повідомлень) відповідальних осіб про порушення у функціонуванні системи.

Використання даних систем дає можливість забезпечити:

- економію дизельного палива;
- збільшення ресурсу дизеля тепловоза;

- зниження чисельності необхідного персоналу при прогріванні тепловоза;
- зменшення викидів в атмосферу.

7.2. Режимно-налагоджувальні заходи

До режимно-налагоджувальних витрат енергії належать витрати, які пов'язані з освітленням виробничих та побутових приміщень електроприводами різних механізмів, верстатів, забезпеченням енергією виробничо-технологічних процесів, вентиляторів, компресорних та насосних установок та ін.

Запорукою економного витрачання енергії на режимно-налагоджувальні цілі є:

- наявність повних комплектів конструкторської і технологічної документації на все устаткування, що використовується;
- визначення теплотехнічних характеристик устаткування;
- паспортизація устаткування, що виробляє і споживає енергію;
- складання правил експлуатації устаткування;
- складання режимних карт котлів, печей і іншого устаткування;
- теплотехнічні випробування з метою складання режимних карт;
- оптимізація режимів роботи енергетичного устаткування.

Забезпечення економії електроенергії на освітлення можливе за рахунок використання економічних світильників та приладів.

Сучасне електроосвітлювальне устаткування дає змогу при збереженні основних заданих світлотехнічних характеристик знизити споживання електроенергії у декілька разів.

Скорочення часу використання освітлювальних приладів на 1–2 години у зміну дає економію 3–6 % від споживання.

При цьому необхідне періодичне очищення світильників і віконних прорізів від пилу, забарвлення внутрішніх стін виробничих приміщень у світлі тони. Тривалість горіння ламп залежить від рівня використання природного освітлення. Останнє, у свою чергу, залежить від стану скла. Відповідно до ПТЕ електроустановок потрібно чистити скло не менше двох

разів на рік. Необхідне регулярне протирання скла, тоді тривалість горіння ламп при двозмінній роботі цехів скорочується в зимовий час на 15 %, а в літній час — на 90 %.

Для економного використання електроенергії в освітлювальних установках має передбачатися раціональна система управління освітленням, яка забезпечує ввімкнення його залежно від рівня природної освітленості приміщення і часу виконання в ньому робіт.

Упорядкування виробничо-технологічних процесів, що сприяє поліпшенню енергетичного режиму експлуатації електроустаткування (тобто якнайповнішому його завантаженню), підвищення ритмічності електроспоживання, вирівнювання річних і добових графіків навантаження дає економію енергії 2–4 % від ліміту. Такий підхід значно знижує втрати активної потужності і електроенергії, зменшує сумарний максимум енергосистеми.

Необхідне скорочення витрат енергії на вентиляційні установки. Вони мають працювати надійно, оскільки у ряді випадків забезпечують необхідну безпеку для оточення. Тому найчастіше вентиляційні системи встановлюються з необґрунтовано завищеною продуктивністю і працюють у неоптимальному режимі. Це викликає додаткову витрату енергії.

Витрата електроенергії на вентиляцію може бути скорочена завдяки застосуванню сучасних вентиляторів із високим ККД, регулюванню продуктивності вентиляторів, а також використанню різних видів автоматичного управління установками. Найекономічніша продуктивність вентиляторів досягається шляхом зміни частоти обертання, що можна здійснювати ступінчато за допомогою двошвидкісного асинхронного двигуна або плавно, якщо живлення електродвигуна відбувається від перетворювача частоти.

Автоматичне управління вентиляторами використовується у випадку:

- відключення вентиляторів у нічний час, коли не проводяться роботи;
- відключення вентиляторів в обідні перерви і в перезміну;
- блокування вентиляторів теплових завіс з пристроєм відчинення і зачинення цехових воріт.

Автоматизація вентиляційних систем дає змогу економити до 20 % енергії на вентиляцію.

Скорочення часу використання електроопалювального устаткування на 1–2 год у зміну дає економію електроенергії до 2–4 % від споживання.

Скорочення витрати електроенергії на насосні установки. При значній витраті рідини, що нерівномірно використовується за годинами доби, доцільне встановлення декількох паралельних насосів. І залежно від потрібної витрати необхідно включати таку кількість насосів, щоб вони працювали з високим ККД. Цей процес може бути автоматизований. Економія складатиме 15–20 %.

Скорочення витрат енергії на компресорні установки. Економію можна отримати шляхом раціональної експлуатації компресорів. Для цього можна використовувати такі заходи: знижувати температуру повітря, що всмоктується; знижувати опір всмоктувального повітропроводу; знижувати номінальний робочий тиск у мережі; впроваджувати автоматичні регулятори компресорів; усувати вібрації повітропроводу; відключати від мережі окремі цехи і ділянки в неробочий час.

Оскільки при зміні навантаження компресора збільшується питома витрата електроенергії, слід застосовувати регулювання шляхом включення і відключення одного з паралельно працюючих компресорів. Якщо на компресорній станції встановлені компресори різних типів, то необхідно здійснювати регулювання за рахунок компресора з низьким ККД. Якщо застосовуються компресори одного типу, то слід їх відключати за циклічною схемою. У цьому випадку вони будуть рівномірно завантажені, тобто рівномірно нагріватимуться як компресори, так і їх двигуни. Це знижує споживання енергії через підвищення ККД двигунів самих компресорів.

Скорочення витрати електроенергії на підйомно-транспортні механізми. Цього можна досягнути шляхом перемикавання статорів обмоток трифазних асинхронних електродвигунів напругою до 1000 В з трикутника на зірку при завантаженні менше 40 %, що дає економію 2–4 % від споживання.

Скорочення витрат електроенергії на привод верстатів. Це забезпечується заміною ненавантажених електродвигунів двигунами меншої потужності, установленням автоматичних

вимикачів холостого ходу верстатів, збільшенням їх завантаження, дотриманням технологічного регламенту (своєчасне і якісне змащування, неприпустимість обробки дрібних виробів на великих верстатах, своєчасне заточування інструменту).

Підвищення ритмічності електроспоживання, вирівнювання річних і добових графіків навантаження.

Правильний вибір кількості включених трансформаторів (необхідна карта оперативних перемикачів залежно від технологічного режиму), відключення малонавантажених (менше 60 %) трансформаторів, розроблення графіка роботи трансформаторів у вихідні і святкові дні. Створення резервних зв'язків між трансформаторними підстанціями на стороні 0,4 кВ для живлення нічного, охоронного і чергового освітлення за допомогою одного або двох трансформаторів деповської мережі.

Симетричне розподілення струмів за фазами трифазної системи шляхом правильного розподілу однофазних і двофазних навантажень за фазами. Заходи щодо вирівнювання навантажень фаз доцільно проводити у трансформаторах, завантажених більш ніж на 30 % від номінальної потужності.

Систематичний контроль стану контактних з'єднань у мережах 0,4 кВ.

Своєчасний тепловізійний контроль стану болтових з'єднань шинопроводів 0,4–10 кВ істотно зменшує втрати електроенергії.

Скорочення часу на ліквідацію аварійних ситуацій у системі електропостачання за рахунок швидкого отримання інформації про аварію і оперативного вживання заходів щодо її ліквідації.

Організація на сучасному рівні статистики електроспоживання, звітної документації, підвищення якості надання інформації для ухвалення оперативних рішень і довгострокового планування.

Зниження недообліку електроспоживання на основні і допоміжні потреби.

Застосування тарифів, диференційованих за часом доби.

Скорочення втрат енергії при її передачі субабонентам.

7.3. Удосконалення теплопостачання і функціонування стаціонарної енергетики

Значні резерви з ресурсозбереження пов'язані з удосконаленням технологічних процесів у стаціонарній енергетиці. Нераціональне використання енергетичних ресурсів пов'язане з неефективною роботою котельних із старими котлоагрегатами, відсутністю збору конденсату, застарілим ковальським устаткуванням, недоліками у використанні різних мийних машин, відсутністю теплових завіс, неправильним використанням потужності компресорних станцій, недоліками використання водних ресурсів, настройкою і експлуатацією пристроїв автоматики, поганим технічним станом обладнання, неефективними системами обліку тощо.

Рівень інформаційно-вимірювальних систем у стаціонарній теплоенергетиці на залізничному транспорті на сьогоднішній день також є відносно низьким.

Модернізація стаціонарної теплоенергетики на залізничному транспорті з переходом її (хоча б частково) на комбінований спосіб виробництва електричної і теплової енергії дає змогу не лише покращити економіку теплоенергетичного виробництва, але й у цілому підвищити якість та надійність теплопостачання, знижуючи тарифи на споживане тепло. Окупність таких проектів складає не більше 2–2,5 року [16].

При вирішенні питань упровадження енергозберігаючих технологій особливої актуальності набувають питання теплотехнічних вимірювань різних теплових потоків, а також питання обліку, аналізу споживання енергоресурсів і технічної звітності.

Блокова модульна котельна на базі каталітичної теплофікаційної установки впроваджується для опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, а також технологічних потреб виробничих, адміністративних і житлових будівель. Її використання сприяє економії до 28 % вугілля і 27 % електроенергії. Тепловий насос для опалення приміщень дає змогу використовувати різноманітні види альтернативних відновлюваних джерел енергії (тепла земних надр, водоєм, навколишнього повітря) для автономного теплопостачання.

Застосування теплових насосів дає можливість економити до 76 кг умов. палив на кожную вироблену гігакалорію тепла.

Рекомендується у першу чергу здійснювати такі заходи з ресурсозбереження, як:

- реконструкція і модернізація котельних із заміною застарілих котлів на сучасні повністю автоматизовані, модульні котельні установки з одночасною газифікацією і реконструкцією теплових мереж;

- упровадження автоматизованих центральних теплових пунктів для раціонального і економного розподілення теплової енергії в системах опалення та гарячого водопостачання адміністративних, житлових і виробничих будівель і споруд, а також для регулювання та обліку параметрів теплоносія, який надходить до споживачів. Кожен такий пункт забезпечує зниження споживання теплової енергії на 20–30 %;

- упровадження більш раціональних систем опалювання;

- реконструкція систем теплопостачання і їх модернізація з метою оптимізації їх використання, зниження витрат, підвищення ККД і надійності;

- переведення систем опалювання і вентиляції з парового на водяне і повітряний нагрів, на використання тепла відхідних газів;

- впровадження систем випарного охолодження печей;

- використання повітряно-теплової завіси в літній період для сушіння і вентиляції.

- прискорення введення в експлуатацію вже встановлених котлів, котлів-утилізаторів, автоматики, газоаналізаторів і приладів обліку витрат тепла на теплопостачання;

- поліпшення теплової ізоляції трубопроводів теплових мереж, паропроводів і резервуарів;

- установлення блокувань на теплових завісах воріт;

- використання відпрацьованої пари для опалення і нагріву замість свіжої пари;

- обов'язкове встановлення конденсатовідвідників у системах парового опалювання;

- своєчасне очищення, ремонт і заміна теплообмінників;

- зменшення тепловтрат будівель (раціональне планування, скорочення периметра, поліпшення ізоляції конструкцій будівель);

- виконання систем вентиляції з багатоступінчатим регулюванням продуктивності вентиляторів;
- упровадження котельної автоматики;
- використання контактних економайзерів як додаткового джерела гарячої води;
- використання відхідних газів для сушіння матеріалів;
- організація обліку кількості виробленої пари і витрат палива;
- зменшення присосів неорганізованого повітря в газоходах котлоагрегата;
- зменшення коефіцієнта надлишку повітря;
- підвищення ефективності роботи водяних економайзерів;
- переведення котлоагрегатів, що працюють на твердому паливі, на спалювання вугілля в "киплячому шарі";
- використання відпрацьованої пари парових насосів для потреб теплопостачання;
- зменшення витоків пари в арматурі (засувках, вентилях, зворотних клапанах);
- зменшення часу простою котлів в очікуванні ремонту;
- зменшення витрати пари на власні потреби (наприклад, на розпил мазуту);
- поліпшення роботи пальників і своєчасний їх ремонт та наладка;
- заміна застарілих пальників на сучасні;
- використання водяних економайзерів і повітрянагрівачів більш сучасних конструкцій (мембранні конвективні поверхні нагріву);
- використання зносостійких покриттів поверхонь (газопорошкове наплавлення), що зменшують аварійні зупинки котлів;
- впровадження автономної системи теплозабезпечення підприємств;
- модернізація котельних з переведенням на використання більш ефективних видів палива;
- проведення еколого-теплотехнічного налагодження котлоагрегатів з розробленням режимних карт;
- реконструкція теплових мереж із застосуванням пінополіуретанової теплоізоляції труб;

- забезпечення найбільш економної роботи обладнання котельних і систем теплопостачання, дотримання температурних режимів у виробничих приміщеннях, жорсткого контролю та обліку витрат енергоресурсів, зменшення використання природного газу;

- упровадження приладів обліку теплової енергії та природного газу;

- виведення з експлуатації котлоагрегатів з низьким коефіцієнтом корисної дії та впровадження сучасних котлів, що працюють на природному газу;

- укомплектовування підприємств фахівцями з базовою теплоенергетичною освітою (спеціальність 10.07 "Промислова теплоенергетика"), на яких слід покласти розроблення планів економії ПЕР і їх реалізацію, а також вирішення екологічних проблем, пов'язаних з роботою конкретних підприємств.

7.4. Раціональне використання палива, води, стисненого повітря

Забезпечення раціонального використання палива, води, стисненого повітря можливе шляхом реконструкції існуючого паливно-складського господарства, впровадження на базах палива автоматизованих систем контролю і обліку при прийманні, зберіганні та відпусканні палива і оливи, а також:

- зменшення втрат палива на ТНТС;
- скорочення втрат твердого палива при транспортуванні, зменшення видування вугілля у залізничних перевезеннях;
- поліпшення водного режиму котлів;
- підвищення ступеня використання тепла продувальної води і її випару;
- збільшення відсотка збору конденсату;
- використання закритих схем збору конденсату;
- здійснення пароконденсатного балансу підприємства і рекомендацій щодо збільшення повернення конденсату в котельню;
- термічного очищення стічних вод ХВО (очищена вода повертається в цикл, відновлений розчин солі використовується для регенерації фільтрів);

- зменшення величини продування парових котлів (при використанні іонного обміну сумісно з електродіалізом у ХВО);
- стабілізації тиску і витрат води, що дає змогу зменшити кількість насосних установок і чисельність обслуговуючого персоналу;
- упровадження апаратів повітроохолодження замість охолодження водою з метою економії води;
- використання ступінчатої, протитечійно-каскадної промивки деталей;
- використання тепла охолоджувальної води;
- зменшення витоків стисненого повітря;
- скорочення часу роботи устаткування на холостому ходу і з недовантаженням;
- обладнання компресорної установки блоком регулювання продуктивності, пристроєм осушення повітря, пристроєм підігріву повітря;
- використання тепла системи охолодження для нагріву повітря.

7.5. Удосконалення обліку та контролю за витратою ПЕР

Важливе значення для забезпечення економного і раціонального використання енергоресурсів має якісний, достовірний облік, а також високоточний контроль за витратою ПЕР на всіх етапах їх застосування.

Втрати нафтопродуктів починають утворюватися вже з моменту їх відвантаження від виробника. Узагальнену характеристику даних втрат подано на структурній схемі (рис. 7.1).

На сьогодні завершується процес оснащення тепловозного парку Укрзалізниці пристроями бездротової передачі інформації зі стільникового зв'язку GSM, що дає змогу одержувати дані про навантаження цистерн і їхній рух по мережі залізниць аж до прибуття нафтопродуктів на базу палива.

На базах палива підприємств здійснюється автоматизований облік палива і діяльності працівників, включаючи операції приймання, зберігання та відпуску палива. Як технічні засоби обліку використовуються прилади ІСН-1 або «Аналик-М»

(вимірювання маси нафтопродуктів у цистерні без розкриття пломб), УИП 9602 «Гамма», «Резервуар-2» або їх аналоги (резервуарний парк), паливні колонки 2УТЕД (екіпіровка). У багатьох депо встановлені комплекси відеоспостереження, сигналізації про витіки, а також пристрої ідентифікації об'єкта екіпіровки. Процес ідентифікації здійснюється на двох рівнях. Перший рівень – система автоматичної ідентифікації рухомого складу (CAI PC), що фіксує наявність або відсутність певного тепловоза на коліях бази палива. Другий рівень – пристрій адресної заправки (Ограк або її аналоги) який, як і CAI PC, побудований на принципі радіочастотної ідентифікації (RFID).

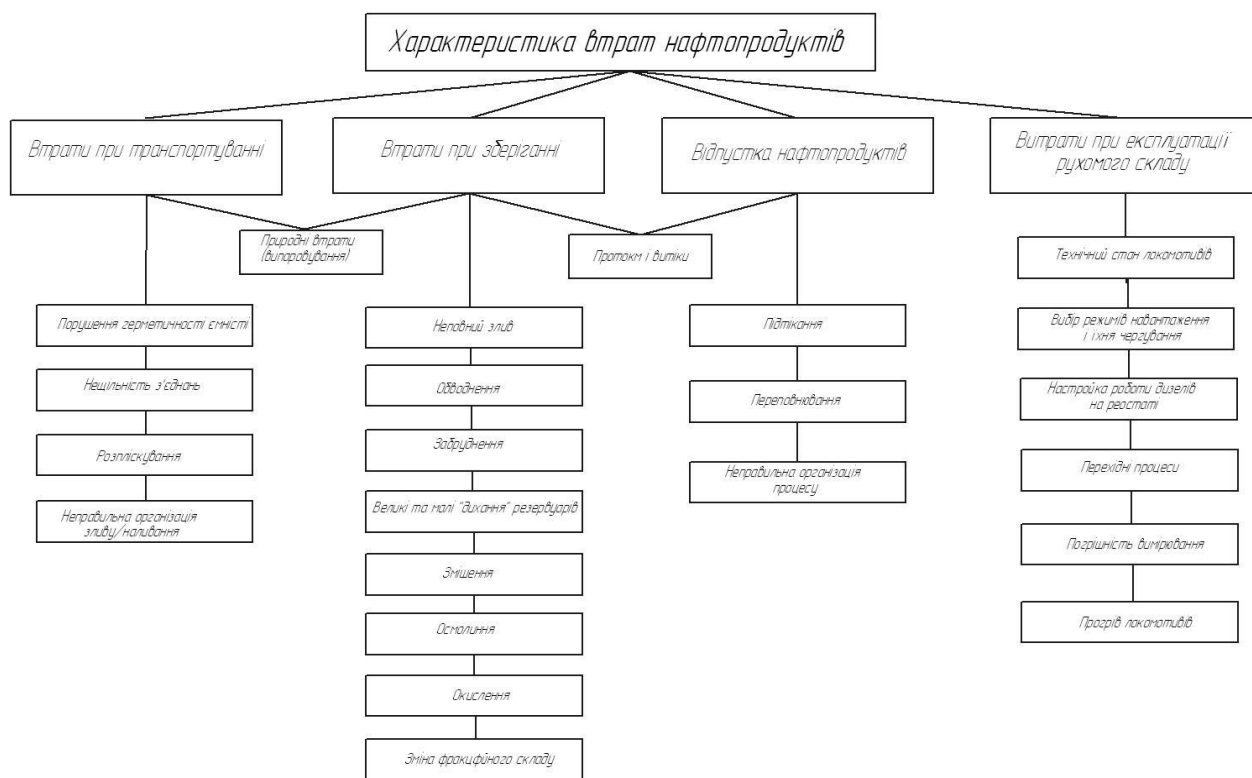


Рис. 7.1. Характеристика втрат нафтопродуктів на етапах їх використання

Результатом роботи системи є реєстрація руху дизельного палива по складу без участі людини як на основі технічних засобів вимірів так і за обліковими документами.

У наш час ведеться розроблення комплексної автоматизованої системи контролю витрати дизельного палива (КАСК ДП).

Єдина комплексна система контролю витрати палива на залізничному транспорті має забезпечувати:

- вхідний контроль кількості й параметрів палива, яке прибуває на базу палива;
- зниження трудомісткості і зменшення частки ручної праці при прийманні, зберіганні і відпуску нафтопродуктів;
- оперативний контроль наявності нафтопродуктів на складах, прогноз їх витрачання і можливість раціонального планування поставань;
- високий рівень надійності і достовірності виміру кількісних і якісних характеристик нафтопродукту;
- комерційний облік нафтопродуктів на всіх складських операціях;
- удосконалення обліку природних втрат дизельного палива при його зберіганні;
- забезпечення наскрізного контролю за витратами палива;
- запобігання несанкціонованому відбору палива;
- автоматизація процесу формування звітно-облікової документації;
- скорочення часу екіпірування локомотива використанням заправних установок підвищеної продуктивності і автоматизації ідентифікаційних процесів;
- зниження втрат підвищенням точності дозування при екіпіруванні локомотива і автоматизованого ведення обліку на всіх екіпірувальних операціях;
- технічну реалізацію високоточної автоматизованої системи обліку й контролю дизельного палива на тепловозах;
- підвищення точності вимірів удосконаленням алгоритмічних і технічних методів;
- облік витрати дизельного палива як у режимі тяги, так і на холостому ходу з необхідною точністю й вірогідністю незалежно від типу локомотива;
- використання вдосконаленого методу розрахункового визначення кількості витраченого тепловозом палива;
- проведення аналізу витрати палива з метою виявлення енергетичних втрат і управління запасами палива.

Практична суть комплексної системи контролю витрати дизельного палива полягає в забезпеченні контролю за зміною рівня палива, яке міститься в різних ємностях (від залізничної цистерни до резервуара бази палива і паливного бака тепловоза).

На сьогодні існує велика кількість вимірювальних систем, призначених для визначення кількості дизельного палива в резервуарах і виробничих ємностях. У них використовуються різні методи вимірювання кількості рідини [18], які відрізняються принципом дії і функціональними можливостями. Тому при виборі того або іншого вимірника виникає проблема оцінки його технологічної і економічної ефективності з урахуванням специфіки роботи за місцем використання.

До основних метрологічних характеристик [10], які враховуються при виборі того або іншого типу вимірника, належать:

- діапазон кількості рідини, що вимірюється, в резервуарі (V_{\max} і V_{\min}), її густина (ρ_{\max} і ρ_{\min}), температура (T_{\max} і T_{\min}), підтоварної води;
- похибка вимірювання кількості рідини (ϵ), її густини, температури;
- відповідність формам і геометричним розмірам резервуарів, у яких містяться рідини (L);
- можливість обліку кута нахилу резервуара відносно початкового положення (α);
- можливість накопичення результатів вимірювання в автоматичному режимі (S);
- стійкість до вібрації в діапазоні частот від 1 до 150 Гц при амплітуді віброприскорення по вертикальній і горизонтальній осях до 1 g;
- стійкість до одиночних ударів з максимальним прискоренням до 7,5 g і тривалістю 10–60 мс;
- відсутність вірогідності переходу в небезпечний стан;
- наявність захисту від стороннього втручання;
- наявність прикладного програмного забезпечення для обробки результатів вимірювання;
- час безперервної роботи;
- вартість вимірювальної системи тощо.

Інформація про рівень рідини може бути отримана двома способами: у вигляді безперервного вимірювання або визначенням граничних величин.

Прилади для безперервного контролю рівня рідких матеріалів виготовляються із застосуванням різних фізичних принципів і методів вимірювання, таких як: ваговий, поплавково-механічний, ємнісний, ультразвуковий, гідростатичний, радіолокаційний та ін.

Нижче наведено стислу характеристику методів вимірювання рівня рідини у різних об'ємах.

Єдиний метод, який надає можливість визначити точне значення маси палива, яке міститься в будь-якій ємності, незалежно від її конструктивної конфігурації, є **ваговий метод**. Він полягає в безпосередньому зважуванні ємності з рідиною за допомогою ваг або тензодатчиків, які встановлюються в місцях розташування рідини. У складському господарстві цей метод може бути використаний тільки для переносних ємностей. Контроль кількості палива в баку тепловоза, пов'язаний з технічними обмеженнями, на практиці не дістав поширення.

Найбільш простим і дешевим способом виміру є **поплавково-механічний метод** [17]. Він полягає у визначенні лінійного переміщення плаваючого на поверхні палива поплавка щодо вертикального напрямного або кутового переміщення, пов'язаного з поплавком важеля. Лінійне або кутове переміщення передається на лічильник за допомогою електричної дистанційної передачі.

Найпоширенішими датчиками даної системи є поплавцево-механічні, резистивні, герконові, тензорезистивні, магнітострикційні (табл. 7.1). Велика їхня частина переміщається по вимірювальній лінійці (напрямна трубка), в якій встановлені резистори, геркони або натягнута струна з магнітного сплаву.

Незважаючи на те що в даний час цей метод є найпоширенішим на залізничному транспорті, йому властиві певні недоліки. У першу чергу це стосується сил тертя, люфтів, впливу температури на механічні, електричні й магнітні властивості деталей і вузлів рівнеміра. Також на точність вимірів можуть впливати поздовжні й поперечні хвилі на поверхні палива

в баку тепловоза, що виникають у результаті, розгонів, гальмувань і інших динамічних впливів у процесі переміщення.

Різновидом даних рівнемірів є високоточний магнітострикційний датчик з поплавком, що має постійний магніт. Вимірювання значень датчиком рівня палива досягається за рахунок ковзання магнітного поплавка по довжині вимірювальної лінійки (напрямна трубка), в якій натягнута струна з магнітного сплаву. Принцип вимірювання положення поплавка ґрунтується на ефекті магнітострикції.

Довжина хвилеводів може досягати 18 м, тому вони використовуються у дуже об'ємних резервуарах. Точка переривання реєструється пристроями з високим відтворенням, а також винятковою точністю, що досягає $\pm 0,025$ мм. Після встановлення і настройки пристроїв додаткове калібрування не потрібне.

Датчики точні, видають безперервний сигнал, можуть використовуватися із гнучкими хвилеводами. Однак мають високу вартість, технічно складні, їх необхідно занурювати в рідину. У більшості випадків сфера застосування поплавкового методу – стаціонарні системи обліку палива.

У табл. 7.1 перелічено найвідоміші системи контролю рівня дизельного палива із вказівкою їхніх характерних переваг і недоліків.

Таблиця 7.1

Найвідоміші системи контролю рівня дизельного палива

Принцип вимірювання	Найменування систем контролю	Переваги	Недоліки
1	2	3	4
Поплавково-механічні датчики	УДУ-2, УДУ-5, УДУ-10	- простота конструкції; - низька вартість	- невисока надійність; - працемісткість обслуговування; - велика похибка виміру

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4
Резистивні датчики рівня палива	Дут МГ	- простота конструкції; - низька вартість	- велика похибка виміру; - механічний знос; - наявність «мертвих зон»; - чутливість до забруднення
Герконові датчики рівня палива	ПМП-118, ПМП-128, ПМП-138	- простота конструкції; - низька вартість	- ступінчасті показники рівня палива; - механічний знос
Магнітострікційні датчики рівня палива	ПМП-201, КВАРТА-М, СТРУНА-М, УМ-ПО1, РОЗУМ-ГГСН, РОЗУМ-ПО1	- дуже висока точність виміру, є зразки з похибкою $\pm 0,01$, %	- висока вартість, від 2000 \$; - не можливість використання на транспортних засобах; - кристалізація води; - відкладення смол і інших забруднень на робочих поверхнях
Ємнісні датчики рівня палива	АСУН УИР, АТ-FLM, БІС-Р, БОРТ, FAS, Гамма, Стрела, ДКЕ і ДНЕ, ДУ-01М, ДУТ ПТТ-А1, ИГЛА, LCL, LLS, ПИУТ-М,	- висока точність вимірів за нормальних умов; - порівняно невелика вартість; - висока надійність, немає меха-	- складність монтажу і калібрування; - точність вимірів залежить від вологості повітря, температури повітря і палива; - за наявності конденсату в баку і при потраплянні

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4
	РПРТ, ТРАССА, Экон-15/100, Эпсилон	нічного зносу рухомих деталей	його на датчик виникають похибки виміру; - залежність від електричної проникності палива, яка відрізняється у різних виробників (НПЗ); - проблематично проходить метрологічні випробування
Гідростатичні рівнеміри	АСК-ВІС, Кварц-ДИ, LGC, ЛНС, СКИТ, САПФИР- 2ДУ	- висока точ- ність виміру; - форма резер- вуара, піна, зміна електро- властивості рідини не впливає на результат виміру; - низька вартість	- зміна темпера- тури палива впливає на точність виміру; - переміщення палива при русі тепловоза призводить до помилки виміру; - точність методу залежить від якісного калібрування кожного тепло- возного бака
Ультразвукові датчики рівня палива	Аналик-М,С, Зонд 3, ДУУ-1, LUC 4, -Т, РУ.ПТ-02, СИО-1,	- висока точність виміру; - не піддаєть- ся механічно- му зносу;	- необхідно враховувати що на швидкість поширення ультразвуку впливає темпе-

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4
	UC-126M, UC-30GM, УД 8, УЗИ-М-1, УЗИ 2,5/2,5М, УЗУ-2,-2Т, УРАН-ДУУ, УУТП-П1, УУП, УУС-00,01,03, F42	- має стабільні технічні характеристики; - проходить метрологічні випробування; - має механізм компенсації нестабільності температури середовища, що вимірюється, і зміни геометрії бака; - простий в експлуатації	ратура і тиск повітря, де він поширюється; - середня вартість 600-2500 \$ (залежно від моделі)
Радіолокаційні датчики	ЗОНД-01, IQ Radar 300, САКУ 1-4, УЛМ-11, -31	- висока точність виміру	- конденсат на антені випромінювача; - при роботі тепловозів на електрифікованих дільницях колії виникають електромагнітні завади

Резисторний метод побудовано на залежності активного опору резистора, розташованого в баку з рідиною, від її рівня. Опір змінюється внаслідок шунтування його рідиною. Як правило, такі датчики рівня палива є штатними (встановлюються при виробництві транспортного засобу). Характеризуються малою точністю, наявністю механічного зношування й чутливістю до забруднень.

Індуктивний метод побудовано на залежності індуктивності котушки, розташованої в ємності, від рівня рідини. Індуктивність змінюється внаслідок зміни електричних втрат у рідині; ці втрати відчутні в електропровідних рідинах. Як і резисторний, індуктивний метод придатний для виміру рівня електропровідних рідин. Оскільки дизельне паливо є діелектриком, ці методи для виміру кількості палива на тепловозному господарстві не застосовуються.

Гідростатичний метод побудовано на залежності гідростатичного тиску рідини (палива) від його рівня в резервуарі. За допомогою датчиків даного типу рівень рідини в резервуарі визначається шляхом виміру гідростатичного тиску стовпа рідини над чутливим елементом датчика (елемент вимірювання – п'єзорезистивний кремнієвий тензомодуль – відділений від рідкого середовища розділовою діафрагмою). Висота стовпа певної рідини пропорційна тиску в даному місці:

$$h = \frac{P}{\rho \cdot g}, \quad (7.1)$$

де P – гідростатичний тиск у даному місці, Па;

ρ – щільність рідини, кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

h – висота стовпа рідини над чутливим елементом, м.

Гідростатичні датчики рівня з температурною компенсацією використовуються в автоматичній системі віддаленого контролю параметрів роботи тепловоза (АСК-ВІС). Датчик рівня встановлюється над дзеркалом рідини або на дні резервуара. Електронна частина датчика перетворює сигнали, пропорційні поточним значенням тиску, який пов'язаний лінійною залежністю з величиною рівня середовища.

Похибка вимірювання рівня дизельного палива в баку тепловоза не перевищує $\pm 0,8$ мм.

Піна, відкладення, зміна електричних властивостей рідини й форма резервуара не впливають на результат виміру. Такі датчики компактні, відносно прості, недорогі, а також здатні видавати безперервний сигнал, однак не є безконтактними, що ускладнює їх застосування в агресивних середовищах [19].

Гідростатичний метод, завдяки своїм перевагам і відносній простоті виконання, є одним з перспективних для застосування в системі обліку витрати палива тепловозами, однак точність цього методу прямо залежить від якісного калібрування кожного тепловозного бака, а також його геометрії. У випадку застосування на тепловозі цей метод має певні обмеження. Слід зазначити, що при русі тепловоза відбувається переміщення палива, що викликає зміну тиску й призводить до похибок вимірювання. Крім того, зміна температури палива і щільності також впливає на точність вимірювання.

Ультразвукові датчики призначені для вимірювання рівня рідини без занурення в середовище. Елемент ультразвукового рівнеміра складається з випромінювача та приймача коливань, які конструктивно поєднані [20].

Дію рівнемірів даного типу побудовано на вимірі часу проходження імпульсу ультразвуку від випромінювача до поверхні рідини й назад. При прийманні відбитого імпульсу випромінювач стає датчиком. Якщо випромінювач розташований над рідиною – рівнемір називається акустичним; якщо усередині рідини – ультразвуковим. Датчик може розташовуватися також під днищем ємності, випромінюючи сигнал крізь стінку.

Можуть бути реалізовані різні способи здійснення контролю рівня палива. Якщо випромінювач встановлений у верхній ємності, то ультразвуковий сигнал проходить крізь повітряне середовище, торкнувшись межі палива, віддзеркалюється і повертається назад. При розміщенні випромінювача на дні ємності сигнал проходить крізь товщу палива і віддзеркалюється від межі рідини з повітрям. У першому випадку вимірюваний час буде тим більше, чим нижче рівень рідини, у другому — навпаки.

Другий спосіб більш ефективний, тому що ультразвукові коливання загасають у повітрі значно швидше, ніж у рідині. Однак він складніше реалізується конструктивно, тому що потребує установа знизу ємності, що ускладнює технологію монтажу та технічного обслуговування датчика. Крім того, при використанні ультразвукових датчиків у паливному баку тепловозів через те, що для збільшення жорсткості останні мають внутрішні поздовжні й поперечні перегородки, виникають похибки, викликані відбиттям ультразвуку від даних конструктивно необхідних поверхонь.

Принцип дії **радіолокаційних** рівнемірів побудовано на випромінюванні радіохвиль у напрямі нафтопродукту і розрахунку його рівня за затримкою відбитого сигналу. На сьогодні в радарних системах контролю рівня палива застосовуються переважно дві технології: з безперервним частотно-модульованим випромінюванням і імпульсним випромінюванням сигналу. Даний метод потребує застосування дорогої апаратури і застосовується для лабораторних досліджень.

Радіоізотопний метод ґрунтується на вимірі інтенсивності випромінювання радіоізотопів при їхньому проходженні через шар рідини або сипких матеріалів, рівень яких вимірюється. Як правило, цей метод застосовується при вимірах у закритих ємностях. Даний метод також має високу вартість і в цей час використовується лише в лабораторіях з дослідницькою метою.

Так само значного поширення набули **ємнісні** вимірювачі рівня палива [21]. Принцип дії цих датчиків побудовано на порівнянні змін електричної ємності, виходячи з того що діелектрична проникність палива істотно відрізняється від діелектричної проникності повітря.

Під час вимірювання рівня неелектропровідних рідин, до яких належить і дизельне паливо, застосовується коаксіальний конденсатор, у якому рідина може вільно проникати в простір між пластинами. Якщо відомо діелектричну проникність рідини й газового середовища, то можна скласти таке рівняння:

$$C = C_{\text{п}} + C_{\text{г}} = \varepsilon_{\text{п}} \cdot G_{\text{п}} + \varepsilon_{\text{г}} \cdot G_{\text{г}} , \quad (7.2)$$

де C – загальна ємність конденсатора, Ф;

$C_{\text{п}}$ – ємність ділянки конденсатора, що перебуває в паливі, Ф;

$C_{\text{г}}$ – ємність ділянки конденсатора, що перебуває в газовому середовищі, Ф;

$\varepsilon_{\text{п}}$ – діелектрична проникність дизельного палива;

$\varepsilon_{\text{г}}$ – діелектрична проникність газового середовища;

$G_{\text{п}}$ – геометричний коефіцієнт ділянки конденсатора, що перебуває в паливі;

$G_{\text{г}}$ – геометричний коефіцієнт ділянки конденсатора, що перебуває у газовому середовищі.

Вимір ємності здійснюється, як правило, за допомогою резонансних схем або мостів змінного струму із самоврівно-

важуванням. Зміни електричної ємності конденсаторів датчика є інформативними сигналами, які перетворюються вторинним вимірювальним перетворювачем для подальшої обробки.

Точність здійснення вимірювань залежить від конструкції, ізоляції і правильного розміщення ємнісного зонда. Тому при використанні вимірювачів даного типу необхідно забезпечувати якісну ізоляцію зонда, урахувати особливості форми резервуара, тиск у резервуарі, температуру палива, його густину, абразивність, хімічну агресивність, можливість утворення конденсату або піни.

Останнім часом ємнісні вимірники рівня набувають все більшого поширення. Нова серія ємнісних вимірників серії LCL фірми Pepperl+Fuchs [17] призначена для виміру рівнів як рідин, так і сипких матеріалів у бункерах і сховищах. Причому виробляються моделі з довжиною зонда від 0,14 до 6 м (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Технічні характеристики ємнісних вимірювачів

Технічні характеристики	Серія LCL	«Ігла»	БІС-Р
Діапазон виміру рівня контрольованого середовища, м	0,05–6	0,05–4	0,05–9,6
Температура контрольованого середовища, °С	-40– +120	-40– +50	-40– +50
Похибка виміру, мм	± 1	± 1	± 1
Енергоспоживання, Вт	10	30	20
Діапазон робочих температур, °С	-40 – +120	-40 – +50	-40 – +50
Діапазон температур зберігання, °С	-50 – +130	-50 – +60	-40 – +60
Діапазон вхідних напруг постачання, В	24 ± 20 %	24 ± 20 %	60 – 150

Дуже поширеною (більш 900 одиниць) на залізницях України стала система контролю палива «БІС-Р», яка встановлюється на тепловозах серій ЧМЕЗ в/і та 2ТЕ116.

Вибір вимірювального пристрою для контролю рівня палива залежить від багатьох чинників, у тому числі від особливостей терміналу або іншого пристрою обробки даних, до якого планується підключати датчик [23].

Звичайно термінали мають такі входи:

- аналоговий вхід;
- цифровий вхід (RS232 або RS485);
- рахунковий вхід (частотний).

Така стисла характеристика методів вимірювання рівня палива в різних об'ємах далеко не вичерпна. Було розглянуто тільки ті методи і пристрої, які в цей час застосовуються або можуть бути використані в локомотивному господарстві залізничного транспорту.

Вибір кожного методу має здійснюватися індивідуально при більш повному і докладному врахуванні фізичних і хімічних властивостей рідини (густини, в'язкості, електропровідності, діелектричної постійності, схильності до піноутворення, наявності кородуючих властивостей та ін.), а також технологічних умов її зберігання і використання (температура, тиск, наслідки тривалого зберігання, необхідність забезпечення пристроями стабілізації рівня, простота встановлення приладів, зручність обслуговування та ін.).

Обґрунтований вибір системи, яка забезпечить надійне і достовірне вимірювання рівня дизельного палива, є однією з важливих умов успішної реалізації планів використання єдиної автоматизованої системи обліку дизельного палива (важливим напрямком в ресурсозбереженні), яка забезпечить не тільки підвищення точності і оперативності контролю, але і виключить вплив людського чинника з процесу обліку, видачі нафтопродукту та його зберігання.

7.6. Використання вторинних енергетичних ресурсів та впровадження нетрадиційних, відновлюваних джерел енергії

Виснаження запасів мінеральних ресурсів, послідовне зростання цін на продукти переробки нафти, забруднення навколишнього середовища викидами відпрацьованих газів ставлять перед залізничним транспортом задачі забезпечення

стійкого постачання рухомого складу нетрадиційним моторним паливом і зниження витрат на його придбання. У зв'язку з чим стає неминучим застосування відновлюваних ресурсів і альтернативних видів палива, зокрема біодизельного та природного газу.

Застосування природного газу на залізничному транспорті є завданням практично вирішеним. На цей час інтенсивно перевіряється біопаливо – органічні матеріали, які виділяють при розкладанні тепло. Це, наприклад, торф, гній, тирса, рослинні олії, спирти та ін. Більшість цих матеріалів у чистому вигляді малоефективні як вид палива, але після переробки можуть стати рівноцінною альтернативою продуктам переробки нафти і газу. Найбільш ефективним є біопаливо, отримане з рослинних олій: ріпакової, соєвої, арахісової, пальмової, соняшnikової, оливкової, а також з тваринних жирів. Оскільки ріпак найменш вибагливий з усіх вищеназаних культур, то і найпоширеніша сировина для біопалива – ріпакова олія. В Україні вже зараз переробка рослинної олії в біодизель стала економічно вигідною [24].

За завданням Укрзалізниці було складено план робіт з експериментальної перевірки можливості використання біодизеля вітчизняного виробництва на тепловозах, згідно з яким наукові фахівці і представники виробництва продовжують працювати в цьому напрямку [25].

Цей напрямок робіт є перспективним і його доцільно розвивати у подальшому.

Використання енергетичного вугілля як твердого палива для тепловозів напряму неможливе. Але при використанні логістичних принципів і підходів стає можливим створення логістичної системи транспортування вугілля, його газифікації і застосування генераторного газу у вигляді палива для тепловозів, що не потребує великих витрат [26].

Система використання енергетичного вугілля як палива для тепловозів передбачає такий логістичний ланцюг: секція для транспортування і подачі вугілля – секція з газогенераторною установкою – тепловоз.

При проектуванні нових і розширенні чинних об'єктів необхідно передбачати повну утилізацію тепла відхідних газів

(установлення економайзерів, рекуператорів, теплообмінників) і використання його в технологічних процесах:

- оснащення промислових печей котлами-утилізаторами;
- розроблення пристроїв для використання низькопотенційної теплоти;
- оптимізація систем регенерації теплоти;
- використання тепла вентиляційних викидів;
- використання електроенергії, що виробляється при проведенні реостатних випробувань дизель-генераторів тепловозів;
- впровадження в літній період гарячого водопостачання від альтернативного джерела енергії для побутових потреб;
- впровадження інфрачервоних випромінювачів для опалення виробничих приміщень;
- збирання та повторне використання відпрацьованих нафтопродуктів.

Контрольні питання до розділу 7

1. Технологічна готовність виробництва.
2. Шляхи зниження тертя у вузлах локомотивів.
3. Заходи зменшення трудомісткості ремонту.
4. Заходи ресурсозбереження в стаціонарній енергетиці.

8. Експлуатаційні заходи

У загальній проблемі ресурсозбереження питання енергозбереження мають особливу важливість. Значної економії енергоресурсів можна досягти шляхом удосконалення процесу експлуатації локомотивів.

Оцінка ефективності використання ПЕР базується на аналізі показників експлуатації локомотивів і витрати палива з форм звітності ЦО-2, ТХО-1, ТХО-5, ТХО-9, ТХО-16а, ТУ-10а. Форма звітності ЦО-2 містить повні дані щодо локомотиво-годин і локомотиво-кілометрів за кожним родом руху, а також деталізацію часу роботи і простою локомотивів при обслуговуванні вантажних і пасажирських поїздів за всіма елементами виробничого циклу.

Виробничий цикл містить такі елементи часу експлуатації:

$$T_{\text{лок}} = T_{\text{рух}} + T_{\text{пр}}^{(\text{ст})} + T_{\text{зм}}^{(\text{бр})} + T_{\text{ст}}^{(\text{об})} + T_{\text{ст}}^{(\text{осн})} + T_{\text{об}} + T_{\text{ос}}, \quad (8.1)$$

де $T_{\text{рух}}$ – час роботи локомотива в русі;

$T_{\text{пр}}^{(\text{ст})}$ – час простою на проміжних станціях;

$T_{\text{зм}}^{(\text{бр})}$, $T_{\text{ст}}^{(\text{об})}$, $T_{\text{ст}}^{(\text{осн})}$ – час простою відповідно в пунктах зміни бригад на станціях оборотного і основного депо;

$T_{\text{об}}$, $T_{\text{осн}}$ – час простою в оборотному і основному депо.

За відомими нормативними витратами ПММ і реальними значеннями часу використання локомотивів визначаються витрати палива на корисну роботу і на простої локомотивів у процесі їх експлуатації. Деталізація розподілу часу роботи дизельних локомотивів у виробничому циклі дає змогу визначити і оцінити ефективність використання дизельного палива і виявити резерви економії палива на експлуатаційну роботу.

$$У = V_{\text{рух}} + V_{\text{пр}}^{(\text{ст})} + V_{\text{зм}}^{(\text{бр})} + V_{\text{ст}}^{(\text{об})} + V_{\text{ст}}^{(\text{осн})} + V_{\text{об}} + V_{\text{осн}}, \quad (8.2)$$

де $V_{\text{рух}}$ – витрата палива локомотивом на корисну роботу;

$V_{\text{пр}}^{(\text{ст})}$, $V_{\text{зм}}^{(\text{бр})}$, $V_{\text{ст}}^{(\text{об})}$, $V_{\text{ст}}^{(\text{осн})}$, $V_{\text{об}}$, $V_{\text{осн}}$ – непродуктивна витрата палива в період простою відповідно на проміжних станціях, у пунктах зміни бригад, на станціях оборотного і основного депо, в оборотному і основному депо.

На кожному етапі реалізації експлуатаційної роботи потрібно знаходити індивідуальні рішення з економії енергоресурсів.

У першу чергу економії енергоресурсів можна досягти шляхом забезпечення оптимального режиму водіння поїздів, встановлення вагової норми поїзда, розроблення режимних карт руху, автоматизації управління рухом поїзда, а також інших виробничих процесів. Аналіз перспективних рішень щодо ресурсозбереження дає змогу зробити висновок про можливість зниження витрат енергоресурсів у поїзній роботі для експлуатованого локомотивного парку на 6–7 %.

Важливим напрямом роботи є забезпечення раціонального, у першу чергу, цільового використання тепловозів, особливо в пасажирському і господарському русі. Для порівняння, питома витрата дизельного палива пасажирських тепловозів ТЕП70 (за даними 2008 р.) склала 67,3 кг/10 тис. ткм брутто, а тепловозів 2ТЕ116, які виконали приблизно таку саму роботу з пасажирськими поїздами, – 85,1 кг/10 тис. ткм брутто, що на 26,5 % вище, ніж у спеціально призначеного для пасажирського руху локомотива. Цільове використання локомотивів – значний резерв економії паливно-енергетичних ресурсів.

Поліпшити використання локомотивів можна перш за все шляхом збільшення середньої ваги поїзда, зростання частки часу роботи локомотива в русі та ін.

Для порівняння: на залізницях Північної Америки і Канади (Union Pacific, Cansas City Southern, Canadian National) середня вага вантажного поїзда брутто перевищує 5100 т, а нетто – 2700 т. При цьому робота американських тепловозів у русі досягає в бюджеті часу 18 годин за добу, а на Укрзалізниці – 11 годин.

Останніми роками розроблено ефективні засоби скорочення споживання електроенергії на тягу для експлуатованого парку приміських електропоїздів. Зокрема, зміна складності поїзда забезпечує зниження витрат електроенергії на 20–25 %. Розроблено також методика розрахунку для визначення оптимального співвідношення моторних і причіпних вагонів залежно від графіка руху і конкретних умов експлуатації. Така оптимізація знижує витрату електроенергії на 2–9 %. Застосування схеми прямого входу в режим рекуперації на електропоїздах EP2P і EP2T дає економію електроенергії в розмірі 8–14 %.

Резерви економії:

- забезпечення скасування довготривалих енергоємних обмежень швидкості руху поїздів;
- забезпечення зменшення часу простою на станціях приписки і обороту ТРС у вантажному русі;
- зменшення неграфікових зупинок;
- зменшення витрат ПЕР на резервний пробіг ТРС;
- зменшення витрат палива на прогрів тепловозів в основних і оборотних депо залізниць;
- зменшення додаткових витрат ПЕР шляхом скорочення нагону пасажирських поїздів;
- покращення якісних показників використання тягового рухомого складу – маси поїзда, дільничної швидкості, порожнього пробігу вагонів та ін.;
- забезпечення безперебійної роботи схем рекуперативного гальмування;
- зменшення витрат ПЕР шляхом оптимізації технології робіт у господарському русі та роботи тепловозів за договорами.

8.1. Використання раціональних режимів руху поїзда

Режим роботи локомотива визначає ступінь використання потужності і сили тяги, надійність і економічність його в конкретних експлуатаційних умовах. Поліпшення використання потужності і сили тяги досягається вдосконаленням режимів водіння поїздів, раціональним використанням паливно-енергетичних ресурсів на тягу поїздів.

Раціональний режим ведення поїзда розробляється для заданого часу ходу по перегонах. Ця дуже складна задача розв'язується на основі кривої зміни швидкості $V(S)$, отриманої в результаті проведення тягових розрахунків і відповідної заданому часу ходу. Формування раціонального режиму зводиться до вдосконалення початкового режиму, тобто внесення в нього змін, направлених на скорочення витрат електроенергії або палива при збереженні заданого часу ходу.

Для різних умов експлуатації раціональні режими водіння поїздів мають істотні особливості.

Це не дає можливості рекомендувати один режим ведення поїзда як оптимальний для всіх практично можливих умов руху по ділянці, оскільки навіть на одній і тій самій ділянці ці умови часто змінюються. Крім того, характеристики електричних машин і конкретних локомотивів залежно від технічного стану можуть у певних межах відрізнятися від відповідних паспортних даних.

Знизити витрату паливно-енергетичних ресурсів можна зменшенням реалізованої механічної енергії локомотива і втрат енергії при її перетворенні. Зменшити механічну роботу можна знижуючи середню швидкість руху поїзда і швидкість входу його на ухили зі шкідливими спусками, а також зменшуючи нерівномірність швидкості руху, швидкість початку гальмування поїзда. При цьому необхідно враховувати, що зниження середньої швидкості при заданому часі ходу неприпустиме.

Складовими елементами раціональних режимів водіння поїздів є: використання максимально можливої сили тяги, реалізація високих значень коефіцієнта зчеплення і раціональне використання запасів кінетичної енергії для подолання підйомів, правильний вибір швидкості початку гальмування, уміле регулювання сили тяги із застосуванням ослаблення збудження тягових двигунів при оптимальному температурному режимі обмоток електричних машин і дизеля.

При розробленні раціональних режимів водіння поїздів велике значення має вивчення і узагальнення досвіду кращих машиністів. Зростання кваліфікації локомотивних бригад, поліпшення якості ремонту і технічного обслуговування локомотивів – необхідні умови для ефективного використання їхніх тягових властивостей і потужності.

Ефективно вирішити завдання раціонального використання потужності багатосекційних тепловозів дає змогу система керування секційною тягою. За її допомогою можна залежно від ваги поїзда і профілю колії вибирати раціональні режими роботи секцій тепловоза, що скорочує витрату дизельного палива на 4 % [27].

Правильне управління автогальмами – важлива складова частина раціонального режиму ведення поїзда, запорука безпеки руху та економного витрачання палива. На шляху прямування

необхідно підтримувати високий рівень дисципліни, бути вимогливим до себе і помічника. Жодні технічні системи та прилади не замінять участі локомотивної бригади у гарантуванні безпеки руху. Особливо важливо бути пильним при виконанні регулювальних гальмувань.

Зниження швидкості руху поїзда більше за необхідну через недосвідченість машиніста призводить до зайвої витрати ПЕР. З іншого боку, запізнене застосування автогальм може призвести до проїзду заборонного сигналу світлофора або сигналу зниження швидкості. Тому Інструкцією з експлуатації гальм № ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015 від 28.10.97 р. передбачається, щоб машиніст вибирав оптимальні режими і ступені гальмування відповідно до режимної карти.

З урахуванням усіх заходів впливу, обмежень і профілю ділянки, оптимальна траєкторія руху за мінімумом ПЕР на тягу буде відрізнятися лише вибором режимів руху у відповідних координатах ділянки. Як показали результати моделювання руху пасажирського поїзда, раціональний вибір точки початку того або іншого режиму руху (тяги, стабілізація, вибіг, гальмування) з урахуванням характеристик профілю (ухилу колії) впливає на економію електроенергії, яка може досягати 15 % у порівнянні з рухом траєкторії, що не враховує характеристику колії.

8.2. Автоматизація управління рухом поїзда та інших виробничих процесів

Система автоведення призначена для автоматизованого управління поїздом на основі розрахунку оптимальної траєкторії руху в реальному масштабі часу за критеріями забезпечення безпеки, дотримання графіка руху і економії енергоносіїв на тягу поїздів з урахуванням умов експлуатації: профілю колії, обмежень швидкості та ін.

Крім зниження енерговитрат на тягу поїздів, автоведення супроводжується такими позитивними чинниками, як жорсткий алгоритм ведення поїзда, що забезпечує кероване виконання графіка руху поїздів, можливість оптимізації (за часом ходу і енерговитратами) режимів ведення поїзда і підвищення безпеки руху.

Автоматизоване управління веденням поїзда дає змогу точно дотримуватися перегінного часу ходу на основі вибору енергетично раціонального режиму руху. Система забезпечує автоматизоване управління тягою і гальмуванням ТРС. Вона також призначена для видачі машиністу попереджувальної звукової та допоміжної візуальної інформації. Реєстратор параметрів руху має можливість фіксувати, зберігати і передавати інформацію про напругу, струм споживання в силових колах локомотива, стан сигналів АЛСН, величини тиску в гальмівній магістралі.

Системи автоматичного управління (САУ) для локомотивів нового покоління мають забезпечувати управління всім бортовим устаткуванням, включаючи тяговий і допоміжний приводи, підсистему власних потреб, електричні апарати, а також зв'язок між різними підсистемами. При цьому до складу САУ входять підсистеми безпеки, автоведення, супутникової навігації, діагностики і телекомунікації. Остання має здійснювати взаємодію з інтелектуальними залізничними системами [28] і передачу діагностичної інформації в реальному масштабі часу у центр управління і сервісних служб.

Загальна тенденція розвитку таких систем полягає у такому:

- збільшенні числа функціональних модулів і блоків;
- наявності розподіленої архітектури як усієї системи в цілому на рівні підсистем, так і окремо взятих підсистем;
- об'єднанні у складі системи апаратних модулів від різних розробників, які взаємодіють між собою за допомогою стандартних або спеціалізованих комунікаційних інтерфейсів і протоколів.

Аналіз роботи систем автоведення показав, що рівень водіння системи вище, ніж у машиніста середньої кваліфікації. Це говорить про те, що будь-який штучний інтелект має проходити довготривалу апробацію і що необхідно удосконалювати алгоритмізацію складних процесів, враховувати численні чинники, залежні від умов експлуатації.

Обґрунтована оцінка економії енергоносіїв у результаті впровадження систем автоведення дасть змогу більш точно визначати норму витрат енергії на тягу. Оскільки у кожного виду руху алгоритм вибору оптимальних режимів ведення для всіх

поїздів однаковий, то і розбіжність питомих витрат енергії на тягу буде мінімальною для кожного підрозділу і ділянки, що дуже важливо при комерційному обліку споживання електричної енергії на тягу і плануванні витрат на її придбання.

Необхідним є упровадження автоматизованих інформаційно-керуючих систем в усі виробничі процеси:

- обов'язкове впровадження на підприємствах типових проектних рішень щодо АСУТП, АСХП і АСУенерго;
- впровадження автоматизованих інформаційно-вимірвальних систем обліку і контролю за витратою ПЕР;
- використання електромагнітних, ультразвукових і вихрових витратомірів замість дифманометричних;
- встановлення лічильників гарячої води в теплових мережах;
- встановлення електронного регулятора температури для автоматизації відпуску тепла у водяних системах опалювання;
- створення автоматизованого центрального диспетчерського пункту управління енергогосподарством підприємства;
- автоматизація вузлів збору конденсату і стабілізація тиску пари.

Автоматизована система комплексного обліку паливно-енергетичних ресурсів для впровадження стратегії управління плануванням і споживанням ПЕР з метою їх раціонального використання дає можливість здійснити:

- приладовий облік ПЕР у системі АСКО ПЕР;
- автоматизований збір інформації про споживання ПЕР;
- формування бази даних;
- забезпечення віддаленого доступу користувачів до бази даних;
- автоматизовану обробку інформації.

Контрольні питання до розділу 8

1. Елементи часу експлуатації виробничого циклу локомотива.
2. Етапи реалізації експлуатаційної роботи.
3. Засоби скорочення споживання електроенергії на тягу.
4. Автоматизація перевезень для реалізації ресурсозбереження.

9. Організаційно-технічні заходи

Стрижневою опорою у вирішенні проблем ресурсозбереження в локомотивному господарстві є реалізація організаційно-технічних заходів.

Основні з них можна поділити на такі.

Розроблення і своєчасна реалізація комплексної і довгострокової програми економії і підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів.

Розроблення перспективних планів зниження питомих норм витрат палива електричної і теплової енергії та здійснення контролю за їх виконанням.

Приведення експлуатаційного парку локомотивів до його розрахункового розміру й коригування у зв'язку із цим чисельності працівників у локомотивному господарстві.

Дослідження і створення оптимального паливно-енергетичного балансу підприємства.

Створення комісії з економії енергоресурсів, в яку, крім теплоенергетиків, мають бути включені технологи, працівники матеріального постачання та інші причетні фахівці.

Підвищення матеріальної зацікавленості працівників у проведенні заходів щодо економії всіх видів енергоносіїв.

Енергослужбам управління підприємства особливу увагу приділяти обліку і аналізу споживання і використання енергетичних ресурсів в енергоємних установках і процесах (за дільницями і цехами, виробництвами і в цілому по підприємству).

У проектах реконструкції підприємств передбачати організацію енергетичного обліку з ув'язкою зовнішнього і внутрішнього енергопостачання.

Своєчасно проводити роботу з інвентаризації енергетичного устаткування.

Удосконалити облік витрат паливно-енергетичних ресурсів за цехами і дільницями.

Забезпечити підвищення якості звітності, що подається.

Підвищити рівень експлуатації технологічного устаткування, для чого залучати до роботи персонал, що має спеціальну підготовку.

Забезпечити скорочення експлуатаційного парку ТРС на фактичні обсяги перевезень шляхом підвищення їх продуктивності.

Забезпечити скорочення парку маневрових тепловозів за рахунок оптимізації їх роботи.

Перевести тепловозну тягу на електровозну на дільницях, де це економічно вигідно.

Найбільш значні організаційно-технічні заходи – переведення пасажирського руху тепловозних ходів на односекційну тягу, заміна магістральних тепловозів у допоміжних видах руху локомотивами ЧМЕЗ, збільшення міжремонтних пробігів для всіх серій ТРС.

Використання локальних енергоефективних компресорних пристроїв для забезпечення робочих місць повітрям під тиском.

Використання місцевих фільтровентиляційних пристроїв на робочих місцях зі шкідливими викидами.

Заміна світильників у системі електроосвітлення на енергоощадні.

Організація конкурсів на кращу пропозицію з економії теплової енергії тощо.

Організація систематичного обміну досвідом у сфері енергозбереження.

Важливим стимулюючим заходом упровадження енергозберігаючих технологій є енергетичне обстеження підприємств. При цьому досягається мета допомогти керівникам підприємств і організацій кількісно оцінити ефективність використання енергетичних ресурсів, намітити конкретні шляхи їх економії.

Найважливіша частина енергетичного аудиту пов'язана з тягою поїздів. Аудит виконується з метою оцінювання встановлених питомих норм витрат дизельного палива та електроенергії, достовірності витрат дизельного палива, електроенергії, оливи і мастил локомотивами, ефективності використання тягового рухомого складу, отримання фактичних даних щодо технічного стану енергетичного обладнання локомотивів, ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, енергоефективності розробленого графіка руху поїздів і встановлених перегінних часів руху, правильності встановлених

вагових норм вантажних поїздів, ефективності використання маневрового парку локомотивів та використання енергоресурсів на виконання господарської та маневрової роботи й на прогрів, визначення можливостей підвищення ефективності використання ПЕР і розрахунку витрат на реалізацію енергоефективних рішень.

Контрольні питання до розділу 9

1. Енергетичний аудит локомотивного господарства.
2. Види організаційно-технічних заходів.

Бібліографічний список

1. Про енергозбереження [Текст]: закон України // Постанова Верховної Ради України № 75/94-ВР від 01.07.1994. // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 30. – Ст. 38.

2. Ковалко, М. П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України [Текст] / М. П. Ковалко, С. П. Денисюк; відп. ред. А. К. Шидловський. – К.: УЕЗ, 1998. – 506 с.

3. Збірник нормативних документів з енергозбереження [Текст] / Міністерство транспорту та зв'язку України; Державна адміністрація залізничного транспорту України, Укрзалізниця. – К., 2008. – 277 с.

4. Тартаковський, Е. Д. Технічні та технологічні засоби енергозбереження тепловозів в експлуатації [Текст] / Е. Д. Тартаковський, М. Г. Уманець, Д. О. Аулін // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – 2010. – Вип. 5(143). – Ч. 2. – С. 215-219.

5. Железнодорожный комплекс Украины: проблемы и перспективы развития (интервью Н. И. Сергиенко) [Текст] // Локомотив. – 2010. – № 9. – С. 8-10.

6. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття [Текст]. – К.: Укр. енциклопед. знання, 2001. – 400 с.

7. Аналіз використання паливно-енергетичних ресурсів та роботи по енергозбереженню на залізничному транспорті України за 2015 рік [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2016. – 52 с.

8. Петров, П. П. Комбіновані енергетичні установки для залізничного транспорту [Текст] / П. П. Петров // Локомотив. – 2009. – № 10. – С. 34-37.

9. Европейские нормы токсичности – двигатель прогресса [Текст] // Локомотив-информ. – 2013. – № 2. – С. 51-53.

10. Сборник нормативно-методических документов по метрологии железнодорожного транспорта Украины [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2005. – 414 с.

11. Беляев, А. С. Использование перегрузочной способности топливных элементов в автономных локомотивах [Текст] / А. С. Беляев, С. П. Калугин // Вестник ВНИИЖТа. – 2011. – № 2. – С. 42-47.

12. Петров, П. П. Комбинированные энергетические установки для железнодорожного транспорта [Электронный ресурс] / П. П. Петров. – Режим доступа: [http:// www/ekip.pro/stati/kou_gt.pdf](http://www/ekip.pro/stati/kou_gt.pdf).

13. Сергієнко, М. І. Основні напрямки роботи Укрзалізниці з енергозбереження та її результати // Локомотив-інформ. – 2010. – № 4. – С. 24–26.

14. Ушкалов, В. Ф. О способах уменьшения износа колес и рельсов [Текст] / В. Ф. Ушкалов, И. В. Подбельников, С. С. Пасичник // Залізничний транспорт України. – 2010. – № 5. – С. 47–49.

15. Аракелов, Э. Р. Полезные функции «Кипариса» (о новом комплексе реостатного испытания) [Текст] / Э. Р. Аракелов // Локомотив. – 2001. – № 4. – С. 47-57.

16. Ресурсосбережение как стратегия развития стационарной теплоэнергетики на железнодорожном транспорте [Текст] / В. М. Лебедев, В. В. Овсянников, С. В. Глухов, В. А. Четвергов // Локомотив-информ. – 2007. – № 7. – С. 14–17.

17. Молчанов, В. В. Системы комплексного контроля XXI века / В. В. Молчанов // Локомотив. – 2009. – № 7. – С. 34–35.

18. Дробаха, В. І. Вимірювальні засоби автоматизованої системи обліку й контролю дизельного палива [Текст] / В. І. Дробаха, О. Д. Трихліб, М. О. Котов // Локомотив-інформ. – 2012. – № 12. – С. 59-61.

19. Головаш, А. Н. Опыт использования бортовых систем [Текст] / А. Н. Головаш, В. М. Бочаров, С. М. Кузнецов // Железнодорожный транспорт. – 2009. – № 2. – С. 38-40.

20. УКРАВТОМАТИКА. Ультразвуковые уровнемеры нового поколения. Информационная справка [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://uat.kiev.ua/>.

21. Система контроля расхода топлива БИС-Р [Текст] : Руководство по эксплуатации ЕКВН.407379.005 Р2. – Харьков, 2005.

22. Дробаха, В. И. Результаты внедрения системы БИС-Р [Текст] / В. И. Дробаха, А. Н. Каплун // Локомотив-информ. – 2007. – № 1. – С. 56–57.

23. Программный комплекс для учета, анализа и нормирования расходов энергоресурсов [Текст] / Л. А. Мугинштейн,

Е. Н. Школьников, А. В. Андреев [и др.] // Железнодорожный транспорт. – 2005. – № 9. – С. 32-36.

24. Єрощенко, С. А. Проблеми організації використання біодизеля на підприємствах залізничного транспорту України [Текст] / С. А. Єрощенко, А. О. Каграманян, В. І. Пелепейченко // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 6. – С. 6-9.

25. Могила, В. И. Использование биодизеля на железнодорожном транспорте Украины: направления работ и перспективы [Текст] / В. И. Могила, С. А. Сметанин, И. П. Васильев // Локомотив-информ. – 2007. – № 3. – С. 26-27.

26. Маляренко, В. А. Преобразование энергии твердого топлива в газовые и жидкие энергоносители [Текст] / В. А. Маляренко, А. И. Яковлев // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2010. – № 5. – С. 36-47.

27. Бакланов, А. Кинематические параметры режимов движения [Текст] / А. Бакланов // Мир транспорта. – 2011. – № 1. – С. 20-27.

28. Гапанович, В. А. Интеллектуальные железнодорожные системы: состояние и направления развития [Текст] / В. А. Гапанович, А. А. Поплавский // Железнодорожный транспорт. – 2009. – № 11. – С. 63–67.

Терміни та визначення понять

Валовий внутрішній продукт (ВВП) – показник, що характеризує результати економічної діяльності у сфері матеріального і нематеріального виробництва, ринкова вартість усіх кінцевих товарів і послуг, вироблених (наданих) протягом року. Показник дає змогу зробити інтегрований вимір підсумків діяльності держави.

Втрата енергії – різниця між кількістю підведеної та корисно використаної енергії.

Дизельне паливо – нафтове паливо для використання у двигунах внутрішнього згорання із запалюванням від стискання.

Економія енергії – результати реалізації дій, спрямованих на зниження невиробничих витрат палива, електроенергії, теплоти механічної енергії. Дії можуть мати пасивний (наприклад, заміна теплоізоляції), активний (утилізація теплоти викидів) або організаційний (заміна одного виду техніки іншим, більш ефективним в енергетичному відношенні) характер.

Економія паливно-енергетичних ресурсів – відносне скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів, що виявляється у зниженні їх питомих витрат на виробництво продукції або виконання робіт.

Енергозберігаюча технологія – метод виробництва продукції з раціональним використанням енергії, який дає можливість одночасно зменшувати і енергетичне навантаження на навколишнє природне середовище, і кількість енергетичних відходів, отриманих при виробництві та експлуатації виробленого продукту.

Енергозбереження – діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії, а також природних енергетичних ресурсів у національному господарстві і яка реалізовується з використанням технічних, економічних і правових методів.

Енергоносій – речовина різних агрегатних станів (тверда, рідка, газоподібна) чи іншої форми матеріального середовища (плазма, поле, випромінювання тощо), накопичена енергія якої може бути використана.

Енергоощадні (енергоефективні) заходи – заходи, спрямовані на впровадження та виробництво енергоефективних продукції, технологій та обладнання.

Ефективне використання енергетичних ресурсів – досягнення економічно виправданої ефективності використання енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки і технологій та дотриманні вимог до охорони навколишнього природного середовища.

Ефективна потужність дизеля – це робота за 1 с, яка розвивається дизелем.

Ефективний ККД – відношення кількості теплоти, яка еквівалентна корисній роботі, до всієї кількості підведеної за цикл теплоти.

Інтенсифікація енергозбереження – одне з ключових питань розвитку економіки будь-якої країни. Суть її полягає у використанні всього комплексу ефективних заходів, що спрямовані на зниження питомих енерговитрат на виробництво продукції і підвищення продуктивності праці.

Корисна енергія – енергія, безпосередньо використана для виконання певної роботи.

Людські ресурси – це людський капітал (запас знань, навичок, мотивацій) і дієва роль людини у сфері виробництва.

Нафтове паливо – нафтопродукт, який використовується як джерело енергії.

Непродуктивна витрата енергетичних ресурсів – втрати енергоресурсів, викликані порушенням стандартів, норм, регламентів і безгосподарністю.

Нераціональне (неефективне) використання паливно-енергетичних ресурсів – прямі втрати паливно-енергетичних ресурсів, їх марнотратне витрачання та використання паливно-енергетичних ресурсів понад встановлений показник питомих витрат, визначених системою стандартів, а до набрання чинності системи стандартів – нормами питомих витрат палива та енергії.

Норма витрат палива та енергії – встановлена міра споживання паливно-енергетичних ресурсів у виробництві одиниці продукції (роботи) встановленої якості.

Норма питомої витрати паливно-енергетичних ресурсів – це затверджений уповноваженим на те Кабінетом Міністрів

України органом виконавчої влади показник їх використання на одиницю виробленої продукції, виконаних робіт або наданих послуг встановленої якості, орієнтований на прогресивне виробництво.

Паливно-енергетичні ресурси (ПЕР) – сукупність усіх природних і перетворених видів палива й енергії, які використовуються в народному господарстві.

Первинна енергія – енергія, що міститься в паливно-енергетичних ресурсах.

Питома витрата паливно-енергетичних ресурсів – кількість паливно-енергетичних ресурсів, що споживаються енергетичною чи технологічною установкою (об'єктом) на одиницю виробленої продукції, роботи, послуги.

Прямі втрати паливно-енергетичних ресурсів – втрата паливно-енергетичних ресурсів поза технологічними процесами (вид нераціонального використання паливно-енергетичних ресурсів).

Раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів — досягнення максимальної ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки та технології і відносному зниженні техногенного впливу на навколишнє природне середовище.

Регенерація енергії — використання залишкової енергії після завершення конкретного процесу в тому ж самому або іншому процесі.

Ресурси – взаємодіючі джерела і засоби, які забезпечують функціонування і розвиток виробництва.

Ресурсозбереження – наукова, виробнича, організаційна, комерційна та інформаційна діяльність, спрямована на раціональне, комплексне використання й ощадливе споживання усіх видів ресурсів, виходячи з існуючого рівня розвитку техніки і технології при одночасному зниженні техногенного впливу на навколишнє середовище.

Технічний рівень виробництва – це технічний стан виробництва, який вимірюється інтегральним критерієм і сукупністю одиничних показників, що характеризують технічну оснащеність виробництва і праці.

Технологічна підготовка – сукупність заходів, що забезпечують технологічну готовність виробництва.

Технологічні ресурси – ресурси, які задіяні у виробничих процесах господарства, що характеризують технічний рівень і рівень технологічної підготовки виробництва.

Умовне паливо – поняття, під яким розуміють паливо з питомою теплотою згорання 29,3 МДж/кг.