

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра вагонів

В. А. Гребенюк, В. В. Репко

**ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ
У ВАГОННОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Конспект лекцій

Харків – 2018

Гребенюк В. А., Репко В. В. Екологічні технології у

вагонному господарстві: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 122 с.

У конспекті лекцій розглянуті основні закономірності взаємодії людини, суспільства і природи; складові екологічно чистого виробництва, у тому числі й екологічних технологій при будівництві, ремонті та експлуатації залізничного рухомого складу; загальні характеристики застосування таких технологій, які впливають на забезпечення конкурентоспроможності вагонобудівних і вагоноремонтних підприємств та продукції, що виробляється ними.

Конспект лекцій призначений для студентів-бакалаврів спеціальності 273 «Залізничний транспорт» (освітня програма «Вагони та вагонне господарство»). Він може бути корисним усім практичним робітникам, що займаються впровадженням і застосуванням новітніх екологічних технологій на вагонобудівних та вагоноремонтних підприємствах.

Іл. 14, табл. 5, бібліогр.: 47 назв.

Конспект лекцій розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри вагонів 19 березня 2018 р., протокол № 8.

Рецензенти:

проф. О. В. Фомін,
старш. викл. Н. С. Кочешкова (ДУІТ)

В. А. Гребенюк, В. В. Репко

ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ
У ВАГОННОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Конспект лекцій

Відповідальний за випуск Репко В. В.

Редактор Еткало О. О.

Підписано до друку 05.04.18 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.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
ТЕМА 1. Загальні питання екології.....	6
1.1 Основні питання екології.....	6
1.2 Розвиток та становлення екологічної науки.....	8
1.3 Класифікація екології та її завдання як науки.....	11
1.4 Завдання інженерної екології.....	12
1.5 Глобальні проблеми сучасної екології.....	13
1.6 Значення екологічної освіти.....	13
1.7 Негативний вплив людини на біосферу. Принципи екорозвитку.....	16
ТЕМА 2. Екозахисна техніка та технології захисту навколишнього середовища.....	17
2.1 Недосконалість технічних засобів і технологічних процесів – основна причина забруднення природного середовища.....	17
2.2 Методи захисту навколишнього природного середовища. Нові технологічні принципи.....	20
2.3 Біотехнологія як еталон безвідходного виробництва.....	24
2.4 Маловідходна (безвідходна) технологія у захисті навколишнього середовища.....	23
2.5 Захист атмосфери.....	24
ТЕМА 3. Екологічні технології та їх інноваційний розвиток.....	32
3.1 Сутність та види екологічних технологій.....	32
3.2 Складові екологічних технологій.....	32
3.3 Наукоємні технології.....	35
3.4 Інновації в екологічних технологіях.....	35
ТЕМА 4. Вплив залізничного транспорту на екологію.....	38
4.1 Основні властивості природних комплексів.....	38
4.2 Основні джерела викидів шкідливих речовин залізничним транспортом.....	39
4.3 Джерела забруднення водних об'єктів.....	43
4.4 Джерела забруднення територій підприємств.....	44
4.5 Вплив викидів залізничного транспорту на атмосферу, воду, ґрунт.....	44
ТЕМА 5. Технологія ресурсозбереження, як основна складова екологічних технологій у вагонному господарстві.....	48

5.1 Ресурсозбереження в галузі залізничного транспорту.....	49
5.2 Актуальність застосування ресурсозберігаючих технологій у вагонному господарстві.....	52
5.3 Економічні аспекти впровадження ресурсозберігаючих технологій.....	54
ТЕМА 6. Технологія потокового методу виробництва у вагонному господарстві.....	60
6.1 Загальна характеристика потокового виробництва, його основні ознаки.....	60
6.2 Класифікація та різновиди поточкових ліній.....	62
6.3 Принципи та передумови потокового виробництва.....	55
6.4 Переваги та недоліки потокового виробництва.....	56
ТЕМА 7. Технологія автоматизації виробничого процесу та робототехніка.....	69
7.1 Автоматизація виробничого процесу.....	69
7.2 Основні відомості про робототехніку.....	72
ТЕМА 8. Супутникові технології радіонавігації та радіозв'язку в залізничній галузі.....	78
8.1 Автоматизовані системи управління на залізниці.....	78
8.2 Супутникові радіонавігаційні системи.....	81
8.3 Особливості застосування супутникових радіонавігаційних систем у залізничній галузі.....	82
8.4 Мобільний радіозв'язок і передача даних на залізницях....	87
8.5 Гарантування безпеки руху на залізничному транспорті за допомогою супутникових радіонавігаційних систем GPS.....	89
8.6 Контроль стану залізничних магістралей.....	91
ТЕМА 9. Технологія продовження терміну експлуатації вагонів з урахуванням екологічних вимог до нього.....	95
9.1 Актуальність та концепція технології ремонту пасажирських вагонів у сучасних умовах.....	95
9.2 Обґрунтування лімітної ціни модернізації пасажирського вагона після закінчення нормативного терміну служби...	103
9.3 Модернізація вагонних конструкцій при ремонті вантажних вагонів.....	110
Список літератури.....	119

ВСТУП

У теперішній час метою досягнення нової якості економічного зростання країни, побудови соціально та екологічно орієнтованої ринкової економіки є збереження та раціональне використання природних ресурсів, необхідних для забезпечення здорового та повноцінного життя кожної людини, шляхом упровадження екологічно чистих виробництв.

Залізничний транспорт на сьогодні є одним з головних перевізників вантажів та пасажирів і тому вплив його на екологічну обстановку досить відчутний. Проявами цього насамперед можуть бути забруднення повітряного та водного середовищ, земель при будівництві та експлуатації залізниць.

Успішний розвиток залізничного транспорту залежить від стану природних комплексів і наявності природних ресурсів, розвитку інфраструктури штучного середовища, соціально-економічного середовища суспільства.

Стан навколишнього середовища при взаємодії з об'єктами залізничного транспорту залежить від інфраструктури будівництва залізниць, виробництва рухомого складу, виробничого обладнання та інших пристроїв, інтенсивності використання рухомого складу й інших об'єктів на залізницях, результатів наукових досліджень і їх упровадження на підприємствах і об'єктах галузі.

При розвитку і функціонуванні об'єктів залізничного транспорту слід враховувати властивості природних комплексів, їх багатозв'язковість.

Розвиток промисловості, зростання обсягів виробництва та споживання економічних благ супроводжуються підвищенням обсягів використання природних ресурсів та збільшенням забруднення навколишнього середовища.

Необхідність розкриття сутності та аналізу складових екологічно чистого виробництва, у тому числі й екологічних технологій при будівництві, ремонті та експлуатації залізничного рухомого складу, спрямована на демонстрацію загальної характеристики застосування таких технологій, що впливає на забезпечення конкурентоспроможності підприємств та продукції, що виробляється ними.

Упровадження екологічно чистих технологій потребує проведення реконструкції, технічного переозброєння та оновлення виробництва з одночасним зменшенням рівня його впливу на природне середовище.

Відповідні знання в цій галузі спрямовані на розширення знань майбутніх фахівців про можливі види забруднень навколишнього середовища при організації виробничого процесу та способи їх недопущення або усунення, розвиток уміння аналізувати ситуацію, що склалася з екологією на виробництві, та знаходження виходу з неї, виховання інтересу до професії, особистої відповідальності за використання навколишнього природного комплексу.

ТЕМА 1. Загальні питання екології

1.1 Основні питання екології

Визначень екології як науки достатньо багато. Однак найбільш часто вживається нижченаведене.

Екологія (від грец. oikos – оселя, житло, дім; logos – вчення) – наука про взаємовідносини живих організмів та середовища їх існування.

Термін «екологія» запропонував у 1866 р. німецький біолог, послідовник Ч. Дарвіна Ернст Геккель. Він дав визначення екології як науки про «пізнання економіки природи...», що вивчає всі складні взаємозв'язки та взаємовідносини у природі, які Ч. Дарвін розглядає як умови боротьби за існування. Висловлювання «економіка природи» важливе для поняття кількісних сторін екології та її зв'язку з економікою суспільства.

Відомий американський еколог Юджин Одум дає, на його думку, «найбільш коротке та найменш спеціальне» визначення екології – це «біологія навколишнього середовища».

Таким чином, екологія виникла з біологічної науки.

До основних понять біологічної науки входить:

- популяція – група організмів (особин), які належать до одного виду, займають одну область (ареал) та здатні до розмноження. Найбільш важливими характеристиками популяції є:

- динаміка чисельності особин;

- співвідношення статей;
- віковий склад;
- територіальна структура;
- щільність заселення;
- спільнота – сукупність рослин і тварин, що населяють певну ділянку середовища існування;
- екологічна ніша – сукупність умов, необхідних для існування популяцій. Екологічна ніша визначає положення виду в ланцюгах харчування (трофічні ланцюги).

Сукупність спільноти та середовища являє собою екологічну систему – відносно просторово обмежена, внутрішньо однорідна природна система функціонально взаємопов'язаних живих організмів і абіотичного середовища, що їх оточує і з яким вони обмінюються речовиною, енергією та інформацією. Уперше термін ввів у 1935 р. англійський ботанік А. Тенслі;

- середовище – одне з основних екологічних понять. Воно охоплює весь комплекс природних тіл та явищ, з якими організм перебуває в безпосередніх чи непрямих взаємозв'язках. Широко вживаними є поняття «природне середовище» та «навколишнє середовище»;

- природне середовище – уся сукупність природних та змінених діяльністю людини факторів живої і неживої природи, які можуть впливати на організм. Усі сили та явища природи, походження яких не пов'язане із життєдіяльністю сучасних організмів, становлять абіотичне середовище. Явища та сили природи, які своїм походженням зобов'язані життєдіяльності нині наявних організмів, відносять до біотичного середовища;

- під навколишнім середовищем розуміють сукупність зовнішніх умов живої та неживої природи, при яких існує організм і які прямо чи опосередковано впливають на стан, розвиток та розмноження як окремих організмів, так і популяцій.

Існує також більш конкретне поняття середовища як безпосереднього оточення організмів – середовище існування;

- середовище існування – це сукупність умов, у яких мешкають певні особини, популяції, угруповання організмів. Воно охоплює сукупність абіотичних та біотичних факторів окремого організму чи їх угруповань у цілому, тобто все те, серед чого вони живуть. Живі організми нашої планети населяють

чотири основні середовища існування: водне, наземно-повітряне, ґрунти, а також організми інших істот.

1.2 Розвиток та становлення екологічної науки

Початок екологічних знань просліджується з давнини. Ще в трактаті Гіппократа «Про повітря, воду та місцевість» (біля 390 р. до н. е.) містяться відомості про вплив умов навколишнього середовища на здоров'я людини. Деякі факти і трактування екологічної спрямованості зустрічаються в працях Аристотеля («Про виникнення тварин» біля 340 р. до н.е.), а також у творах Лукреція (I ст. до н.е.) та Плінія (I ст. до н.е.).

В історії екології можна відзначити три етапи.

Перший етап – зародження та становлення екології як науки (до 60-х рр. XIX ст.). На цьому етапі накопичувались дані про взаємовідносини живих організмів із середовищем їх існування, робились перші наукові узагальнення.

Елементи екологічного підходу були у дослідженнях таких учених, як Ж. Л. Бюффон (1707-1788), Ж. Б. Ламарк (1744-1829), Л. Гумбольдт (1769-1859), К. Лінней, Г. Йегер та звичайно ж Ч. Дарвін (1809-1882), праці якого мали чітку еволюційно-екологічну спрямованість. Усі ці вчені накопичили факти, що примусили розглядати взаємовідносини організмів із середовищем існування як особливу та надзвичайно важливу галузь знання.

У цей час Ж. Б. Ламарк і Т. Мальтус (1766-1834) уперше попереджають людство про можливі негативні наслідки впливу людини на природу.

Другий етап – оформлення екології у самостійну галузь знань (після 60-х рр. XIX ст.). На цьому етапі можна відзначити роботи вчених М. О. Северцова (1827-1885), В.В. Докучаєва (1846-1903), які вперше обґрунтували ряд принципів та понять екології, які не втратили свого значення до цього часу. У 1877 р. німецький гідробіолог К. Мьобіус увів поняття про біоценоз як закономірне сполучення організмів у певних умовах середовища.

Неоціненний внесок у розвиток основ екології зробив Ч. Дарвін у своїй праці «Походження видів» (1861), де відкрив основні фактори еволюції органічного світу. Те, що він назвав боротьбою за існування, з еволюційних позицій можна

трактувати як взаємовідносини із зовнішнім, абіотичним середовищем та між собою, тобто з біотичним середовищем.

Німецький біолог-дарвініст Е. Геккель (1834-1919) перший зрозумів, що це самостійна і дуже важлива галузь біології і назвав її екологією у своїй книзі «Загальна морфологія організмів» (1866).

Як самостійна наука екологія сформувалась на початку ХХ ст. У цей період американський учений Ч. Адамс створює перше зведення з екології (1913), де публікують важливі повідомлення С. Форбс, В. Шелфорд, Ф. Клементе, А. Тенслі, Ч. Елтон, Р. Гессе, К. Раункер та ін. Російський учений-біогеохімік В. І. Вернадський створює фундаментальне вчення про біосферу (1926).

У цей час досягла розквіту біоекологія. Вирішальне значення мав перехід від екології окремого організму – аутекології до вивчення популяцій та багатовидових природних спільнот рослин та тварин – демекології і біоценології.

У 30-40-х рр. ХХ ст. екологія піднялась на більш високий рівень унаслідок нового підходу до вивчення природних систем. Англійський учений А. Тенслі висунув поняття про екологічну систему, російський академік В. М. Сукачов – поняття про біогеоценоз.

Рівень вітчизняної екології у цей час був найбільш передовим у світі, особливо у галузі фундаментальних розробок. Необхідно відзначити таких учених, як В. В. Станчинський, Е. С. Бауер, Г. Г. Гаузе, О. М. Формозов та ін.

Із середини ХХ ст. все більшого значення набувають дослідження в галузі біосферології, які були розпочаті російським ученим В. І. Вернадським (1863-1945) ще у 20-х рр. Видатний учений-геохімік, основоположник учення про біосферу, він, на відміну від своїх сучасників-натуралістів початку ХХ ст., які вважали, що вічна доля організмів – пристосування до обставин, які створюються могутніми силами природи, довів, що жива речовина планети виступає як потужний геологічний фактор, найактивніша форма матерії у Всесвіті. Вона спроможна змінювати поверхню планети та формувати екосистеми, придатні для її розвитку.

За В. І. Вернадським, жива речовина має особливість захоплювати енергію Сонця та створювати хімічні сполуки, розклад яких супроводжується виділенням енергії, що виконує хімічну та фізичну роботу. Основні положення вчення про біосферу викладені в монографіях: «Біосфера» (1926), «Кілька слів про ноосферу» (1944). Ученню про біосферу В. І. Вернадського відводиться важлива роль у розвитку науки екології, на чому базуються всі напрямки досліджень у цій галузі.

С. І. Вавилов сформулював основні моменти (позиції) вчення про розвиток рослинного світу, вплив на нього зовнішніх факторів, можливість селекції для отримання видів, що мають покращені характеристики.

В. М. Сукачов увів термін «біогеоценоз» у 1942 р., визначив його як стійку, просторову органічну природну систему, що саморегулюється, в якій функціонально пов'язані живі організми.

Третій етап (50-ті рр. ХХ ст. по теперішній час) – перетворення екології у комплексну науку, яка містить науки про охорону природного та оточуючого людину середовища з їх прикладними галузями. Загальноекономічні підходи розповсюджуються на екологію людини та фактори антропогенних стосунків. Яскраво виступає залежність екологічного стану різних країн та регіонів планети від розвитку економіки та структури виробництва.

Сучасний період розвитку екології у світі пов'язаний з іменами таких учених, як Ю. Одум, Дж. Андерсен, Т. Міллер, А. Швейцер, І. П. Герасімов, А. М. Гиляров, В. Г. Горшков, М. Ф. Реймерс, В. В. Розанов та ін.

Екологія стає в центрі гострих загальнолюдських проблем.

Це підтвердили у 60-х та на початку 70-х рр. дослідження техногенного впливу на земельні ресурси розробки М. М. Моїсеєва щодо моделі «ядерної зими», праці М. І. Будико зі зміни клімату, впливу людини на клімат та з глобальної екології. Велику роль відіграли доповіді Римського клубу – колективу авторитетних спеціалістів із системної динаміки та глобального моделювання (Дж. Форстер, Д. Медоуз, М. Месарович, Е. Пестель), а також представницька конференція ООН з навколишнього середовища та розвитку в Стокгольмі в 1972 р.

Учені вказували на загрозові наслідки антропогенного впливу на біосферу планети та на тісний зв'язок екологічних, економічних та соціальних проблем.

У 1992 р. Конференція ООН з навколишнього середовища та розвитку в Ріо-де-Жанейро висунула екологічні проблеми людства на перше місце в «порядку денному» ХХІ ст.

Теоретичними основами екології є:

- вчення Ч. Дарвіна про походження життя на Землі, конкуренцію між видами, вплив навколишнього середовища на виживання живих організмів (рухома сила еволюції живого – природний відбір), праця «Походження видів шляхом природного відбору»;

- закон збереження енергії та речовини;

- учення В. Л. Вернадського про біосферу.

1.3 Класифікація екології та її завдання як науки

До складу загальної екології входять такі розділи:

- факторіальна екологія (аутекологія) – досліджує зв'язки окремого організму (виду, особини) з навколишнім середовищем;

- популяційна екологія (демекологія) – вивчає структуру та динаміку популяцій окремих видів. Популяційний підхід до аналізу природних явищ оснований на здатності будь-якого виду регулювати свою чисельність при впливі різноманітних факторів зовнішнього середовища;

- біоценологія (синекологія) – вивчає взаємовідносини популяцій, спільнот із середовищем.

Екологія класифікується за конкретними об'єктами:

- екологія тварин;

- екологія рослин;

- екологія мікроорганізмів.

Предметом екології є сукупність або структура зв'язків між організмами та навколишнім середовищем.

Головним об'єктом вивчення в екології є екологічні системи – єдині природні комплекси, які утворені живими організмами та середовищем їх існування. Крім того, у галузь її компетенції входить вивчення окремих видів організмів (організмівий рівень), їх популяцій (популяційно-видовий рівень) та біосфери у цілому (біосферний рівень).

Основною метою екології є формування принципів спільного існування живих організмів у всіх сферах життя.

Основні завдання екологічної науки можна сформулювати таким чином:

- розроблення загальної теорії стабільності екологічних систем;
- вивчення екологічних механізмів адаптації до середовища існування;
- дослідження регуляції чисельності популяцій;
- вивчення біологічного різноманіття та механізмів його підтримання;
- розроблення системи заходів щодо забезпечення мінімального застосування хімічних засобів боротьби зі шкідливими видами;
- створення наукової основи раціональної експлуатації біологічних ресурсів, перехід від промислу до господарства;
- відновлення порушень природних систем і рекультивація видалених з використання сільськогосподарських земель;
- збереження еталонних осередків біосфери;
- моделювання стану екосистем і глобальних біосферних процесів;
- дослідження продукційних процесів;
- прогнозування та оцінка можливих негативних наслідків у навколишньому природному середовищі під впливом діяльності людини.

1.4 Завдання інженерної екології

Інженерна екологія як розділ прикладної екології вивчає та розробляє інженерні норми і засоби, що відповідають екологічним потребам.

Основні завдання інженерної екології:

- оптимізація напрямків техніки і технології щодо мінімальної шкоди навколишньому середовищу і здоров'ю людини;
- прогнозування та оцінка можливих негативних наслідків діяльності підприємств для навколишнього середовища;

- своєчасне виявлення та корегування технологічних процесів, які завдають шкоди навколишньому середовищу і здоров'ю людини.

1.5 Глобальні проблеми сучасної екології

Глобальні проблеми сучасної екології, що мають інтернаціональний характер:

- винищення лісів;
- трансграничне перенесення викидів у атмосфері;
- руйнування озонового шару атмосфери;
- забруднення міжнародних вод нафтою;
- викидання забруднених вод у ріки;
- зникнення рідкісних тварин та рослин;
- теплове та радіаційне забруднення атмосфери.

Таким чином, екологія стає однією з найважливіших наук сучасності і майбутнього, від її розвитку буде залежати існування всього живого на планеті.

1.6 Значення екологічної освіти

В основу екологічної освіти покладена концепція біосфери, що є науковою базою планування стійкого розвитку, яка визначена Програмою ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) як глобальна проблема світового співтовариства.

Актуальність екологічної освіти в глобальному масштабі спонукає викладацький корпус в усьому світі оволодівати біосферним мисленням і примушує переглянути економічні, соціальні, політичні критерії та гасла. Це об'єднує навчальні та виховні заклади будь-якої країни до дії на паритетних партнерських засадах.

Мотиваційною основою природоохоронної діяльності як результату екологічного виховання є гуманістичні, патріотичні, естетичні, економічні, еколого-валеологічні та пізнавальні мотиви.

Таким чином, екологічне виховання виступає головним засобом духовного формування особистості.

Основні принципи екологічної освіти:

- розглядати навколишнє середовище в усій його повноті – природним і створеним людиною, технологічним і соціально-

екологічним, політичним, культурно-історичним, моральним, естетичним;

- бути тривалим процесом, тобто починатися в дошкільному віці і продовжуватися на всіх стадіях формальної і неформальної освіти;

- бути міждисциплінарною по своїй суті, включати спеціальний зміст у кожний навчальний предмет, створюючи можливість цілісної збалансованої перспективи;

- вивчати головні проблеми навколишнього середовища з урахуванням місцевих, національних, регіональних і міжнародних точок зору, щоб отримати знання про умови навколишнього середовища в інших географічних регіонах;

- зосередитися на поточних і можливих ситуаціях навколишнього середовища, одночасно беручи до уваги історичну перспективу;

- роз'яснювати значення та необхідність місцевого, національного і міжнародного співробітництва в запобіганні і вирішенні проблем довкілля;

- докладно висвітлювати різні аспекти навколишнього середовища в процесі соціально-економічного планування і розвитку;

- надати можливість населенню застосовувати свої знання і досвід у плануванні, прийнятті рішень і визначенні наслідків;

- надавати знання про аспекти вразливості навколишнього середовища, формувати навички вирішення проблем і роз'яснювати ціннісні пріоритети відповідно до вікових особливостей;

- надавати особливого значення умінню оцінювати гостроту проблем навколишнього середовища і в цьому зв'язку – необхідності розвитку критичного мислення і набуття навичок вирішення проблем, що з'являються;

- використовувати різноманітність навколишнього середовища, що вивчається, і широкий набір методичних прийомів для навчання, засвоєння знань про довкілля, приділяючи належну увагу практичній діяльності і вивченню досвіду з перших рук.

На основі провідних принципів екологічної освіти визначено її цілі. Це передусім дати можливість людині

зрозуміти складний характер навколишнього середовища, яке є результатом взаємодії біологічних, фізичних, соціальних, економічних і культурних факторів, сприяти усвідомленню важливості навколишнього середовища для економічного, соціального і культурного розвитку.

У культурному спадку українців є своєрідний пласт – народна екологічна культура, глибоко гуманістична за своєю сутністю. Тому при формуванні екологічної культури важливим є оволодіння гуманістичною народною екологічною культурою, національними традиціями дбайливого ставлення до природи рідного краю.

Для підвищення загального рівня екологічної культури важливим є збирання, аналіз і поширення екологічної інформації про вплив факторів навколишнього природного середовища та рекомендацій щодо виживання в зонах екологічного лиха.

Таким чином, становлення екологічно культурної особистості можна досягти шляхом екологізації і гуманізації освіти. Екологізація і гуманізація освіти – не тільки насичення освіти екологічними, гуманітарними і соціальними предметами, а й глибоке усвідомлення взаємозв'язку і взаємозалежності людини, суспільства і природи (коеволуції суспільства, людини, техносфери і природи).

Гуманізація освіти – це не просто відмова від авторитарності та оволодіння знаннями, а й апеляція до глибинних горизонтів свідомості особистості, настановлення її на вільне самовираження, на розкриття її творчого потенціалу.

Виховання екологічно культурної особистості в контексті нової екологічної парадигми ґрунтується на створенні умов для розвитку особистості вільної і відповідальної за своє існування у світі. Свобода і відповідальність – це ті два регулятиви, які мають бути покладені в основу еколого-освітньої педагогічної системи, здатної допомогти в становленні особистості, готової втілювати в життя ідеї сталого розвитку.

Таким чином, екологічні знання необхідні кожній людині для того, щоб не допустити порушення екологічних законів. Вони допоможуть перетворити і вдосконалити саму цивілізацію, знаходячи екологічно чисті варіанти взаємовідносин природи та суспільства, а також запобігти екологічній катастрофі.

1.7 Негативний вплив людини на біосферу. Принципи екорозвитку

Біосфера – сукупність частин земних оболонок, яка заселена живими організмами, перебуває під впливом та зайнята продуктами їх життєдіяльності.

Біосфера складається:

- з нижньої частини атмосфери (до озонового шару атмосфери на висоті 16-20 км.);
- усієї гідросфери (до найближчих западин – 10-11 км);
- верхньої частини літосфери (у тверду частину Землі життя проникає до 3 км – бактерії у нафтових родовищах).

В умовах науково-технічної революції значно ускладнилися взаємовідносини людського суспільства з природою. Людина отримала можливість впливати на хід природних процесів: видобуваючи корисні копалини з ґрунту, забруднює промисловими викидами повітря, впроваджує в його склад нові компоненти, забирає воду на зрошення, осушуючи болота, змінює водний баланс, спалює паливо, впливає на енергетичний баланс планети.

В історичному плані виділяють декілька етапів зміни біосфери людством, що закінчувались революціями:

- вплив людини на біосферу як біологічного виду;
- надінтенсивне мисливство без зміни екосистеми в період становлення людства;
- зміна екосистем через природні процеси;
- інтенсифікація впливу на природу шляхом розорювання і широкого вирубування лісів;
- глобальна зміна всіх екологічних компонентів біосфери в цілому.

Вплив людини на біосферу зводиться до трьох головних форм:

- зміна структури земної поверхні;
- зміна складу біосфери, кругообігу і балансу речовин, що її складають (видобування копалин, створення відвалів, викиди різних речовин в атмосферу, водні об'єкти та ін.);
- зміна енергетичного, зокрема теплового, балансу окремих районів земної кулі.

Біосфера являє собою замкнуту систему (у масштабі часу, прийнятого в екології). Таким чином, у глобальному масштабі можливі два шляхи вирішення проблеми зниження негативного впливу діяльності людини на біосферу:

- впровадження безвідходних технологій;
- екологічне самозабезпечення системи «матеріальне виробництво – навколишнє середовище».

ТЕМА 2. Екозахисна техніка та технології захисту навколишнього середовища

2.1 Недосконалість технічних засобів і технологічних процесів – основна причина забруднення природного середовища

Для екологів звичайно слід знати основи всіх виробничо-технологічних процесів для того, щоб орієнтуватись у можливих джерелах забруднення довкілля, на яких їх стадіях можлива компенсація негативного впливу на природу або ж і певна його ліквідація.

Важливе значення мають також параметри тиску, температури, концентрації, тобто показники, що характеризують технологічний процес, а також характеристики: швидкість, зворотність, текучість, оброблюваність тощо. Сучасні технології, зокрема альтернативні, будуються: на радіаційно-хімічних та ультразвукових (лазерних, променевих, плазмових) процесах.

Усі природозберігаючі технології можна поділити таким чином на п'ять видів:

1 Безвідходні (маловідходні) технології – технології, які дають мінімум об'єму твердих, рідких, газоподібних і теплових відходів та викидів (повна безвідходність нереальна, тому що тоді не працював би другий закон термодинаміки). Тому частіше говоримо про такі технології, які дають теоретичний мінімум відходів на виробництві, яких лише можливо досягти.

2 Реутилізаційні (рециркуляційні) технології – при цьому технологічний процес організований так, що відходи одного

виробництва стають сировиною для іншого (технології замкнутих циклів).

3 Ресурсозберігаючі технології – виробництво і реалізація кінцевої продукції з мінімальним використанням речовини та енергії на всіх етапах виробничого циклу і з найменшим впливом на людину та природні екосистеми.

4 Біотехнології – сукупність методів і прийомів отримання корисних для людини продуктів та явищ з допомогою біологічних агентів (біофільтри, біореактори і т. д.).

5 Екологічні технології (геотехнології) – технології, побудовані на основі процесів (за типами процесів), характерних для природи, інколи як їх пряме продовження (контурне землеробство або безвідвальна обробка ґрунту і т. д.).

Отже, недосконалість саме технічних засобів та технологічних процесів призводить до головних видів забруднення навколишнього середовища: механічне (пил, попіл, шлак, будівельне сміття тощо), хімічне, біологічне, фізичне, радіоактивне, теплове, електромагнітне ...

Коли промислове підприємство, технічний засіб чи умови праці не задовольняють нормативи безпеки та екологічності, необхідно проводити комплекс заходів, спрямованих на поліпшення цих показників.

Види забруднювачів

До головних видів забруднень навколишнього середовища належать: механічні домішки (пил, попіл, шлаки, будівельне сміття тощо).

Хімічні забруднення – тверді, газоподібні та рідкі речовини, хімічні елементи та сполуки штучного походження, які надходять у біосферу, порушуючи встановлені природою процеси кругообігу речовини та енергії.

Біологічні забруднення – це різні організми, що з'явилися завдяки життєдіяльності людства – бактеріологічна зброя, нові віруси.

Фізичне забруднення – це зміни теплових, електричних, радіаційних, світлових полів у природному середовищі, шуми, вібрації, гравітаційні сили, спричинені людиною.

За іншою класифікацією всі антропогенні забруднення поділяють на дві великі групи – матеріальні та енергетичні.

До першої групи належать такі:

1) атмосферні забруднення (газоподібні, пилоподібні, у вигляді туману і змішані);

2) стічні води (оборотні, умовно чисті і забруднені, зі значним перевищенням концентрації шкідливих речовин);

3) тверді відходи (токсичні та нетоксичні).

До другої групи віднесені теплові викиди, шуми, вібрації, ультразвук та інфразвук, електромагнітні поля, світлове, лазерне, інфрачервоне, ультрафіолетове випромінювання, електромагнітне випромінювання.

Під стійкими антропогенними забруднювачами розуміють такі, що довго не зникають, не знищуються самостійно природою (різні пластмаси, поліетилен, деякі метали тощо).

Нестійкі забруднювачі – ті, що негативно діють короткий час і розкладаються, розчиняються чи знищуються в екосистемах завдяки природним фізико-хімічним або біохімічним процесам.

Під навмисним забрудненням розуміють цілеспрямоване знищення лісів, використання родючих земель і пасовиськ під забудову, утворення внаслідок діяльності людини кар'єрів, неправильне використання поверхневих і підземних вод, мінеральних ресурсів, вилов риби та ін.

Супутні забруднення – це поступові зміни стану атмосфери, гідросфери, літосфери й біосфери окремих районів та планети в цілому від комплексного негативного впливу антропогенної діяльності (знеспущення, висихання боліт, озер морів, поява кислотних дощів, потепління клімату через «парниковий» ефект, зменшення озонового шару).

Принципова схема техногенного впливу на навколишнє середовище подана на рисунку 2.1.

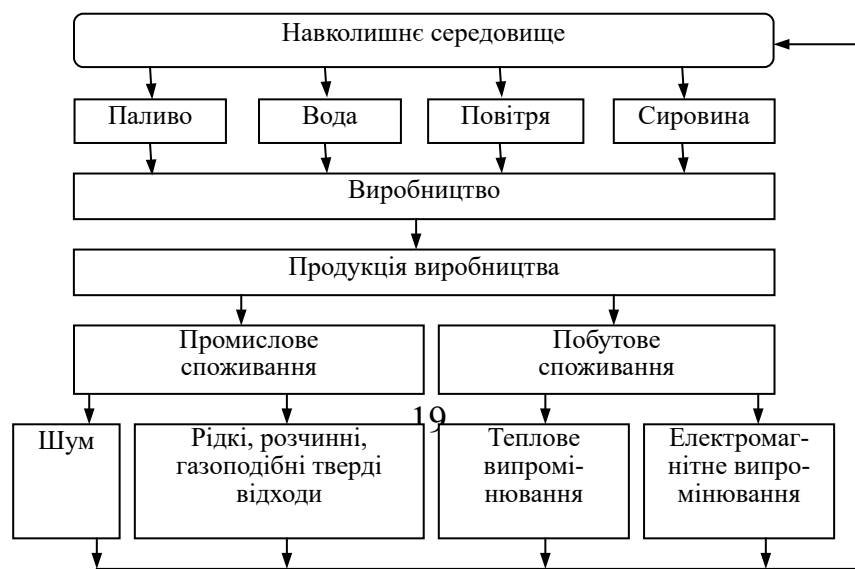


Рисунок 2.1 – Принципова схема техногенного впливу на навколишнє середовище

2.2 Методи захисту навколишнього природного середовища (НПС). Нові технологічні принципи

Під методами захисту НПС розуміють комплекс технологічних, технічних і організаційних заходів, спрямованих на зниження або повне виключення антропогенного забруднення біосфери.

Універсальних методів звичайно не існує, тому радикально вирішити проблему забруднення НПС на сьогоднішній технічній стадії розвитку людства неможливо (пригадайте рівень споживання ресурсів і кількість відходів, масштаби впливу на НПС). Отже, лише поєднання декількох раціонально підібраних і науково обґрунтованих заходів у кожному конкретному випадку може привести до бажаних ефектів, результатів із захисту (охорони) НПС.

Для цього використовують такі методи:

- 1) технологічні – це безпосередній вплив на технологічні процеси, які виступають джерелом забруднення, внаслідок чого з'являються нові технології (утилізаційні, зберігаючі, чисті і т. д.);
- 2) організаційно-технічні – зменшення концентрації та рівня забруднення на шляхах їх розповсюдження від виробництва до біосфери, тобто використання технічних засобів захисту та проведення організаційно-планувальних заходів.

Перша група методів вирішує проблему значно ефективніше, але є досить трудомісткою та значно дорожчою: відбувається реконструкція підприємств, закриття старих і будівництво нових з використанням альтернативних технологій, проводяться спеціальні науково-дослідні роботи, вирішується

цілий ряд завдань соціально-економічного плану, наприклад, перекваліфікація працівників, автоматизація, комп'ютеризація виробництва.

Друга група методів є дещо вигіднішою, але вони мають локальний характер дії і не знищують причину, яка викликає забруднення.

Загальна класифікація методів захисту НПС від антропогенних забруднень наведена на рисунку 2.2, з розгляду якої випливає, що при проведенні технологічних заходів для боротьби із забруднювачами НПС використовують прямі та побічні методи.

Прямі методи дають змогу знизити масу, об'єм, концентрацію і рівень забруднення безпосередньо в джерелі їх утворення в технологічному процесі. Приклад: зменшення вмісту сірки в паливі; створення електромобілів і т. д.

Побічні методи не забезпечують безпосереднього зниження рівня забруднення в його джерелі, але мінімізують його або виключають утворення забруднювачів при проведенні наступних технологічних процесів.

Приклад: використання прогресивних методів відливок; заміна газового зварення на електричне, а далі на лазерне і т. д.

Майбутнє за технологічними методами захисту НПС як найбільш прогресивними й екологічними. Саме втілення на всіх етапах виробництва безвідходної технології дасть змогу повністю зняти проблему антропогенного забруднення біосфери.

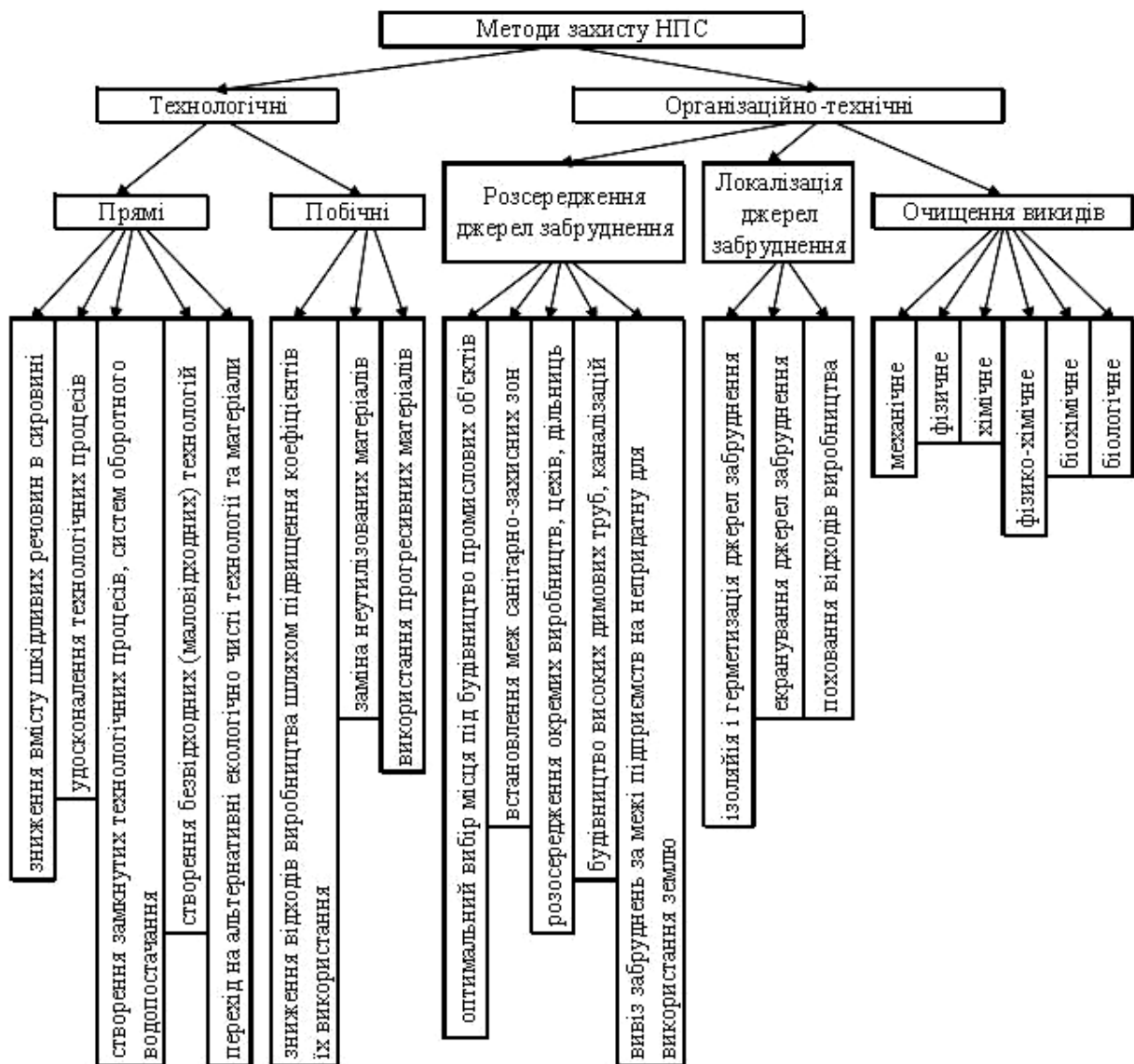


Рисунок 2.2 – Загальна класифікація методів захисту НПС від антропогенних забруднень

Організаційно-технічні методи, використання яких не пов'язане з безпосереднім впливом на джерело забруднення, застосовуються для захисту НПС шляхом:

- розосередження джерел забруднення; воно не захищає безпосередньо НПС від забруднень, але дає змогу знизити локальне навантаження шкідливих речовин на біосферу до допустимих концентрацій і рівнів, з нейтралізацією яких природа справляється ще сама;

- локалізація джерел забруднення за рахунок ізоляції, герметизації, екранування, а також захоронення відходів, що дає змогу обмежити розповсюдження забруднювачів у біосфері;

- очищення (повне чи до допустимих концентрацій) викидів, які надходять у біосферу, з допомогою спеціальних технічних установок і апаратів, що використовують фізичні, хімічні, фізико-хімічні і біохімічні способи очищення і знезараження забруднювачів.

На цьому рівні розвитку технології використання організаційно-технічних методів виступають основним способом боротьби з забруднювачами НПС.

Основні напрямки екологізації виробництва

1 Розроблення ефективних засобів очищення промислових, комунальних та тваринницьких стічних вод і промислових та транспортних викидів в атмосферу. Воно частково запобігає забрудненню довкілля, але повністю не ліквідує його, хоча ефективність окремих очисних технологій сягає 99-99,9 %, їм не може належати провідна роль, коли мова йде про гармонізацію взаємодії суспільства і природи (дуже висока ціна сучасних очисних технологій). Основні види очищення: механічні, хімічні, біологічні, електричні тощо.

2 Значно перспективнішими є заходи, спрямовані на зменшення або повну ліквідацію шкідливих відходів, що забруднюють довкілля. Головний напрям – це перехід до використання замкнених технологій, для яких характерна відсутність обміну речовин із зовнішнім середовищем. Щодо технологічної операції це можна розуміти як процес, у якому відсутні викиди твердих, рідких і газоподібних речовин – відходів. Важливе значення тут відводиться розробленню нових альтернативних технологій в енергетиці, нетрадиційних матеріалів, розробка технологій на основі природних (екологічних) процесів, саме тут важливе значення має використання останніх досягнень науки і техніки. Це найперспективніший шлях екологізації.

3 Важливим сучасним напрямком екологізації є утилізація, тобто повторне використання відходів.

Найбільш важливий захід – це регенерація первинних відходів, тобто залишення їх у циклі виробництва з метою додаткового перероблення і вилучення невикористаних елементів або сполук.

Є три шляхи або напрямки:

- повернення відходів у той самий виробничий процес, з якого його отримано;
- використання відходів в інших виробничих процесах;
- використання у вигляді сировини для інших виробництв.

Це вже дає змогу вирішити проблему мінімізації відходів, а в окремих випадках досягти їх повної ліквідації. Але й тут існує ряд проблем, у першу чергу фінансових, а також часто кількість відходів просто перевищує реальні можливості їх споживання. Тому найбільш перспективним напрямком екологізації виробництва слід вважати розроблення принципово нових екологічних (маловідходних) технологій і перехід виробництва до основ екологічно «чистого» виробництва (Т. Сербін «Основні критерії чистого виробництва» (Грінпіс, UNEP)).

2.3 Біотехнологія як еталон безвідходного виробництва

Біотехнологія – це сучасне, а в більшій мірі майбутнє науки, технології виробництва, а отже, і майбутнє людства. Вона являє собою галузь біотехнічних досліджень, розвиток яких пов'язаний з процесом технології біології. Названий процес зумовлений взаємодією біології з технічними науками і використанням у рамках формування системи «наука-техніка-виробництво». У результаті з'являються особливості біологічного пізнання, а також нові форми біологічних знань на практиці суспільного виробництва (створення біотехнічних систем, біотехнології, біоіндустрії).

У цілому під біотехнологією в цей час прийнято розуміти комплекс фундаментальних наукових знань і їх практичний додаток у різних галузях господарства, які спрямовані на отримання і використання в технологічних процесах клітин мікроорганізмів, рослин і тварин.

У цілому розрізняють три напрямки розвитку біотехнології.

Перший об'єднує порівняно нові наукові результати і полягає у використанні клітин рослин і тварин, які не тільки існують у природі, але й отримані штучно.

Другий напрямок пропонує отримання ферментів, білкових речовин, які містяться в клітинах і здатні значно (інколи в тисячі разів) прискорювати хімічні реакції.

Третій напрямок переважно полягає в розробленні технологічних процесів отримання біомаси мікроорганізмів, продуктів їх життєдіяльності.

Структурна організація біотехнології, яка включає зв'язки з багатьма науками (рисунок 2.3), дає змогу віднести її в рамки сучасних відомих наук. При цьому форми інтеграції науки і виробництва, які існують у рамках біотехнології, якісно відрізняються від форми інтеграції інших наук з виробництвом.

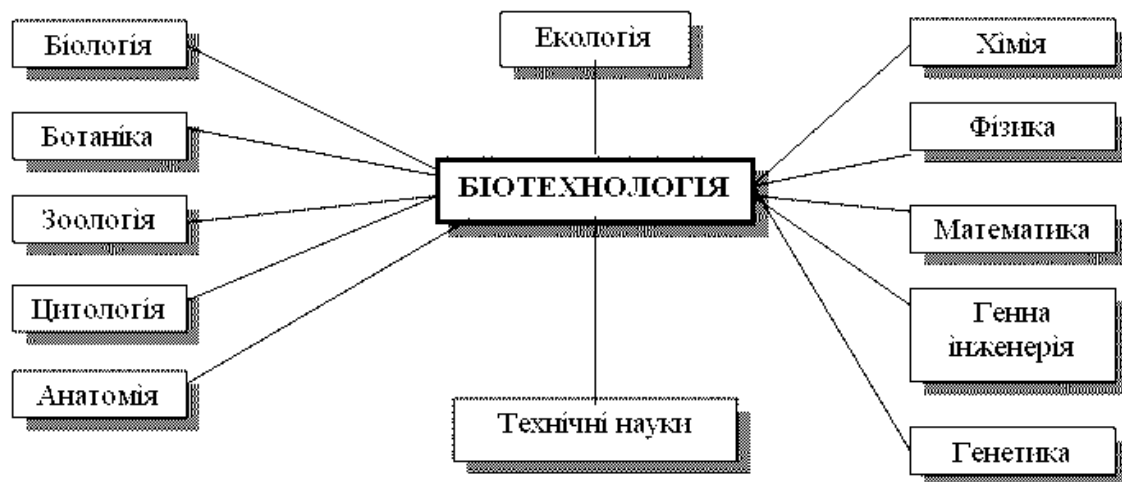


Рисунок 2.3 – Зв'язок біотехнології з іншими науками

Синтез і взаємодія наукових досліджень і дисциплін в основах сучасних біотехнологій виливаються в нові науково-виробничі процеси і засоби (генну, клітинну, білкову, ферментну інженерію, синтезатори генів, біореактори та ін.). Значення цих компонентів біотехніки в конкретно-історичних умовах, що характеризуються рівнем задоволення потреб, полягає в можливості змінити виробничі засоби і методи, а в остаточному підсумку і весь процес відтворення (прикладом у цьому випадку можуть бути організми з властивостями для збільшення обсягів і поліпшення якості продовольчих ресурсів, для охорони навколишнього середовища, виробництва ліків, що підлягають програмуванню) поряд з одержанням економії суспільної праці. Поєднання науки біотехнології і виробництва та поступовий перехід до використання інновацій дали можливість піднятися від форми простого використання живої природи до управління біологічними об'єктами і процесами з можливістю

цілеспрямованої оптимізації кількісних і якісних пропорцій між входами і корисними виходами обраних ділянок відтворення.

Сьогодні ми є свідками збагачення процесу біологізації за рахунок розвитку біотехнологій, переходу до виробничо-прикладних результатів, а також розгортання біологізації за всіма головними виробничими напрямками використання біотехнологій (сільське господарство, харчова промисловість та ін.).

2.4 Маловідходна (безвідходна) технологія у захисті навколишнього середовища

Найвища форма удосконалення технології виробництва – створення замкнутих технологічних процесів, систем оборотного водопостачання і безвідходної технології, що можливо тільки при узгодженні прямих та побічних методів.

Під безвідходною технологією розуміють замкнуті технологічні процеси, при яких відходи кожного попереднього процесу виступають вихідною сировиною для наступного. Прикладом цієї технології є кругообіг речовин та енергії в природі.

Принципово новий підхід до розвитку всього виробництва – створення маловідходної (безвідходної) технології.

Більш точним, ніж «безвідходна технологія», слід вважати термін «маловідходна технологія», так як у принципі «безвідходна технологія» неможлива, бо будь-яка технологічна діяльність людини не може не виробляти відходи, хоча б у вигляді енергії.

Досягнення повної безвідходності нереальне, оскільки суперечить другому початку термодинаміки, тому термін «безвідходна технологія» умовний.

У комплекс заходів щодо зниження до мінімуму кількості шкідливих відходів та зменшення їх впливу на навколишнє природне середовище входять:

- 1) розроблення різних типів безстічних технологічних систем і водооборотних циклів на основі очищення стічних вод;
- 2) розроблення систем переробки відходів виробництва у вторинні матеріальні ресурси;

3) створення і випуск нових видів продукції з урахуванням вимог повторного її використання;

4) створення принципово нових виробничих (технологічних) процесів, що дають змогу виключити або скоротити технологічні стадії, на яких відбувається утворення відходів.

Початковим етапом цих комплексних заходів є впровадження оборотних, аж до повністю замкнутих, систем водокористування.

Оборотне водопостачання – це технічна система, при якій передбачено багаторазове використання у виробництві відпрацьованих вод (після їх очищення та обробки) при дуже обмеженому їх скиданні (до 3 %) у водойми.

Замкнутий цикл водокористування – це система промислового водопостачання та водовідведення, у якій багаторазове використання води в одному і тому ж виробничому процесі здійснюється без скидання стічних та інших вод у природні водойми.

2.5 Захист атмосфери

Для захисту повітряного басейну від негативного антропогенного впливу у вигляді забруднення його шкідливими речовинами використовують такі заходи:

- 1) екологізацію технологічних процесів;
- 2) очистку газових викидів від шкідливих домішок;
- 3) розсіювання газових викидів в атмосфері;
- 4) улаштування санітарно-захисних зон;
- 5) архітектурно-планувальні рішення тощо.

Найбільш радикальний захід охорони повітряного басейну від забруднення – екологізація технологічних процесів – створення замкнутих технологічних циклів, маловідходних технологій, що виключають потрапляння в атмосферу шкідливих забруднюючих речовин. Усе ширше застосовують часткову рециркуляцію, тобто повторне використання відхідних газів.

На жаль, нинішній рівень розвитку екологізації технологічних процесів недостатній для повного запобігання викидам токсичних речовин в атмосферу. На підприємствах повсюдно використовують очищення газових викидів від

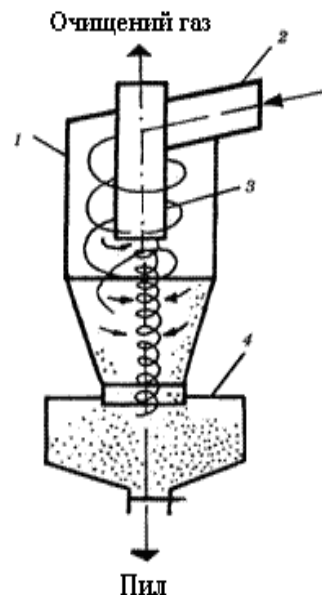
шкідливих домішок – розсіяних в атмосфері речовин, які не містяться в її постійному складі.

Існують різні апарати очищення газів, що відходять від аерозолів – завислих у газоподібному середовищі рідких або твердих частинок неорганічної та органічної природи (пилу, золи, сажі) та токсичних газо- і пароподібних домішок (NO , NO_3 , SO_2 , SO_3 та ін), Однак з погляду майбутнього такі апарати з вищезгаданих причин не мають перспектив.

Для очищення викидів від аерозолів у цей час застосовують різні типи пристроїв залежно від ступеня запиленості повітря, розмірів твердих частинок і необхідного рівня очищення.

Сухі пилоуловлювачі – циклони, пилоосаджувальні камери, які призначені для грубого механічного очищення викидів від великого і важкого пилу. Принцип роботи – осідання частинок під дією відцентрових сил і сил тяжіння.

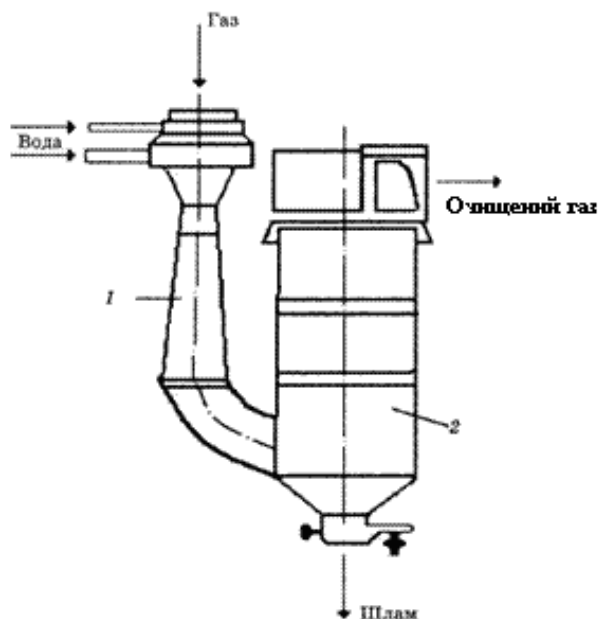
Пилогазовий потік уводиться в циклон через патрубок (рисунок 2.4), далі він здійснює обертально-поступальний рух уздовж корпусу; частинки пилу відкидаються до стінок циклона і потім падають униз до збірника пилу (бункер), звідки періодично видаляються. Для підвищення ефективності роботи застосовують групові (батареїні) циклони.



1 – корпус; 2 – вхідний патрубок; 3 – вихлопна труба; 4 – збір пилу

Рисунок 2.4 – Схема пристрою циклона

Мокрі пилоуловлювачі – скрубери, турбулентні, газопромиваючі та інші, які потребують подачі води і працюють за принципом осадження частинок пилу на поверхню крапель під дією сил інерції і броунівського руху. Найбільше практичне застосування отримали скрубери Вентурі (рисунок 2.5), які забезпечують 99 % очищення від часток розміром більш ніж 2 мкм і, як усі мокрі пиловловлювачі, незамінні при очищенні від пилу вибухонебезпечних і гарячих газів.



1 – труба Вентурі; 2 – скрубер-краплеуловлювач

Рисунок 2.5 – Схема пристрою скрубера Вентурі

Фільтри (тканинні, зернисті) здатні затримувати дрібнодисперсні частинки пилу до 0,05 мкм. Особливо ефективні рукавні фільтри з тканинами із синтетичних волокон підвищеної термостійкості (250-300 °С) типу «сульфон-Т», фільтрувальні металеві тканини (до 800 °С), а також фільтри з тканин типу ФПП і ФПА, що дають високий ступінь очищення.

Електрофільтри – найбільш досконалий спосіб очищення газів від завислих у них частинок пилу розміром до 0,01 мкм при високій ефективності очищення газів (99,0-99,5 %). Принцип роботи всіх типів електрофільтрів оснований на іонізації пилогазового потоку біля поверхні коронувальних електродів.

Отримуючи негативний заряд, порошинки рухаються до осаджувального електрода, що має позитивний заряд. При струшуванні електродів обложені частинки пилу під дією сили тяжіння падають униз до пилозбірника. Електроди потребують великої витрати електроенергії – це їх основний недолік.

Розсіювання газових домішок в атмосфері використовують для зниження небезпечних концентрацій домішок до рівня відповідного ГДК.

Як показує досвід, у приземному шарі атмосфери поблизу великих енергетичних установок (ТЕЦ, ГРЕС) та інших підприємств концентрація шкідливих речовин у відхідних газах може перевищувати ГДК, незважаючи на всі вживані заходи з очищення газів і екологізацію технологічних процесів.

Розсіювання запалу газових викидів здійснюють за допомогою високих димових труб. Чим вища труба, тим більший її розсіювальний ефект.

На ряді підприємств висота димових труб сягає більш ніж 300 м. Найвища труба в Красноярському краї на Березовській ГРЕС – 370 м, а найвища труба у світі зведена на Екібастузької ГРЕС у Казахстані – 420 м. Значну висоту (не менш ніж 100 м) мають вентиляційні (вибросні) труби на АЕС для розсіювання радіоактивних викидів.

Розсіювання газових домішок в атмосфері – це далеко не найкраще вирішення проблеми, пов'язаної із забрудненням повітряного басейну. Застосування високих димових труб, хоча й допомогло зменшити локальне димове забруднення, ускладнило водночас регіональні проблеми випадання кислотних дощів. Чим вище від поверхні землі відбувається викид забруднюючих газів, тим далі від свого джерела вони поширюються. Домішки докучають лондонцям у вигляді смогу, гублять листя в лісах Скандинавії.

Розсіювання шкідливих речовин в атмосфері – це тимчасовий, вимушений захід, який здійснюється внаслідок того, що наявні очисні пристрої не забезпечують повного очищення викидів від шкідливих речовин.

Захист атмосферного повітря від шкідливих викидів підприємств значною мірою пов'язаний з улаштуванням

санітарно-захисних зон та архітектурно-планувальними рішеннями.

Санітарно-захисна зона – це смуга, що відокремлює джерела промислового забруднення від житлових або громадських будівель для захисту населення від впливу шкідливих факторів виробництва (викиди пилу та інші види забруднення середовища).

Ширину санітарно-захисних зон установлюють залежно від класу виробництва, ступеня шкідливості та кількості виділених в атмосферу речовин і приймають рівною від 50 до 1000 м.

Наприклад, для цементних заводів продуктивністю більш ніж 150 тис. т цементу на рік (I клас виробництва) ширина санітарно-захисної зони – 1000 м, а для підприємств з виготовлення комишиту (V клас виробництва) – 50 м.

Санітарно-захисна зона повинна бути упорядкована й озеленена газостійкими породами дерев і чагарників, наприклад, акацією білою, тополею канадською, ялиною, шовковицею, кленом гостролистим, в'язом листопадним тощо.

Про ефективність озеленення свідчать такі дані:

- хвоя одного гектара ялинового лісу уловлює 32 т пилу;
- листя букового лісу – 68 т;
- на відстані 500 м від підприємства за відсутності озеленення забруднення повітря NO_2 , SO_2 , у два рази нижче, ніж біля джерела забруднення, а при наявності озеленення – нижче в три-чотири рази.

Архітектурно-планувальні заходи – це правильне взаємне розташування джерел викиду та населених місць з урахуванням «рози вітрів», вибір під забудову промислового підприємства рівного піднесеного місця, що добре продувається вітрами, спорудження автомобільних доріг в обхід населених пунктів тощо.

«Роза вітрів» – векторна діаграма, що характеризує режим вітру в цій місцевості за багаторічними спостереженнями. Промені, що розходяться від центра діаграми у різних напрямках, пропорційні повторюваності вітрів.

ТЕМА 3. Екологічні технології та їх інноваційний розвиток

3.1 Сутність та види екологічних технологій

У всьому світі останнім часом усе більше уваги приділяється розробленню екологічно чистих і енергозберігаючих технологій, спрямованих на зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище й економію енергії.

Екологічні технології – природоохоронні, реабілітаційні та виробничі (екологічно чисті) технології, застосування яких у комплексі дає змогу знизити техногенне навантаження на навколишнє природне середовище до рівня вимог екологічної безпеки.

Екологічно чиста технологія – це технологія, яка не впливає негативно на навколишнє середовище, що забезпечує збереження природних екосистем і не впливає негативно на людину. Наприклад селекція сільськогосподарських тварин – екологічно чиста технологія.

3.2 Складові екологічних технологій

Серед екологічних технологій розрізняють: безвідходні, маловідходні, раціональні, ресурсозберігаючі, реутилізаційні, енергозберігаючі.

Безвідходні технології – замкнуті технології, які не виробляють відходів, що виходять за їх рамки. Іншими словами, безвідходні – виробничі технологічні процеси, у яких досягається мінімальний обсяг відходів та викидів (скидів) у довкілля. Наприклад, використання безвідходних технологій у деревопереробці, де в ряді виробництв відходи доходять до 90 % і більше, дає змогу раціонально витратити деревину.

Маловідходні технології – технології, що дають змогу зменшити до технічно можливого в даний час мінімуму отримання твердих відходів, рідких скидів, газоподібних та теплових викидів при отриманні будь-якої продукції.

Створити повністю безвідходне виробництво неможливо, тому в цьому випадку слід говорити про маловідходні

ресурсозберігаючі технології, створення яких передбачає якісну зміну виробництва.

Раціональні технології – технології, спрямовані на створення суспільно значущих продуктів з комплексом оптимізованих параметрів при заданих обмеженнях.

Ресурсозберігаючі технології – технології, при яких споживання всіх типів ресурсів зведено до раціонального (мінімального) рівня.

Ресурси – цінності, запаси, можливості, джерела доходу в державному бюджеті. У загальному вигляді ресурси поділяються на природні та економічні (матеріальні, трудові, фінансові).

Можна виділити ресурси таких видів:

- природні (сировинні та енергетичні);
- споживчі;
- виробничі;
- відтворювані (наприклад, продукція, роботи, кадри певної кваліфікації, які навчаються протягом аналізованого періоду тощо);
- невідтворювані (наприклад розробляються запаси корисних копалин);
- трудові (можуть бути розділені на кваліфікаційно-професійні групи, серед яких необхідно виділити інтелектуальні ресурси);
- інформаційні (потенціал науки, потужності культури і просвіти), фінансові (ресурси капітальних вкладень, кредитні тощо);
- первинні (трудові ресурси, природні багатства);
- вторинні та ін.

Таким чином, ресурсозберігаючі технології – це узагальнена назва технологій, у яких технологічний процес забезпечується при мінімальних витратах паливно-енергетичних ресурсів, витратах на матеріали (основні і допоміжні), витратах на заробітну плату робітникам основного виробництва при заданій якості і необхідній продуктивності праці.

Грамотно побудована система ресурсозбереження дає можливість істотно знизити витрати на всіх етапах виробництва. Одну з найважливіших ролей у загальній системі ресурсозбереження відіграють енергозберігаючі технології.

Можна виділити три основних напрямки енергозбереження на виробництві:

- економія електричної енергії;
- економія теплової енергії;
- економія води.

Реутилізаційні технології – складова технологічних процесів, коли відходи одного виробництва стають сировиною для іншого.

Перспективним технологічним напрямком у раціональному природокористуванні розглядається розроблення і використання нових технологій, що дають змогу поступово переходити від очищення викидів і стоків забруднювачів до використання їх (як відходів виробництва) у вигляді вторинної сировини для виробництва корисних матеріалів. Цикли реутилізації вторинної сировини включають виробництво різних виробів, спалювання органічних відходів з отриманням корисної енергії, перероблення сміття в компост, отримання біогазу, забезпечення біотехнологій та ін.

У переробленні відходів і вторинному використанні сировини є значні резерви. Вторинне використання сировини це не тільки інструмент економії ресурсів, але й засіб зменшення забруднення середовища. Так, виплавка сталі з руд потребує в 2-3 рази більше енергії, ніж при її отриманні з металобрухту. Але ще більшою мірою скорочується забруднення середовища, так як переробка металобрухту практично не дає відходів.

Енергозберігаючі технології – нові або удосконалені технологічні процеси, що характеризуються більш високими коефіцієнтами корисного використання паливно-енергетичних ресурсів. Великі можливості економії енергії та ресурсів містяться в переході на нові, так звані наукоємні технології.

Матеріали, які прагнуть переходити, вважаються екологічно чистими за кількома ознаками: вони завдають менше шкоди навколишньому середовищу при виробництві чи не заподіюють зовсім; можливий термін їх повного розкладання після утилізації вимірюється роками, а не століттями; сам процес їх експлуатації не пов'язаний з таким обсягом шкідливого впливу на природу, як раніше.

Приклад використання таких матеріалів – виробництво екологічно чистого бетону, який за якістю не поступається традиційному.

3.3 Наукоємні технології

Нові технології

Основні сфери впровадження нових технологій – це енергетика і транспорт.

У першому випадку мова йде про екологічно чисті джерела енергії для забезпечення потреб людини й інших потреб, у другому – про перехід до масового використання двигунів внутрішнього згоряння спочатку на гібридні силові установки, а потім і на повністю оновлені.

Можливі напрямки інноваційних розробок – електромотор, газовий двигун, сонячні батареї для опалення будинків і для транспорту.

Будівництво екологічно чистих будинків

Екологічно чисті будинки характеризуються мінімальним шкідливим впливом на навколишнє середовище і мінімальними витратами енергії в ході експлуатації. Побудувати будинок нового покоління можна незалежно від його призначення: це може бути приватний, багатоквартирний, комерційний чи промисловий об'єкт.

3.4 Інновації в екологічних технологіях

На цей час у світі виділяють 10 революційних екологічно чистих технологій, тобто інноваційних знахідок, які можуть значно розширити можливості існуючих технологій.

1 Біопаливо з водоростей

Якщо не завадить світова економічна криза, до 2030 р. 12 % авіаційного палива буде вироблятися з водоростей. Мексика розраховує досягти 1 % протягом чотирьох років. Перший автомобіль на біопаливі з водоростей був побудований у 2009 р. Це біопаливо – рідина, що нагадує олію, виділяє лише п'яту частину від кількості вуглекислого газу, одержуваного від спалювання викопного палива і може вироблятися в прибережних

областях. Головною проблемою залишаються гроші – вартість виробництва слід знизити на 90 %.

2 Цинково-повітряний акумулятор

Оскільки світові запаси цинку в 100 разів більші від запасів літію, перехід на цинково-повітряні батареї зможе зробити ноутбуки більш автономними, здешевити електромобілі та збільшити надійність слухових апаратів. Цинк придатний для переробки, відносно дешевий і має велику питому енергію. Зараз такі батареї використовуються як одноразові джерела живлення в слухових апаратах, але в найближчі роки очікується запуск виробництва акумуляторних батарей, що підзаряджаються.

3 Органічні сонячні елементи

Компанія Carbon Trust вважає, що дешеві органічні сонячні елементи можуть бути досить ефективними, щоб мати комерційний успіх. Carbon Trust підтримує проект зі створення штампованих батарей сонячних елементів, які можуть використовуватися в Африці та Індії. Але поки цифри невтішні: ККД становить усього 9 %. Якщо показники вдасться підвищити, більшість з нас перейде на сонячну енергію.

4 Морська енергетика

Великобританія, США, Канада та Норвегія є світовими лідерами у розвитку хвильових і припливних електростанцій. Вартість таких установок поки що удвічі перевищує їх ефективність. Крім того, у Великобританії місця, які підходять для їх розміщення, розташовані в глибоких або складних для навігації водах. На цей час ведуться розробки зі створення більш дешевих і досконаліх приливних електростанцій. За оцінками Carbon Trust, до 2020 р. морська енергетика зможе забезпечити близько 20 % потреб Великобританії в електроенергії.

5 «Розумне» освітлення

Витіснення ламп розжарювання флуоресцентними лампами, які на 80 % ефективніші, – тільки початок. Розумне освітлення – це галузь інновацій, у якій працюють сотні дрібних підприємств, що створюють нові способи забезпечення бідних країн освітленням і розробляють чутливі до зовнішнього освітлення системи з датчиками присутності для фабрик і заводів. На черзі лампи, що надають доступ до інтернету та виявляють небезпечні хімікати.

6 Піролізне масло

Ведуться посилені пошуки біопалива завтрашнього дня, які тут же породжують спори про дорожнечу використання землі та інші суперечливі особливості виробництва біоетанолів. Ведуться дослідження для виробництва піролізного масла, яке зазвичай отримують шляхом спалювання відходів при температурі 500 °С. Проект стартував у Великобританії у 2014 р. і в найближчі 10-15 років повинен почати приносити прибуток.

7 Автоматизація будівель

Німецька компанія EnOcean, яка у 2011 р. потрапила у список зі 100 компаній, що розробляють «чисті» технології Cleantech 100, розробляє систему, що реагує на зміни температури. Сигнали, що надсилаються системою, управляють автоматичним обладнанням будівлі, яке контролює освітлення та опалення. Також ця технологія, що розробляється у співпраці з компаніями з усього світу, повинна в перспективі отримати розширені можливості управління бездротовими системами в будівлях.

8 Надійна технологія морських вітрогенераторів

Що робити, якщо установка, порівнянна за розмірами з вежею Мері-Ексі вийде з ладу в 150 милях від берега в суворих водах Доггер-банки? Саме це – головна проблема, через яку Великобританія використовує морську вітроенергетику лише менш ніж на 5%. Консорціум компаній, що займаються енергетикою, шукає способи вдосконалити конструкцію та способи монтажу та обслуговування.

9 Економічні способи опріснення води

Перетворення морської води в питну або технічну – процес, уже освоєний великими підприємствами в ОАЕ, США і ще кількох країнах. Але потреба в прісній воді збільшується, в тому числі і через зростаючі потреби Китаю. Оскільки застосовувані сьогодні процеси потребують великих витрат коштів і енергії, існує велика зацікавленість в удосконаленні фільтрації, техніки зворотного осмосу, йде запозичення технологій пом'якшення води.

10 Технологія захоплення та зберігання вуглецю

Технологія захоплення та зберігання вуглецю (CCS) здатна знизити виділення вуглекислого газу на газових і вугільних

електростанціях, на виробництві цементу та інших виробництвах на 90 %. Через проблеми з фінансуванням проекту технологія поки що існує лише на папері. Понад 200 британських учених з 36 університетів беруть участь у дослідженнях. Міжнародне агентство енергетики підрахувало, що для запобігання підвищенню температури на планеті на 2 градуси до 2050 р. буде потрібно застосувати близько 3000 систем CCS на підприємствах у всьому світі.

ТЕМА 4. Вплив залізничного транспорту на екологію

4.1 Основні властивості природних комплексів

Вплив залізничного транспорту на екологічну обстановку досить відчутний. Він проявляється насамперед забрудненням повітряного та водного середовищ, земель при будівництві та експлуатації залізниць.

Успішне функціонування і розвиток залізничного транспорту залежить від стану природних комплексів і наявності природних ресурсів, розвитку інфраструктури штучного середовища, соціально-економічного середовища суспільства.

Стан навколишнього середовища при взаємодії з об'єктами залізничного транспорту залежить від інфраструктури будівництва залізниць, виробництва рухомого складу, виробничого обладнання та інших пристроїв, інтенсивності використання рухомого складу й інших об'єктів на залізницях, результатів наукових досліджень і їх упровадження на підприємствах і об'єктах галузі. Кожен елемент системи має прямі і зворотні зв'язки один з одним.

При розвитку і функціонуванні об'єктів залізничного транспорту слід ураховувати властивості природних комплексів – багатозв'язковість, стійкість, адитивність, інваріантність, багатофакторну кореляцію.

Багатозв'язковість виражається в різнохарактерному впливі транспорту на природу, яке може викликати в ній важко враховувані зміни.

Стійкість – здатність екосистем зберігати вихідні параметри при природному, техногенному й антропогенному впливах.

Адитивність – це можливість багатопараметричного накладання різних джерел техногенного та антропогенного впливу на природу, що може спричинити непередбачувані зміни в ній.

Інваріантність є властивістю екосистем зберігати стабільність у межах регламентованих техногенних і антропогенних впливів.

Багатофакторна кореляція характеризує екосистеми з позицій їх обумовленості до випадкових і невідповідних подій з аналітичними зв'язками між ними.

Головним завданням проектувальників є пошук шляхів узгодження технічних рішень з природними факторами. Необхідно, щоб будівництво залізниці не погіршувало якість середовища проживання, впливаючи на нього.

Ступінь впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище оцінюють за рівнем витрачання природних ресурсів і рівнем забруднюючих речовин, що надходять у природне середовище тих регіонів, де розташовані підприємства залізничного транспорту.

4.2 Основні джерела викидів шкідливих речовин залізничним транспортом

На залізничному транспорті джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферу є об'єкти виробничих підприємств і рухомого складу і за характером функціонування діляться на стаціонарні та пересувні.

Стаціонарними джерелами є:

- локомотивні і вагонні депо;
- заводи з ремонту та виготовлення рухомого складу;
- пункти підготовки рухомого складу;
- котельні;
- пропарювально-просочувальні заводи.

Зі стаціонарних джерел найбільшої шкоди навколишньому середовищу завдають котельні, які залежно від застосовуваного палива при його згорянні виділяють різні кількості шкідливих речовин:

1) при спалюванні твердого палива в атмосферу виділяються оксиди сірки, вуглецю, азоту, летюча зола, сажа;

2) мазут при згорянні в котельних агрегатах виділяє з димовими газами оксиди сірки, діоксид азоту, тверді продукти неповного згоряння ванадію;

3) приготування в депо сухого піску для локомотивів, його транспортування, завантаження в тепловози супроводжується виділенням у повітряне середовище пилу газоподібних речовин;

4) нанесення лакофарбових покриттів супроводжується виділенням в атмосферу парів розчинників, аерозолу фарби. При використанні розчинників, шпаклівок, ґрунтовок, лаків, емалей пари, що надходять у повітря, містять ацетон, бензол, ксилол, бутиловий спирт, формальдегід у концентрації від 10 до 150 мг/м³;

5) при обмиванні рухомого складу в повітря виділяється пил до 1,5-20 мг/м³, карбонат натрію до 1,0-5,0 мг/м³;

6) колійна техніка, тепловози при спалюванні палива з вихлопними газами виділяють оксиди сірки, вуглецю, азоту, альдегіди.

У свою чергу стаціонарні джерела за складністю і кількістю технологічних процесів нерівнозначні і можуть створювати забруднення не одного, а декількох видів.

До пересувних джерел належать:

- магістральні і маневрові тепловози;
- шляхові та ремонтні машини;
- автотранспорт;
- промисловий транспорт;
- рефрижераторний склад;
- пасажирські вагони тощо.

У цілому фактори впливу об'єктів залізничного транспорту на навколишнє середовище можна класифікувати за такими ознаками:

1) механічна дія (тверді відходи, вплив дорожньої техніки на ґрунт);

2) фізична (теплове випромінювання, електромагнітні поля, ультра- й інфразвук, вібрація, радіація);

3) хімічна (кислоти, луки, солі металів, вуглеводні, фарби і розчинники, пестициди);

4) біологічна (макро- і мікроорганізми, бактерії, віруси);

5) естетична (порушення ландшафтів, осушення, заболочування).

Ці фактори можуть діяти на природу:

- 1) тривалий час;
- 2) порівняно недовго;
- 3) короткочасно;
- 4) миттєво.

Еволюція розвитку людства і створення індустріальних методів господарювання призвели до утворення глобальної техносфери, одним з елементів якої є залізничний транспорт.

Природне середовище при функціонуванні елементів техносфери є джерелом сировинних і енергетичних ресурсів та простору для розміщення її інфраструктури. Успішне функціонування і розвиток залізничного транспорту залежить від стану природних комплексів, наявності природних ресурсів, розвитку інфраструктури штучного середовища і соціально-економічного середовища суспільства.

У свою чергу стан навколишнього середовища при взаємодії з об'єктами залізничного транспорту залежить від інфраструктури будівництва залізниць, виробництва, ремонту й експлуатації рухомого складу, виробничого обладнання, інтенсивності використання рухомого складу й інших об'єктів на залізницях, результатів наукових досліджень та їх упровадження на підприємствах і об'єктах галузі. Досить сказати, що залізничний транспорт споживає до 7 % палива, що добувається, 6 % електроенергії і 4,5 % лісу.

Тому рівень впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище досить великий.

Характер впливу транспорту на природу визначається складом технічних факторів, інтенсивністю їх впливу, екологічною вагомістю цих впливів на елементи навколишнього середовища.

Забруднення від об'єктів залізничного транспорту накладаються на забруднення від господарсько-виробничої діяльності підприємств і комунальних служб міст.

Техногенний вплив на навколишнє середовище може носити локальний (від одиничного фактора) або комплексний (від групи різних факторів) характер. Ці дії, як правило, характеризуються

різними коефіцієнтами екологічної небезпеки залежно від виду впливу і їх характеру, а також об'єкта впливу.

Для оцінювання рівня впливу об'єктів залізничного транспорту на екологічний стан навколишнього середовища використовуються такі інтегральні характеристики:

- абсолютні втрати навколишнього середовища, виражені в конкретних одиницях виміру стану біоценозів (флори, фауни, ґрунту, морів);
- компенсаційні можливості екосистем, що характеризують їх відновленість у природному або штучному режимах, створених примусово;
- небезпека порушення природного балансу, виникнення втрат і локальних екологічних зрушень, які можуть викликати екологічний ризик і кризові ситуації в навколишньому середовищі;
- рівень екологічних втрат, викликаних впливом об'єктів залізничного транспорту на навколишнє середовище.

Ці характеристики й дають змогу визначити екологічну безпеку в районах розташування транспортних об'єктів.

Вплив об'єктів залізничного транспорту на навколишнє середовище, як уже зазначалося, зумовлений будівництвом залізниць і транспортної інфраструктури, виробничо-господарських транспортних підприємств, експлуатацією залізниць і рухомого складу, спалюванням великої кількості палива, застосуванням пестицидів на смугах відчуження та ін.

Будівництво та експлуатація залізниць пов'язані з забрудненням природних комплексів, викидами в атмосферу, стоками у водойми і відходами.

Залізниці прокладаються на сформованих шляхах міграції тварин, порушують їх розвиток і навіть призводять до загибелі цілих спільнот і видів.

Джерела забруднення атмосфери, води, ґрунту на залізничному транспорті та їх характеристика наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Надходження токсичних речовин від деяких виробничих процесів на залізничному транспорті

Шкідливі речовини, що виділяються	Зона і ділянка робіт	Виробничий процес
Пил, луѓи, СПАР, нафтопродукти, кислоти, феноли	Дільниця миття рухомого складу	Миття зовнішніх поверхонь
Оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні, сажа, пил, масляний туман	Технічне обслуговування і діагностика	Заміна комплектуючих, мастило
Бензин, гас, дизельне паливо, ацетон, бензол	Відділення паливної апаратури	Регулювання та ремонт паливної апаратури
Оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні, сажа, сірчистий ангідрид	Стоянка і місце відстою рухомого складу	Переміщення рухомого складу
Пари і рідкі розливи палива і мастила	Склад паливно-мастильних матеріалів (ПММ)	Отримання, зберігання, видача ПММ
Соляна і сірчана кислоти, нікель, мідь, гідроксид натрію, хромовий ангідрид	Гальванічне відділення	Нанесення металопокриттів
Сажа, пил, оксид вуглецю, сірчистий ангідрид, вуглеводні	Котельня	Теплопостачання

4.3 Джерела забруднення водних об'єктів

Вода використовується у багатьох технологічних процесах залізничного господарства. З метою економії цього цінного природного ресурсу розроблені норми споживання і відведення води. Після використання на підприємствах вода забруднюється різними домішками і переходить у розряд виробничих стічних вод. Багато речовин, що забруднюють стоки підприємств, токсичні для навколишнього середовища. Якісний і кількісний склад стоків, а також їх витрата залежать від характеру технологічних процесів підприємства.

Виробничі стічні води локомотивного депо утворюються в процесі зовнішнього обмивання рухомого складу, при промиванні вузлів деталей, акумуляторів, митті оглядових каналів, пранні спецодягу. Стічні води переважно містять завислі частинки, нафтопродукти, бактеріальні забруднення, кислоти, луги, поверхнево-активні речовини (ПАР).

4.4 Джерела забруднення територій підприємств

Найбільш поширеними забруднювачами територій підприємств залізничної галузі є нафта, нафтопродукти, мазут, паливо, мастильні матеріали. Причиною забруднення залізничних колій нафтопродуктами є витік їх з цистерн, несправних котлів, при заправці колісних букс. Кількість забруднень коливається від 5 до 20 г на 1 кг ґрунту. Підприємства залізничного транспорту займають території від 2 до 50 га (локомотивні і вагонні депо – 4-5 га, території промивних станцій, залізничні станції, пункти підготовки пасажирських вагонів, шлакопросочувальні заводи – 12 га). Забруднення територій негативно позначається на стані навколишнього природного середовища.

4.5 Вплив викидів залізничного транспорту на атмосферу, воду, ґрунт

Перехід залізничного транспорту з парової тяги на електричну і тепловозну, якими в цей час виконується практично вся поїзна робота, сприяв поліпшенню екологічної обстановки: виключено вплив вугільного пилу і шкідливих викидів паровозів в атмосферу. Подальша електрифікація залізниць, тобто заміна тепловозів електровозами, дає змогу виключити забруднення повітря відпрацьованими газами дизельних двигунів. Основний шлях зниження викидів токсичних речовин тепловозами полягає в зменшенні їх утворення в циліндрах двигунів. Важливе значення мають знешкодження відпрацьованих газів, правильна експлуатація тепловозів. Принцип дії очисних пристроїв оснований на рециркуляції газів, що застосовується для зменшення концентрації оксидів азоту.

Для очищення газоповітряних сумішей, що утворюються при різних технологічних процесах на стаціонарних об'єктах залізничного транспорту, від газоподібних, пароподібних і пилоподібних токсичних речовин застосовують:

- абсорбенти;
- адсорбенти;
- каталізатори;
- нейтралізатори;
- індукційні перетворювачі газу;
- скрубери;
- терموкаталізатори;
- різноманітні фільтри;
- пиловловлювачі;
- циклони;
- пінні сепаратори;
- температурно-інерційні осаджувачі;
- золовловлювачі;
- установки каталітичного окислення парів розчинників;
- вихрові трибоелектричні фільтри та інші газоочисні засоби і пристрої.

Для захисту навколишнього природного середовища необхідно також боротися з іскрами, джерелами яких є газовідвідні пристрої тепловозів, а також чавунні гальмівні колодки локомотивів і вагонів. Іскри можуть бути причиною пожеж на територіях, прилеглих до залізниць.

Обмежити іскровиділення з газовідвідних пристроїв, що свідчить про неповне згоряння палива, можна вживанням заходів, спрямованих на поліпшення теплотехнічного стану тепловозів, а також установленням іскрогасників.

Застосування гальмівних колодок із синтетичних і композиційних матеріалів усуває іскріння і, крім того, знижує витрату чавуну.

Розроблено нову конструкцію тепловоза, у якому як паливо використовується газ.

Експериментальний зразок газового локомотива створений на базі маневрового тепловоза. Перехід на стиснений газ дасть змогу економити дефіцитне дизельне паливо. Ще одна перевага газового тепловоза – його екологічна чистота.

Тому на газ насамперед будуть переводитися маневрові тепловози на станціях, розташованих у межах міста, адже атмосфера належить до тих природних басейнів, які неможливо обмежити національними або державними кордонами – повітряна маса постійно рухається і перебуває в користуванні всього людства. Тому забруднення атмосфери однією країною нерідко завдає шкоди іншій країні.

У поліпшенні стану навколишнього середовища поблизу залізниці значну роль відіграють зелені насадження.

Найнадійнішим і ефективним засобом захисту ґрунту, рослинності і тваринного світу від забруднень і шуму, спричинених об'єктами залізничного транспорту, є захисні лісонасадження. Уздовж залізниць і в санітарно-захисних зонах інших об'єктів залізничного транспорту садять дерева і чагарник для захисту від снігових і піщаних заметів, селів, лавин, обвалів, зсувів. Зелені насадження розташовують не ближче ніж 15 м від полотна залізниці. Вони захищають прилеглі населені пункти і середовище проживання тварин від шуму і теплових випромінювань, поглинають основну частку шкідливих речовин від викидів двигунів внутрішнього згоряння тепловозів сипучих вантажів, що розсіюються. Захисні зелені смуги відносять до лісів першої категорії.

Обслуговує і доглядає за ними спеціальна служба, що входить в організаційну структуру залізниці. При будівництві багатьох об'єктів залізничного транспорту доводиться знімати родючий шар ґрунту, який потім складають у бурти для подальшого використання. Норми зняття родючого шару залежать від його складу і властивостей, типу ґрунтів, масової частки гумусу в нижній межі і становлять 0,3-1,2 м. Після закінчення будівництва порушені землі рекультивують (відновлюють).

Рекультивация земель проводиться у два етапи: 1-й етап технічний – планування поверхні, відвалів терас; приведення в стійкий стан укосів і відвалів; утилізація відходів і кам'яних порід; приведення земель у стан, придатний для біологічного відновлення; 2-й етап біологічний – викладання шару ґрунту з буртів, внесення в ґрунт торфу, органічних і мінеральних добрив, сіяння трав, насадження зелених смуг, проведення

протиерозійних заходів. Для захисту флори і фауни від негативного впливу залізничного транспорту при будівництві та проектуванні залізниць вивчають місця мешкання тварин, враховують їх чисельність і всі випадки загибелі на залізничних коліях, проводять спеціальні заходи для захисту тварин (огорожі залізничних колій, проходи для тварин тощо) і цінних видів флори (застосовують нові лісозберігаючі технології), створюють нові заповідники та природні комплекси, що охороняються державою. Суттєве значення в захисті природних ресурсів мають утилізація і переробка відходів залізничного транспорту.

Утилізація і переробка твердих відходів (70-90 % від усіх відходів) у більшості випадків пов'язані з необхідністю або їх поділу на компоненти (у процесах очищення, збагачення, вилучення цінних складових) з подальшою переробкою відсепарованих матеріалів, або надання їм певного виду, що забезпечує можливість подальшої їх утилізації. Найбільш поширені способи підготовки і переробки твердих відходів: просівання, гідравлічна класифікація, сепарація (повітряна, магнітна, електрична), дроблення, помел, гранулювання, таблетування, брикетування, високотемпературна агломерація, збагачення, вилуговування, розчинення, кристалізація.

Через складність і різноманіття складу твердих відходів не існує універсального способу їх утилізації. Найбільш відповідними вважаються технології комплексної переробки твердих відходів, орієнтовані на виділення з маси відходів таких компонентів, які мають споживчу цінність (метали, пластмаса, скло, текстиль, макулатура тощо), і поліпшення якості як виділених компонентів, так і мас відходів, що залишаються для подальшого використання як сировина, паливо тощо.

ТЕМА 5. Технологія ресурсозбереження, як основна складова екологічних технологій у вагонному господарстві

В умовах інтенсифікації виробництва, прискорення науково-технічного прогресу головним результатом режиму економії стає перехід до вищого за рівнем ресурсозберігаючого типу відтворення.

Ресурсозбереження стає якісно новим фактором виробництва:

- змінюється співвідношення між використаними засобами виробництва і витратами праці, зумовлене зростанням продуктивності праці;

- досягається такий стан суспільного виробництва, при якому економія стає вирішальним джерелом задоволення зростаючих потреб народного господарства.

У 90-х рр. 20-го ст., проблемам ресурсозбереження, на жаль, взагалі не приділялося належної уваги. З розпадом СРСР і отриманням незалежності на шлях самостійного як політичного, так і економічного розвитку вийшла одна з найбільших колишніх радянських республік – Україна. У результаті панування командно-адміністративної системи управління економікою Україна, як і інші колишні радянські республіки, опинилася в стані глибокої економічної кризи.

Перший рік самостійного існування української держави не приніс позитивних зрушень в економіці, почався процес прискореного падіння основних макроекономічних показників. Порівняно з попереднім роком національний дохід за 1992 р. становив 85 %, виготовлена промислова продукція – 91 %, а продукція сільського господарства – 89 %. Майже в усіх галузях важкої промисловості панує криза. Найбільше падіння відбулося в транспортному і сільськогосподарському машинобудуванні, хімічній промисловості, що зумовлено браком матеріалів і комплектуючих, які надходили з колишніх радянських республік.

За таких умов дійсно дуже важко впроваджувати та реалізовувати недешеві, але необхідні програми, процеси та технології ресурсозбереження. Тому саме початок 21 сторіччя вважають точкою відліку впровадження ресурсозберігаючих процесів в Україні.

5.1 Ресурсозбереження в галузі залізничного транспорту

Транспортна система залізниць України є одним із основних споживачів паливно-енергетичних ресурсів на теренах нашої держави, основна частка яких припадає на перевізний процес.

Для забезпечення конкурентоспроможності залізниць в умовах транспортного ринку необхідними є розроблення і впровадження ресурсозберігаючих технологій в усі ланки перевізного процесу.

У теперішній час важливим є ставлення до витрат паливно-енергетичних ресурсів на залізничних станціях.

Зменшення витрат лінійних підрозділів при дотриманні виконання всіх технологічних операцій є одним з основних завдань управління експлуатаційною роботою, що повністю відповідає Концепції та Програмі реструктуризації на залізничному транспорті України і директивним документам Укрзалізниці (УЗ).

Вирішення проблеми ресурсозбереження в Україні сьогодні є одним з пріоритетних напрямків державної політики. Ця проблема тісно пов'язана з проблемами енергетики, екології, технічного переозброєння та структурної перебудови всієї економіки.

Проблема ресурсозбереження потребує першочергового вирішення особливо в ресурсномістких галузях, до яких належить транспорт, що споживає 13,4 % загального потоку первинних енергоресурсів.

Ресурсозбереження – це комплекс заходів технічного, технологічного, економічного, організаційно-управлінського характеру, що забезпечують раціональне використання всіх видів ресурсів за видами виконуваних перевезень, робіт, послуг, зниження витрат в абсолютному і відносному виразах, збільшення доходів і прибутку.

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

Для практичного вирішення завдань з ресурсозбереження розробляють програми, які включають перелік заходів, необхідні засоби для їх реалізації, строки здійснення з оцінкою економічного ефекту від їх впровадження і методичне

забезпечення. Відповідно до нормативних документів Укрзалізниці здійснюється контроль за кінцевим економічним результатом залежно від економії витрат.

Завдання ресурсозбереження вирішується через керування ресурсопотоком, зокрема резервуванням.

Під виробничим ресурсним резервом мається на увазі 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 та надійності функціонування системи ресурсозабезпечення широко застосовується у всіх галузях виробництва, зокрема на залізничному транспорті.

Розрізняють п'ять видів резервування:

- тимчасове;
- інформаційне;
- структурне;
- функціональне;
- навантажувальне.

Виробнича система вважається впорядкованою, якщо її майбутня поведінка може бути розкрита методами прогнозування, проектування та планування.

Резервування інформації виконують у вигляді завчасних узагальнень: норм, правил, вказівок, програмних засобів і т. ін.

Структурне резервування у вигляді запасу сировини та матеріалів, парку рухомого складу і машин, елементів складського господарства, транспорту тощо використовується для забезпечення стабільної і надійної роботи виробництва. Обсяги запасів структурних елементів, як правило, нормативно регламентовані.

Структурне резервування елементів верхньої будови колії, використання резервних приймально-відправних, маневрових та інших станційних колій, оперативне перемикання колій, пристроїв і споруд без зупинки перевізного процесу використовується для забезпечення стабільної та надійної роботи залізниць.

Функціональне резервування припускає багатоцільове використання ресурсів. Найбільш наочно воно виявляється 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 і 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 і не може мати «вільних» ресурсів, що не мають конкретного призначення. Однак майже завжди є деякий запас матеріалів, неповністю завантажена техніка та можливість поліпшення організації робіт і керування ними.

Завдання резервування всіх видів ресурсів не може бути нормативно регламентоване через нестаціонарність умов його вирішення. Його вирішення можливе шляхом автоматизації керування ресурсопотоком.

Ресурсопотік – сукупність різних ресурсів у їх русі та взаємодії. При цьому відбувається витрата, природне або штучне виробництво і відтворення, зберігання, перетворення і 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.

Ресурси залізничного транспорту поділяються на дві групи: природні і штучні, які створювані людиною.

До першої групи належать: час, природно-екологічне середовище і такі природні матеріали, як вода, дерево, 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.

Ресурсоеlementи залізниць прийнято поєднувати поняттям інфраструктура транспортно-виробничої системи.

5.2 Актуальність застосування ресурсозберігаючих технологій у вагонному господарстві

Ураховуючи світову енергетичну кризу 70-х рр. минулого сторіччя, а також економічну кризу сучасності, упровадження ресурсозберігаючих технологій у багатьох галузях промисловості має пріоритетне значення в розвитку економіки в цілому. Їх упровадження, крім наявних екологічних плюсів, несе в собі реальні економічні плюси – зменшення різного роду витрат.

Ресурсозберігаючі технології по своїй суті містять у собі безліч напрямків і мають виконувати головну мету – збереження природних ресурсів.

Збереження природних ресурсів – це життєво необхідна складова суспільства та людства в цілому.

При застосуванні ресурсозберігаючих технологій необхідно думати не про щохвилиний прибуток, а про те, як будуть жити наступні покоління.

Новітні технології в залізничній галузі потребують висококваліфікованих робітників та інженерів-спеціалістів, інженерів-магістрів.

У вагонному господарстві, як і в інших галузях машинобудування, ресурсозберігаючі технології застосовуються в таких основних напрямках:

- спорудження будівель сучасних депо та заводів;
- будівництво сучасних вагонів;
- виробництво та ремонт комплектуючого обладнання вагонів.

Що собою являють ресурсозберігаючі технології в спорудженні будівель сучасних депо та заводів?

По-перше, це енергоефективна будівля з низьким рівнем використання енергії від стандартних джерел. Ефективне використання енергоресурсів досягається за рахунок застосування інноваційних рішень, які технічно виконуються, які обґрунтовані економічно, а також прийнятні з екологічного та соціального погляду.

По-друге, це пасивна будівля. Тут використовуються енергозберігаючі будівельні матеріали, суперізоляція та

відновлювальні джерела енергії, що суттєво впливає на зниження використання енергії від традиційних джерел.

Еталоном цього напрямку є будівля, у якій узагалі не має системи опалення, що працює від традиційних центральних джерел енергії.

По-третє, інтелектуальна або розумна будівля, у якій з погляду теплозабезпечення та кліматизації, на основі застосування комп'ютерних технологій оптимізовані потоки світла і тепла в приміщеннях та огорожувальних конструкціях. Головним чином це досягається за рахунок правильного орієнтування будівлі щодо сонця та технологій інсоляції.

По-четверте, будівля високих технологій. Економія енергії, якість мікроклімату й екологічна безпека досягаються за рахунок використання технічних рішень, що ґрунтуються на високотехнологічних ноу-хау.

По-п'яте, здорова будівля. У таких будівлях поряд із застосуванням енергозберігаючих технологій і альтернативних джерел енергії пріоритетними є екологічно чисті природні будівельні матеріали (суміші, дерево, камінь, пісок тощо) і сумісно з енергозберігаючими технологіями – відпрацювання нових підходів до підтримання здорового мікроклімату будівлі. Крім того, технології здорової будівлі враховують досягнення в галузі очищення повітря від шкідливих випаровувань, доведення до нуля виділення шкідливих газів, пилу (що викликають алергічні хвороби), бруду, формальдегідів (викиди від паління!!!) та бактерій, заглушення патогенних хвильових випромінювань від комп'ютерів, мобільного зв'язку.

Що собою являють ресурсозберігаючі технології в будівництві сучасних вагонів?

По-перше, висококомфортабельний вагон для пасажирів, який забезпечує для людини максимальні умови життєдіяльності під час переїзду.

По-друге, пристосованість вагона до різних кліматичних, технічних умов експлуатації.

По-третє, ремонтпридатність вузлів та деталей вагона як під час експлуатації, так і при планових видах ремонту.

Що собою являють ресурсозберігаючі технології при виробництві та ремонті комплектуючого обладнання вагонів?

По-перше, застосування автоматизованого процесу виготовлення та ремонту деталей (верстати, машини, потокові лінії, робототехніка).

По-друге, застосування інноваційних методів при ремонті, які суттєво впливають на строк служби деталей вагона.

По-третє, ведення постійного моніторингу в галузі новітніх технологій машинобудування, які можна застосувати у вагонному господарстві.

5.3 Економічні аспекти впровадження ресурсозберігаючих технологій

Наявність інфляційних процесів та фінансово-економічної нестабільності обумовлює необхідність оптимізації всіх видів ресурсів підприємств залізничного транспорту для підвищення конкурентоспроможності галузі на транспортному ринку.

У цих економічних умовах значно підвищується роль ресурсозбереження, яке повинно забезпечити зниження витрат та підвищити якість транспортного обслуговування споживачів. Останнє передбачає розроблення нових методичних підходів до економічної оцінки ресурсозберігаючих технологій на підприємствах транспорту.

Удосконалення економічного інструментарію ресурсозбереження дає реальну можливість для стимулювання раціонального використання та економії ресурсів, залучення ефективних технологічних процесів, обладнання та матеріалів, тобто дає змогу поширювати процеси ресурсозбереження в умовах становлення та розвитку ринкових відносин.

Сучасні економічні умови виявляють недоцільність традиційних потужностей.

По-перше, резерви підвищення економічної та технологічної ефективності від застосування більшості традиційних технологій уже вичерпано, а по-друге, зростають ціни на найважливіші матеріальні ресурси.

Подальше інвестування в старі технології з їх марнотратністю ресурсів призведе до неминучого зниження конкурентоспроможності залізничного транспорту. Постає

необхідність переорієнтації капіталовкладень на впровадження інноваційних технологій.

Вважається, що на першому етапі реформування галузі найбільш поширеними мають стати ресурсозберігаючі технології.

Ресурсозбереження є потужною передумовою підвищення конкурентоспроможності перевезень, що дає змогу вдосконалити систему маркетингу, раціоналізувати управління економікою та фінансами на основі забезпечення інструментів мотивації праці, спрямованої на ефективне використання матеріальних, трудових і фінансових ресурсів, активно стимулювати можливості інвестиційного та інноваційного впливу на діяльність залізниць.

Актуальність упровадження ресурсозберігаючих технологій пов'язана з такими економічними проблемами: жорсткими вимогами споживачів до зниження транспортних витрат і обмеження впливу транспортного фактора на собівартість виробництва; наявністю інфляційних тенденцій, які збільшують витрати на ресурси, що споживаються; нестабільністю обсягів перевезень, яка призводить до збільшення собівартості внаслідок високої частки витрат на утримання інфраструктури та інших витрат, що не залежать від розмірів руху.

У сучасних умовах до конкретних економічних рекомендацій із упровадження ресурсозберігаючих технологій і техніки на залізничному транспорті в першу чергу слід віднести заходи, що спрямовані на зменшення експлуатаційних витрат і поліпшення фінансового стану кожного підприємства та галузі в цілому, а саме: впровадження принципово нових методів нормування та організації праці на основі поопераційних карток технологічного процесу; зниження питомої ваги паливно-енергетичних і матеріальних ресурсів у загальних витратах залізниць; упровадження ресурсозберігаючих технологій із організації перевезень, утримання та ремонту технічних засобів; нормування всіх видів ресурсів на основі категорійності ліній і еталонування виробничих об'єктів із урахуванням фактичних обсягів роботи; кардинальне поліпшення системи планування, спрямоване на зниження техніко-економічних показників на нормативній основі; оптимізація управління всіма видами ресурсів у галузі.

Ефективність інвестування в потенційно можливі ресурсозберігаючі технології досягається лише за умов, коли вони забезпечують високу конкурентоспроможність перевезень.

Обираючи критерії оцінки доцільності ресурсозберігаючого проекту, поряд із його фінансово-економічною оцінкою необхідно враховувати пріоритетність напрямку інновацій, конкурентоспроможність технології, що впроваджується, виробничі, ресурсні і технічні можливості, соціальну доцільність.

Ефективність ресурсозберігаючих технологій визначається технологічною інтенсивністю процесу, його керованістю та адаптаційно-організаційним рівнем.

Рівень технологічної інтенсивності процесів характеризується мірою використання матеріальних, енергетичних і часових параметрів технологічного процесу: швидкістю обробки; витратними нормами матеріалів, енергії; підвищенням якості перевезень; мірою використання обладнання, виробничих потужностей тощо.

Рівень керованості показує гнучкість технологічного процесу та можливість зміни його параметрів залежно від вимог зовнішніх умов із метою максимальної ефективності. Важливим критерієм оцінки керованості процесу є можливість його автоматичного регулювання, збереження стабільності, надійності та безпеки процесу.

Рівень технологічної організації процесу визначається за мірою досягнення оптимальних структурних зв'язків у технологічному процесі на основі принципу неперервності, кратності і безвідходності процесів.

Розвиток ресурсозберігаючих технологій реалізується за напрямками: удосконалення базових технологій, створення принципово нових і модифікованих технологій.

Загальними критеріями технологічного розвитку і рівня ефективності ресурсозберігаючих технологій є відповідність до цілей соціального та економічного розвитку, наявність можливостей їх застосування, а також умов оптимального використання.

Узагальнення вищезазначеного наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні узагальнення ресурсозберігаючих технологій

Показники	Складники
1	2
Фактори актуальності впровадження ресурсозберігаючих технологій	Вимоги споживачів до зниження транспортних витрат і обмеження впливу транспортного фактора на собівартість виробництва
	Наявність інфляційних тенденцій, що збільшують витрати на споживані ресурси
	Нестабільність обсягів перевезень з високою часткою витрат на утримання інфраструктури та інших витрат, які не залежать від розмірів руху
Заходи, спрямовані на скорочення експлуатаційних витрат і поліпшення фінансового стану кожного підприємства та галузі в цілому	Упровадження принципово нових методів нормування й організації праці на основі поопераційних карток технологічного процесу
	Упровадження ресурсозберігаючих технологій із організації перевезень, утримання й ремонту технічних засобів
	Кардинальне поліпшення системи планування, спрямоване на зниження техніко-економічних показників на нормативній основі
	Зниження питомої ваги паливно-енергетичних і матеріальних ресурсів у загальних витратах залізниць
	Нормування всіх видів ресурсів на основі категорійності ліній і еталонування виробничих об'єктів із урахуванням фактичних обсягів роботи
	Оптимізація управління всіма видами ресурсів у галузі
	Напрямки розвитку ресурсозберігаючих технологій
Удосконалення базових технологій	
Створення принципово нових і модифікованих технологій	

Продовження таблиці 5.1

1	2
---	---

Загальні критерії технологічного розвитку і рівня ефективності ресурсозберігаючих технологій	Відповідність до цілей соціального та економічного розвитку
	Наявність можливостей застосування
	Додержання умов оптимального використання

У сучасних економічних умовах особливо важливим є системний підхід. Він базується на виборі конкретних варіантів нововведень і порівнянні широкого спектра засобів і способів їх реалізації. За системного підходу до нововведення досліджується весь його життєвий цикл, оцінюються як зовнішні, так і внутрішні економічні, технічні, соціально-психологічні, технологічні фактори. Системний підхід до оцінки інновацій передбачає економічну оцінку якісних рейтингових підходів до вибору технологічних пріоритетів.

В основу системного підходу покладено класифікацію ресурсозберігаючих технологій.

Класифікація ресурсозберігаючих технологій на залізничному транспорті:

- 1) залежно від рівня структури управління:
 - а) галузеві;
 - б) регіональні;
 - в) локальні (підприємства);
- 2) за мірою оригінальності:
 - а) оригінальні (креативні), що є самостійними результатами роботи окремої людини, групи або підприємства (відкриття або винаходи та їх перше практичне застосування);
 - б) імітуючі, тобто копіювання та відтворення оригінальних змін, що в цьому часі й місці дають певні вигоди;
- 3) за мірою ризику:
 - а) без ризику;
 - б) із мірою ризику, нижчою за середню (заходи зі зниження собівартості);
 - в) із середньою мірою ризику (заходи з розширення обсягів виробництва та послуг, що надаються, реконструкції підприємства);
 - г) із мірою ризику, вищою за середню (нове будівництво, технічне переозброєння);

- 4) за мірою новизни:
- а) принципово нові революційні рішення;
 - б) технологічні вдосконалення;
 - в) модернізовані технології, поширені на багатьох виробництвах;
 - г) традиційні базові технології;
 - д) застарілі технології;
- 5) залежно від виду реалізації:
- а) втілені в матеріалі;
 - б) у вигляді нової організації, поліпшень у системі управління трудового колективу тощо;
 - б) за тривалістю життєвого циклу:
 - а) довгострокові (понад 5 років);
 - б) середньострокові (від 3 до 5 років);
 - в) короткострокові (менше ніж 3 роки).

Таке групування ресурсозберігаючих технологій можна удосконалити включивши до нього цілу низку різних ознак:

- 1) за функціональною ієрархією можна виділити проекти, що стосуються господарств:
- а) руху;
 - б) локомотивного;
 - в) пасажирського;
 - г) вагонного;
 - д) колії;
 - е) сигналізації та зв'язку;
 - ж) електрифікації та енергетичного господарства;
 - и) інших функціональних господарств, управлінь, служб Укрзалізниці, функціональних організацій залізничного транспорту;
- 2) за рівнем їх використання:
- а) мережі;
 - б) залізниці;
 - в) відділення;
 - г) структурного підрозділу залізничного транспорту;
- 3) за оцінкою пріоритетного виду ефекту:
- а) приводять до зменшення витрат;
 - б) приводять до поліпшення якості виробничого процесу та транспортного обслуговування;

- в) сприяють залученню додаткового обсягу перевезень;
- г) підвищують конкурентоспроможність перевезень;
- д) полегшують важку фізичну працю;
- е) підвищують безпеку руху;
- ж) сприяють охороні навколишнього середовища.

ТЕМА 6. Технологія потокового методу виробництва у вагонному господарстві

6.1 Загальна характеристика потокового виробництва, його основні ознаки

Характерною ознакою масового виробництва є виготовлення підприємством однотипної продукції обмеженої номенклатури у великих обсягах упродовж більш-менш тривалого часу. Великі обсяги випуску продукції та досить висока стабільність конструкції виробу роблять економічно вигідним ретельне розроблення технологічних процесів. Операції технологічних процесів диференціюються до окремих переходів, трудових прийомів та виконуються на спеціальному високоефективному устаткуванні за допомогою відповідного оснащення. Робочі місця вузько спеціалізуються через закріплення за кожним із них обмеженої кількості деталеоперацій.

За таких умов найбільш ефективною формою виробництва є організація синхронізованого, досить стабільного за часом потокового виробництва й поточкових технологічних ліній.

Потокове виробництво – високоефективний метод організації виробничого процесу. За умов потоку виробничий процес здійснюється в максимальній відповідності до принципів його раціональної організації.

Потокове виробництво характеризується такими ознаками:

1) глибоким розподіленням виробничого процесу на операції (за групою робочих місць закріплюється обробка або складання предмета одного найменування або обмеженої кількості найменувань конструктивно та технологічно подібних предметів);

2) чіткою спеціалізацією робочих місць на виконанні визначених операцій (робочі місця розміщуються послідовно за ходом технологічного процесу);

3) пропорційністю виконання операцій на всіх робочих місцях (технологічний процес має високу поопераційну диференціацію, на кожному робочому місці виконується одна або кілька схожих операцій);

4) розташуванням устаткування за ходом технологічного процесу;

5) наявністю спеціального міжопераційного транспорту для передачі предметів праці з операції на операцію (широко застосовується спеціальний міжопераційний транспорт (конвеєри), який виконує не тільки функції переміщення предметів, а й задає ритм роботи);

6) високим рівнем безперервності виробничого процесу, що досягається забезпеченням рівності або кратності тривалості операцій такту потоку (предмети праці передаються з операції на операцію поштучно або невеликими транспортними партіями згідно з ритмом роботи, що забезпечує високий ступінь паралельності та безперервності процесу).

Потокові методи застосовуються для виготовлення продукції в значних обсягах і протягом тривалого часу, тобто в масовому та великосерійному виробництві.

За потокового методу досягається висока продуктивність праці за рахунок безперервності процесу виготовлення продукції, забезпечується висока її якість за істотної економії затрат праці, матеріальних та енергетичних ресурсів порівняно з непотоковим виробництвом.

Потоковий метод виробництва є найбільш досконалим за своєю чіткістю і закінченістю, за якого предмет праці в процесі оброблення прямує за встановленим найкоротшим маршрутом із заздальгідь фіксованим темпом.

Найважливішою умовою потокової організації виробництва є стійка концентрація в одній виробничій ланці значних масштабів випуску однорідної або конструктивно-технологічно подібної продукції. Потік є основним методом його організації у масовому виробництві. Він також застосовується для велико- і середньосерійного випуску продукції.

В одиничному виробництві для виготовлення уніфікованих деталей і вузлів використовуються елементи потокового виробництва.

6.2 Класифікація та різновиди поточкових ліній

Основною структурною ланкою потокового виробництва є потокова лінія – технологічно та організаційно відокремлена група робочих місць, яка виготовляє один або кілька подібних типорозмірів виробів. Поточкові лінії бувають різними, тому їх класифікують за певними ознаками.

Основною структурною ланкою потокового виробництва є потокова лінія, яка складається з групи робочих місць, за якими закріплено виготовлення одного або обмеженої кількості найменувань предметів праці і виробничий процес здійснюється відповідно до ознак потокового виробництва.

Під структурою потокової лінії розуміють склад робочих місць (технологічних дільниць), транспортних засобів, керівних та інших пристроїв (систем) і виробничі зв'язки між ними.

Вибір типу устаткування для потокової лінії визначається характером технологічного процесу, складом, складністю та призначенням операцій, що входять до нього; габаритами, масою виробів та вимогами до їх якості.

Застосовуються такі різновиди поточкових ліній:

1) за кількістю найменувань виготовлених на них виробів:

а) однопредметні (постійно-поточкові);

б) багатопредметні (багатопоточкові);

2 за характером руху виробів по операціях:

а) неперервно-поточкові;

б) перервно-поточкові;

3 за способом підтримки ритму лінії:

а) із регламентованим ритмом;

б) із вільним ритмом;

4 за видом застосування транспортних засобів:

а) конвеєрні;

б) неконвеєрні;

5 за характером руху конвеєра:

а) неперервної дії;

б) періодичної дії;
б за місцем виконання операцій:

а) на конвеєрі;

б) на спеціально обладнаних робочих місцях.

Однопредметною називається лінія, на якій обробляється або складається виріб одного типорозміру протягом тривалого часу. Для переходу на виготовлення виробу іншого типорозміру потрібна перебудова лінії (перестановка устаткування, його заміна тощо). Застосовуються ці лінії в масовому виробництві.

Багатопредметною є потокова лінія, на якій одночасно або послідовно виготовляється кілька типорозмірів виробів, схожих за конструкцією та технологією виробництва. Сфера застосування – серійне виробництво.

Неперервно-потоковою є лінія, на якій предмети праці переміщуються по операціях безперервно, тобто без міжопераційного чекання (паралельне поєднання операцій).

Переривано-потоковою, або прямиотечійною, вважається лінія, що не може забезпечити безперервної обробки предметів через несинхронність операцій. Між операціями з різною продуктивністю предмети праці чекають своєї черги на обробку, утворюючи періодично оборотні запаси.

На лінії з регламентованим ритмом предмети праці передаються з операції на операцію через точно фіксований час, тобто за заданим ритмом, який підтримується за допомогою спеціальних засобів (переважно конвеєра). Регламентований ритм застосовується на неперервно-потоккових лініях.

На лініях з вільним ритмом предмети з операції на операцію можуть передаватися з відхиленням від розрахункового ритму. Загальний ритм у цьому разі забезпечується стабільною продуктивністю робітника на першій операції лінії або ритмічною сигналізацією (звуковою, світловою).

Залежно від місця виконання операцій лінії поділяють на лінії з робочим конвеєром і конвеєром зі зняттям предметів для їх обробки. Робочий конвеєр, крім транспортування та підтримування ритму, є безпосереднім місцем виконання операцій. Це передусім складальні конвеєри. Конвеєри зі зняттям предметів характерні для процесів, операції яких виконуються на технологічному устаткуванні.

Конвеєр з безперервним рухом має постійну швидкість і під час роботи не зупиняється. Конвеєр з пульсуючим рухом під час виконання операцій стоїть нерухомо. Він приводиться в дію періодично через проміжок часу, що дорівнює такту лінії. Такі конвеєри застосовуються тоді, коли за технологічними умовами виконання операції потребує нерухомого стану предмета праці.

Переміщувати самі предмети не завжди можливо та доцільно (наприклад при складанні великогабаритних машин). У цьому разі організується так званий стаціонарний потік, коли вироби встановлюються нерухомо на складальних стендах, а переміщуються спеціалізовані групи (бригади) робітників, які виконують певні операції. Кількість груп (бригад) робітників дорівнює кількості стендів.

Вибір організаційних форм, виду потокової лінії під час її проектування безпосередньо пов'язаний із розробленням організаційно-технічних заходів і розрахунками параметрів та показників роботи: такту, темпу, ритму, кількості робочих місць, ходу конвеєра, довжини лінії.

Конструкція виробів повинна бути відпрацьованою, стабільною, із широким застосуванням стандартних і уніфікованих деталей та вузлів, її технологічність забезпечує мінімальну матеріаломісткість, трудомісткість і собівартість виготовлення.

Ритмічна робота ліній забезпечується:

- чіткою синхронізацією операцій, яка досягається упровадженням більш прогресивної технології;
- підбором спеціального устаткування або оснащення, що скорочують тривалість операцій;
- укрупненням дрібних і поділу тривалих операцій;
- уведенням пропорційності робочих місць;
- зміною режимів роботи устаткування.

Розглядаючи матеріал теми, треба звернути увагу на розроблення планування (розташування) поточкових ліній, яке залежить від кількості робочих місць, транспортних засобів, що застосовуються, площі дільниці.

За наявності на потоковій лінії паралельних робочих місць, де виконуються однакові операції, застосовуються розподільчі конвеєри з адресуванням предметів праці. За кожним робочим

місцем закріплюється певна послідовність їхніх номерів для оброблення предметів праці. При цьому візки, каретки, де містяться предмети праці, також нумеруються.

Під час комплектування лінії доцільно забезпечити прямолінійне розташування устаткування, якщо дають змогу площі та тип транспортних засобів. У разі дефіциту площ доцільне компонування з Г- та П-подібними, а також кільцеподібними контурами. Дворядне або шахове розташування устаткування дає змогу більш раціонально використовувати площі.

Ефективність роботи поточкових ліній значною мірою залежить від рівня організації роботи. Тісна взаємозалежність робочих місць на поточковій лінії потребує технологічної та трудової дисципліни, чіткої організації обслуговування й забезпечення робочих місць.

На поточкових лініях на основі спеціальних датчиків широко застосовується автоматизована система обліку готової продукції, що дає можливість не тільки враховувати обсяги, а й здійснювати оперативне регулювання виробництва, що спрямоване на загальне ресурсозбереження.

6.3 Принципи та передумови поточкового виробництва

При поточковій формі організації виробничого процесу найбільш повно використовуються і дотримуються всі основні принципи організації виробничого процесу:

- 1) принцип спеціалізації втілюється завдяки чіткому закріпленню за кожним робочим місцем певних операцій;
- 2) принцип пропорційності здійснюється за рахунок синхронізації операцій та організації паралельних робочих місць;
- 3) принцип паралельності забезпечується паралельним видом руху виробів, при якому над різними частинами виробів одночасно виконуються різні операції;
- 4) ритмічність випуску виробів – це такт поточної лінії, при якому вироби з неї сходять через певний проміжок часу;
- 5) прямотечійність досягається розташуванням робочих місць за послідовністю технологічного процесу;

б) неперервність обробки виробів забезпечується їх незатриманням завдяки паралельному рухові предметів праці.

Ефективність потокового виробництва зумовлена:

- спеціалізацією устаткування і технологічного оснащення, ритмічною повторюваністю процесів, що забезпечує різке підвищення продуктивності праці, яке у свою чергу сприяє збільшенню загального обсягу випуску продукції;

- упровадженням потокового виробництва, наслідком чого є здешевлення продукції за рахунок зниження її собівартості;

- підвищенням якості продукції і зменшенням браку.

Для організації потокового виробництва необхідно забезпечити:

1) конструкторські передумови – спеціальні вимоги до дотримання однотипності конструкцій; взаємозамінності елементів конструкції; стандартизації і нормалізації вузлів та деталей виробів; розчленованості виробу на блоки й вузли; можливості паралельного складання;

2) технологічні передумови – ретельне відпрацювання технологічного процесу з максимальним його розчленуванням на окремі операції; застосування прогресивного устаткування та оснащення; механізація та автоматизація контрольних операцій; регулювання і випробування;

3) організаційні передумови – достатній обсяг виробництва, що забезпечує повне завантаження робочих місць на потоковій лінії; відсутність простоїв; чітка спеціалізація робочих місць; правильний вибір системи їх обслуговування; визначення режиму роботи потокової лінії та її регламентованих перерв;

4) матеріальні передумови – чітка організація безперебійного матеріально-технічного постачання; планомірне і ритмічне «живлення» потокової лінії; забезпечення кожного робочого місця необхідним запасом комплектів оснащення.

Потокова організація виробництва забезпечує скорочення всіх елементів тривалості виробничого циклу, що приводить до скорочення заділів, розмірів оборотних коштів та до прискорення їх оборотності, тобто в цілому забезпечується ресурсозбереження.

6.4 Переваги та недоліки потокового виробництва

Переваги

Потокове виробництво внаслідок високої спеціалізації, механізації та чіткої організації виробничого процесу є високоефективним. Його ефективність виявляється у більш високій продуктивності праці, скороченні виробничого циклу і незавершеного виробництва, ліпшому використанні основних фондів. Усе це забезпечує зменшення витрат на виробництво.

Недоліки

Водночас потокове виробництво має й помітні недоліки.

1 Найбільшим недоліком потокового виробництва є примітивізація праці робітників, обмеження її виконанням елементарних механічних операцій, що є наслідком високої диференціації технологічного процесу. Це робить працю на поточковій лінії малозмістовною, суперечить загальній тенденції підвищення освітнього і кваліфікаційного рівня працівників. Крім того, є непривабливими для людини жорсткий ритм роботи на поточкових лініях та брак будь-яких творчих елементів у праці.

Цей недолік потокового виробництва усувається його автоматизацією і створенням автоматичних поточкових ліній, коли всі технологічні операції і транспортування предметів праці здійснюються автоматично. Автоматичні лінії широко застосовуються в масовому виробництві.

2 Істотним недоліком потокового виробництва в його традиційній вузькоспеціалізованій формі є суперечність між його тяжінням до конструктивно-технологічної стабільності (тобто між його консервативністю) і вимогою динамічності виробництва, постійного оновлення продукції відповідно до науково-технічного прогресу та потреб ринку. Вузька спеціалізація робочих місць, їх жорстка прив'язка до ходу технологічного процесу створюють труднощі для переходу на випуск нової продукції. Виникає необхідність у заміні устаткування, його переміщенні, створенні нового оснащення, перекваліфікації робітників, що пов'язано з великими витратами часу та коштів.

Ця негативна сторона потокового виробництва поступово нейтралізується підвищенням гнучкості технологічних систем, застосуванням машин із числовим програмним керуванням

(ЧПК), запровадженням автоматичних багатофункціональних маніпуляторів-роботів.

Об'єднання верстатів з ЧПК, роботів, автоматичних транспортних засобів і складів під загальним керуванням ЕОМ дає можливість створювати гнучкі автоматизовані системи (ГАС) з подальшим залученням до них автоматизованого проектування продукції. Такі системи поєднують переваги потокового (висока продуктивність) і непотокового (гнучкість) виробництва, можуть застосовуватись в усіх його типах і є особливо ефективними в серійному виробництві.

Вони швидко і без великих витрат часу та коштів переналагоджуються на випуск іншої продукції (у межах технічних можливостей). Для цього потрібно змінити програму виробничого процесу, записану на машинному носії. Гнучкі автоматизовані системи – це стратегічний напрямок розвитку техніки та організації виробництва.

3 Стабільність конструкцій виробів і великі масштаби їх виготовлення суперечать вимогам ринку.

4 Збільшення транспортного заділу (незавершене виробництво).

5 Монотонна та стомлива робота знижує матеріальну та моральну зацікавленість у результатах праці, сприяє збільшенню плинності кадрів.

Треба звернути увагу на організаційні заходи щодо вдосконалення потокових методів, що дають великий позитивний ефект і не потребують значних капітальних вкладень:

- чітка організація роботи при змінних такті та швидкості лінії;

- ротація робітників по операціях;

- застосування багатоопераційних машин;

- заходи матеріального стимулювання;

- упрощення агрегатно-групових методів;

- організація роботи з вільним ритмом.

Збільшення змістовності праці робітників забезпечується:

- укрупненням операцій; відмовою від жорсткого закріплення робітника за однією операцією;

- переведенням робітників на суміжні операції;

- збагаченням змісту праці виконанням, крім основних, також контрольних та налагоджувальних операцій;
- самостійним вибором ритму своєї роботи під час створення міжопераційних заділів.

ТЕМА 7. Технологія автоматизації виробничого процесу та робототехніка

Основним напрямком підвищення соціально-економічної ефективності потокового виробництва є впровадження напівавтоматичних та автоматичних поточкових ліній, застосування роботів і автоматичних маніпуляторів для виконання монотонних операцій.

Автоматичні поточкові лінії – це сукупність машин, які автоматично, без участі людини, виконують задані технологічні операції, включаючи транспортування, контроль якості тощо.

Отже, при автоматизації виробничого процесу всі або переважна частина операцій, що потребують фізичних зусиль робітника, передаються машинам і відбуваються без його безпосередньої участі. За робітником залишається тільки функція налагодження, нагляду та контролю.

7.1 Автоматизація виробничого процесу

Автоматизація виробничого процесу являє собою комбінацію різноманітного автоматичного устаткування та інших технічних пристроїв, розташованих у технологічній послідовності та об'єднаних засобами транспортування, контролю та керування для виконання часткових процесів виготовлення виробів.

Комплексна автоматизація виробництва передбачає застосування системи автоматичних машин, за якої процес перетворення вхідного матеріалу в готовий продукт здійснюється від початку до кінця без фізичного втручання людини.

Далі треба розглянути етапи розвитку автоматизації в промисловості, які визначаються розвитком засобів виробництва;

електронно-обчислювальної техніки; наукових методів технології та організації виробництва.

На першому етапі створювалися напівавтомати та автомати для виконання окремих операцій.

Другий етап характеризується появою автоматичних ліній із жорстким кінематичним зв'язком, які стали подальшим розвитком одно- та багатопредметних потокових ліній.

Для третього етапу характерна поява електронно-програмного керування: верстати з ЧПК, обробні центри та автоматичні лінії, що створювалися, містили обладнання з програмним керуванням.

Четвертий етап розвитку автоматизації пов'язаний із застосуванням мікропроцесорної техніки, що забезпечило поряд із високою продуктивністю певну гнучкість автоматичних ліній.

П'ятий етап автоматизації характеризується створенням комплексно-автоматизованих дільниць, цехів і заводів-автоматів зі штучним інтелектом.

Прикладом комплексної автоматизації є автоматична лінія, яка складається з узгоджено працюючих верстатів (агрегатів) з автоматичним керуванням, транспортних засобів, контрольних механізмів, розташованих по ходу технологічного процесу, за допомогою яких обробляються чи складаються вироби за технологічним процесом у визначений час.

Автоматичні лінії (АЛ) класифікуються за типами:

- 1) автоматичні лінії з агрегатних верстатів;
- 2) автоматичні лінії з універсальних верстатів-автоматів і напівавтоматів;
- 3) автоматичні лінії зі спеціального устаткування;
- 4) автоматичні лінії з багатоцільових верстатів (гнучкі автоматичні лінії).

Автоматичні лінії поділяються на синхронні (жорсткі), для яких характерні жорсткий міжагрегатний зв'язок і єдиний цикл роботи верстатів, і несинхронні (гнучкі) АЛ із гнучким міжагрегатним зв'язком. У цьому разі кожний верстат забезпечено індивідуальним завданням – накопичувачем міжопераційних заділів.

Залежно від використання пристосувань-супутників вирізняються супутникові та безсупутникові автоматичні лінії, а

від кількості технологічних потоків – однопотокові та багатопотокові.

Відповідно до функціонального призначення автоматичні лінії можуть бути:

- 1) механообробними;
- 2) механоскладальними;
- 3) складальними;
- 4) заготівельними;
- 5) термічними;
- 6) контрольно-вимірювальними;
- 7) пакувальними;
- 8) консерваційними;
- 9) комплексними.

Різновидом АЛ є роторні лінії, які створюються на основі комплексу роторних машин і роторних транспортувальних пристроїв, об'єднаних єдиною системою автоматичного керування. При цьому водночас із заготовкою переміщуються на дугах кола робочих роторів інструменти, що обробляють її. Робочі та транспортні ротори перебувають у жорсткому кінематичному зв'язку й мають синхронне обертання.

Принципова особливість такої системи полягає в тому, що в циліндрі, який обертається, створено стільки гнізд, скільки за технологією потрібно операцій для повного виготовлення деталей. Установлена деталь на особливому пристосуванні спрямовується назустріч знаряддям оброблення. Поворот по колу гнізда з деталлю означає завершення однієї операції та перехід до наступної.

Роторні машини та лінії – високопродуктивні, на кожній із них одночасно можна обробляти кілька різних деталей. Безперервний транспортний рух інструментальних блоків, їх взаємозамінність і швидке зняття (без зупинки роторів), відсутність міжопераційних накопичувачів, можливість проводити 100 %-й контроль якості всього потоку продукції, наявність пристроїв зворотного зв'язку, які надійно функціонують, – усе це робить ефективним застосування цього типу машин.

Комплексна автоматизація отримала поштовх свого розвитку завдяки впровадженню у виробництво автоматизованих

маніпуляторів із програмним керуванням – промислових роботів, які здатні відтворювати деякі рухові й розумові функції людини під час виконання ними основних і допоміжних виробничих операцій без особистої участі людини. Їх універсальність, можливість швидкого переналагодження в разі заміни умов або об'єктів виробництва, висока надійність, тривалий термін служби дають змогу здійснювати глибоку автоматизацію серійного та дрібносерійного виробництва.

Промислові роботи замінюють монотонну ручну працю людей біля верстатів із ЧПК, а також там, де вони працюють із радіоактивними, токсичними, вибухонебезпечними речовинами, у складних температурних умовах, в умовах підвищених вібрації, шуму, забруднення повітря тощо.

Для здійснення різноманітних виробничих процесів в особливих умовах виробництва використовуються відповідні типи роботів, що об'єднуються в робототехнічні комплекси (РТК), які можуть призначатися для одержання заготовок, оброблення деталей, виконання процесів складання або для реалізації контрольно-сортувальних і транспортно-перевантажувальних завдань, у тому числі для внутрішньоцехового транспортування і складських операцій.

7.2 Основні відомості про робототехніку

На всіх етапах свого розвитку людство прагнуло створити знаряддя, механізми, машини, що полегшують працю. Еволюція сучасного суспільства і виробництва зумовила виникнення і розвиток нового класу машин – роботів – і відповідного наукового напрямку – робототехніки.

Робототехніка на сьогодні є науково-технічною дисципліною, що інтенсивно розвивається, вивчає як теорію, методи розрахунку і конструювання роботів, їх систем і елементів, так і проблеми комплексної автоматизації виробництва і наукових досліджень із застосуванням роботів.

Предметом робототехніки є створення і застосування роботів, інших засобів робототехніки і оснований на них технічних систем і комплексів різного призначення.

Робототехніка – це (від робот і техніка; англ. robotics) наука, що розробляє автоматизовані технічні системи. Робототехніка спирається на такі дисципліни, як електроніка, механіка, інформатика, радіотехніка й електротехніка.

Види робототехніки: будівельна, промислова, побутова, авіаційна, підводна, екстремальна, військова, космічна.

Робототехніка радикально змінює організацію технологічного процесу, усуває численні фактори, що є наслідком надмірної втоми людини, погіршення уваги, порушення координації руху.

Класи роботів

Робот (чеш. robot, від robota – підневільна праця або rob – раб) – це автоматичний пристрій, створений за принципом живого організму.

Діючи за заздалегідь закладеною програмою й отримуючи інформацію про зовнішній світ від датчиків (аналогів органів чуття живих організмів), робот самостійно здійснює виробничі та інші операції, які зазвичай виконує людина (або тварина).

При цьому робот може як мати зв'язок з оператором (отримувати від нього команди), так і діяти автономно.

Найближчими за призначенням прототипами для промислових роботів (ПР) послужили автооператори і механічні руки, які вже давно застосовуються в промисловості, але не задовольняють виробників через їх вузьку спеціалізацію, погану варіацію, невелику кількість виконуваних функцій і обмежену (масовим і крупносерійним виробництвом) галузь застосування.

Недоліки, властиві цим прототипам, у конструкціях ПР були значною мірою усунені шляхом збільшення їх маніпуляційних можливостей, оснащення власною системою приводу і системою програмного керування. Завдяки цьому створені пристрої набули якісно нових властивостей: автономність у сенсі несумісності з технологічним устаткуванням і здатність працювати автоматично за заданою програмою, універсальність, тобто здатність переміщувати в просторі об'єкти різного типу за складними просторовими траєкторіями, сполучність з досить великою кількістю типів технологічного обладнання і хорошу переналагоджуваність на різні види робіт.

Маніпуляційні роботи – автоматичні машини, які складаються з виконавчого пристрою у вигляді маніпулятора, що має декілька ступенів рухомості, і пристрою програмного керування, що служить для виконання у виробничому процесі рухових та керуючих функцій.

Вони бувають стаціонарні та пересувні – такі роботи виготовляються у підлоговому, підвісному і порталному виконаннях.

Вони набули найбільшого поширення в машинобудівних і приладобудівних галузях.

Маніпулятор – це механізм для керування просторовим положенням знарядь і об'єктів праці.

Маніпуляційні роботи

Частиною маніпуляторів (хоча і необов'язковою) є захоплювальні пристрої. Найбільш універсальні захоплювальні пристрої аналогічні руці людини – захоплення здійснюється за допомогою механічних «пальців». Для захоплення плоских предметів використовуються захоплювальні пристрої з пневматичним присоском. Для захоплення безлічі однотипних деталей (що зазвичай і відбувається при застосуванні роботів у промисловості) використовують спеціалізовані конструкції. Замість захоплювальних пристроїв маніпулятор може бути оснащений робочим інструментом. Це може бути пульверизатор, зварювальна голівка, викрутка і т.д.

Що ж таке робот?

Робот – це електромеханічний, пневматичний, гідравлічний пристрій, програма або їх комбінація, що працює без участі людини і виконує дії, зазвичай здійснювані людиною.

Іншими словами, робот – це автоматичний пристрій, що імітує рухи і дії людини.

Робот побудований за комп'ютерною технологією. Свідомість такого робота – це обчислювальна машина, з якої інформація може бути зчитана і перенесена на окремий носій. Робот не лікується, а ремонтується шляхом введення відповідних діагностичних програм.

У робота немає асоціативного мислення. У нього немає цікавості – є лише програма з накопичення інформації, яка йому

потрібна. Робот усе розуміє розумом, душевні якості йому не властиві – все-таки він не має душі.

Існує три правила робототехніки:

1) робот не може нашкодити людині або, не діючи, допустити, щоб людині була завдана шкода;

2) робот повинен підкорятися наказам, які дає йому людина, за винятком випадків, коли такі накази суперечать першому правилу;

3) робот повинен захищати своє існування доти цей захист не суперечить першому або другому правилу.

У цей час під роботом розуміють автоматичний маніпулятор з програмним керуванням.

Залежно від участі людини в процесах керування роботами їх підрозділяють на біотехнічні та автономні або автоматичні.

До біотехнічних роботів належать:

- дистанційно керовані копіювальні роботи;
- екзоскелетони;
- роботи, керовані людиною з пульта керування;
- напіваавтоматичні роботи.

Дистанційно керовані копіювальні роботи оснащені органом (наприклад маніпулятором, повністю ідентичним виконавчому), засобами передачі сигналів прямого і зворотного зв'язку і засобами відображення інформації для людини-оператора у середовищі, у якому функціонує робот.

Екзоскелетони виконуються у вигляді антропоморфних конструкцій, які зазвичай «надягають» на руки, ноги або корпус людини. Вони служать для відтворення рухів людини з деякими необхідними зусиллями і мають іноді кілька десятків ступенів рухомості.

Роботи, керовані людиною з пульта керування, оснащені системою рукояток, клавіш або кнопок, пов'язаних з виконавчими механізмами каналів керування у різних узагальнених координатах. На пульті керування встановлюють засоби відображення інформації про середовище функціонування робота, що надходить до людини по радіоканалу зв'язку.

Для напіваавтоматичного робота характерне поєднання ручного й автоматичного керування. Він оснащений супервізорним керуванням для втручання людини в процес

автономного функціонування робота шляхом повідомлення йому додаткової інформації з допомогою зазначення мети, послідовності дій тощо.

Роботи з автономним або автоматичним керуванням зазвичай підрозділяють:

- на виробничі;
- науково-дослідні роботи, які після створення і налагодження в принципі можуть функціонувати і без участі людини.

За галузями застосування виробничі роботи поділяють:

- на промислові;
- сільськогосподарські;
- транспортні;
- будівельні;
- побутові тощо.

За короткий період розвитку роботів відбулися великі зміни в елементній базі, структурі, функціях та характері їх використання.

Це спричинило поділ роботів на покоління.

Роботи першого покоління (програмні роботи) мають жорстку програму дій і характеризуються наявністю елементарного зворотного зв'язку з навколишнім середовищем, що викликає певні обмеження в їх застосуванні. До роботів першого покоління відносять зазвичай промислові роботи.

Роботи другого покоління (роботи, що можуть відчувати) мають координацію рухів зі сприйняттям. Вони придатні для малокваліфікованої праці при виготовленні виробів. Програма рухів робота потребує для своєї реалізації керуючої ЕОМ. Невід'ємна частина роботів другого покоління – алгоритмічне та програмне забезпечення, призначене для обробки сенсорної інформації та вироблення керуючих впливів.

Роботи третього покоління належать до роботів зі штучним інтелектом. Вони створюють умови для повної заміни людини у сфері кваліфікованої праці, що мають здатність до навчання та адаптації в процесі вирішення виробничих завдань. Ці роботи здатні розуміти мову і вести діалог з людиною, формувати в собі модель зовнішнього середовища з тим чи іншим ступенем деталізації, розпізнавати й аналізувати складні ситуації,

формувані поняття, планувати поведінку, будувати програмні рухи виконавчої системи і здійснювати їх надійне відпрацювання.

Поява роботів різних поколінь не означає, що вони послідовно приходять на зміну один одному. У процесі розвитку вдосконалюються функціональні можливості і технічні характеристики роботів різних поколінь.

Блок-схема ПР являє собою складну конструкцію, яка включає ряд систем: механічну, приводів керування, зв'язку з оператором, інформаційне, а також операційний пристрій. Механічну систему виконують, як правило, у вигляді маніпулятора, що має кілька ступенів рухомості, укріпленого на нерухомій або рухомій основі; вона забезпечує переміщення робочого органа з певним вантажем. Форма і габаритні розміри маніпулятора визначаються видом і особливостями технологічного процесу, для якого він призначений. Створені моделі ПР являють собою по суті багатокоординатні маніпулятори з програмним керуванням, програмовані за першим циклом. Їх системи керування, крім основних функцій з керування рухом робочих органів маніпулятора, забезпечують видачу сигналів на обслуговуване устаткування, приймання сигналів від найпростіших датчиків зовнішньої інформації, які працюють за принципом «Так-Ні», та використання цих сигналів для вибору тієї чи іншої підпрограми роботи з числа заданих оператором. Наявність зовнішнього контуру керування істотно розширило галузі застосування створених ПР, так як дало змогу використовувати їх по відношенню до автоматизованого процесу не тільки як універсальних маніпулювальних, але також і як керуючих пристроїв. Наявність датчиків і відповідних електронних схем зовнішньої інформації надало цим ПР принципово нової здатності адаптації до мінливих умов роботи. Привод для кожної з координат ПР забезпечує силовий вплив на відповідний механізм, що здійснює задане переміщення. Приводом служить автоматична система, вхідним сигналом якої є детермінований вплив керуючої системи, а вихідним сигналом – механічне переміщення. Розроблення типу ПР, що має істотне значення для організації їх виробництва, проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт ще не закінчене. У

цей час найбільш розроблений типаж ПР першого покоління. Так, наприклад, у верстатобудівній та інструментальній промисловості за структурою типаж цих ПР підрозділяють на такі групи і підгрупи: універсальні ПР, що обслуговують різне технологічне обладнання і виконують різні основні технологічні операції; цільові ПР підйомно-транспортної групи (багатоцільові), що обслуговують різне технологічне обладнання, виконують транспортно-складські та спеціальні роботи; цільові ПР виробничої групи (багатоцільові), які використовуються для виконання різних технологічних операцій зварювання, очищення і підготовки деталей, фарбування і нанесення покриттів, розбирання, контролю, вимірювання, відбракування, розмітки і складання.

ТЕМА 8. Супутникові технології радіонавігації та радіозв'язку в залізничній галузі

Для гарантування безпеки руху та оперативного контролю стану транспортних магістралей важливо приділити увагу питанню застосування супутникових технологій радіонавігації і мобільного радіозв'язку в залізничній галузі при створенні автоматизованих систем управління залізничним транспортом.

У цій темі наведено приклади використання таких систем за кордоном. Оцінено можливість і необхідність використання цих прогресивних технологій на залізницях України.

8.1 Автоматизовані системи управління на залізниці

У всіх економічно розвинених країнах залізничний транспорт є стратегічно важливою галуззю національної економіки і, крім того, забезпечує зайнятість і ділову активність частини працездатного населення країни.

На потреби залізничної галузі працюють такі галузі народного господарства, як металургія, прокат металів, машинобудування та інші.

Залізниця забезпечує основну частку вантажних і пасажирських перевезень у країні і відповідно є джерелом вагомої частини бюджетних надходжень.

Технічна і технологічна структури сучасних автоматизованих систем управління залізничним транспортом (АСУЗТ) безсумнівно належать до найбільш складних систем, оскільки вони стають усе більш комплексними, а їх ступінь автоматизації неухильно зростає.

Постійний контроль – моніторинг робочого технічного стану функціонуючих в інтенсивному режимі залізничних магістралей – є обов'язковою регулярно діючою технологічною операцією з підтримки безпеки руху в цій найважливішій народногосподарській транспортній галузі кожної економічно розвиненої країни.

Особливо такий контроль важливий у гірських районах та інших регіонах, небезпечних у геологічному відношенні (можливість переміщення ґрунтів і порід).

Повсюдне використання супутникової навігації для високоточної прив'язки місцевості при геодезичних роботах дає змогу планувати більш широке застосування цієї високої технології також і при проектуванні та укладанні нових магістралей.

По території України у зв'язку з її центральним географічним положенням проходять інтенсивні транспортні і вантажні трансконтинентальні потоки:

«північ–південь»;

«захід–схід».

Укрзалізниця є членом Міжнародного союзу залізниць (МСЗ). Тим самим має доступ до західних науково-дослідних і проектних розробок, стандартів, технологій, матеріалів нарад експертів та комісій.

Через країни Центральної і Східної Європи проходять пріоритетні транспортні коридори, чотири з яких – через територію України:

К-3: Берлін-Вроцлав-Катовице-Львів-Київ;

К-5: Трієст-Копер-Постойна-Любляни-Будапешт-Ужгород-Львів;

К-7: Дунайський;

К-9: Пловдив-Бухарест-Кишинів-Роздільна-Київ-Вітебськ-Псков-С.Петербург-Хельсинки (з гілками: Роздільна-Одеса; Київ-Мінськ-Вільнюс-Каунас-Клайпеда; Київ-Москва).

Укрзалізниця забезпечує функціонування таких коридорів по території України. Для цього створюються спеціалізовані вагони та візки з розсувними колісними парами і такими, що витримують значне навантаження на швидкісних магістралях, а також застосовуються навігаційні технології.

Тому залізниці для нашої країни – це велика історично сформована національна інфраструктура, що гарантує транзитні перевезення.

На цей час залізничний транспорт в Україні успішно і динамічно розвивається.

Свідченням цього є останні інновації:

- 1) введення в експлуатацію швидкісних пасажирських маршрутів руху;
- 2) перевезення автотранспортних поїздів на залізничних платформах;
- 3) колісні бази, що переставляються автоматично при переході на європейську колію і назад (SUW2000) тощо.

Меншою мірою поки що залізнична галузь в Україні використовує такі передові інноваційні технології, як:

- супутникові радіонавігаційні системи (СРНС);
- цифрові високошвидкісні системи зв'язку;
- географічні інформаційні системи (ГІС).

Останнім часом забезпечення цих робіт в Україні набуває особливого значення, тому що відставання у використанні їх результатів на залізничному транспорті найближчим часом буде причиною затримки подальшого розвитку галузі, що є неприпустимим при плануванні входження України в транспортну та інформаційну інфраструктуру ЄС.

Не менш важливим є завдання інформаційного забезпечення чотирьох з дев'яти Критських міжнародних транспортних коридорів, що проходять по території України.

Основні вимоги цього завдання – надійна інформаційна доступність об'єктів управління в кожній точці коридора, створення спеціалізованих інформаційних підсистем контролю за місцем розташування транспортних одиниць і вантажів на всій відстані українських ділянок транспортних коридорів.

8.2 Супутникові радіонавігаційні системи

Розвиток залізничних перевезень супроводжується безупинним об'єктивним процесом удосконалення автоматизованих систем управління залізничним транспортом (АСУЗТ).

Практика управління сучасним залізничним транспортом потребує подальшого поліпшення АСУЗТ на основі сучасного інформаційного забезпечення, включаючи:

- ідентифікацію залізничних поїздів як об'єктів управління;
- установлення відмітних ознак поїздів;
- реалізацію високоточного визначення поточних координат поїздів і відхилення їх маршрутів від заданих параметрів;
- оперативне врахування умов зовнішнього транспортного середовища, що швидко змінюється.

У зв'язку з цим фахівці усе більше уваги приділяють питанням застосування в залізничній галузі таких передових технологій, як супутникові радіонавігація і радіозв'язок.

Побудова АСУЗТ на основі систем супутникової радіонавігації забезпечує вирішення таких завдань управління:

- підвищення безпеки руху;
- забезпечення оптимальних режимів водіння поїздів;
- контроль параметрів руху поїздів на електронних картах диспетчерських центрів (ДЦ) залізниці;
- забезпечення навігаційного супроводу поїздів;
- автоматичне ведення «швидкостемірної стрічки» і графіка виконаного руху.

Практична реалізація інформаційного забезпечення АСУЗТ основана на застосуванні апаратури користувачів (АК) СРНС на базі приймальних індикаторів, доповнених бортовими тахографами – електронними приладами – реєстраторами параметрів руху, що використовують приймальні модулі СРНС, дані одномоетричних датчиків руху, а також інформацію електронної бази даних залізниць.

База даних залізниці у вигляді програмного забезпечення ГІС містить інформацію про особливості залізничних колій, а саме:

- дані про вертикальний і горизонтальний профілі колій;
- значення обмежень швидкості на перегонах;
- координати схем станцій;

- метрики відстаней до об'єктів підвищеної уваги й обмежень та ін.

Обмін інформацією між локомотивними бригадами і ДЦ може здійснюватися по каналах відомчого залізничного зв'язку, корпоративних чи виділених каналах мобільного зв'язку загального застосування, або нарешті, у разі потреби, по мобільних каналах супутникового зв'язку.

За оцінками фахівців, застосування СРНС в АСУЗТ дає можливість значно збільшувати ефективність традиційних діючих систем сигналізації і блокування, підвищувати інтенсивність руху без загрози зниження норм безпеки, складати основу систем запобігання зіткненням, забезпечувати ефективний контроль за вагонним парком і оперативне спостереження за небезпечними і дорогими вантажами.

Таким чином, інформаційні можливості АСУЗТ істотно розширюються.

У перспективі передбачено застосування супутникових технологій радіонавігації і радіозв'язку разом із широким використанням сучасної обчислювальної техніки, мікроелектроніки і потужних засобів програмування.

Це дасть можливість забезпечувати загальну тенденцію зменшення впливу людського фактора в управлінні залізничним рухом, що в остаточному підсумку буде сприяти перетворенню автоматизованих систем управління в цілком автоматичні на основі елементів штучного інтелекту.

8.3 Особливості застосування супутникових радіонавігаційних систем у залізничній галузі

Супутникові радіонавігаційні системи на сьогодні є основними датчиками навігації і місця розташування рухомих об'єктів, у тому числі класу AVL (Automatic Vehicle Location), оснащеними диспетчерським зв'язком. Їх широке застосування у цей час в автотранспорті робить транспортну галузь найбільшим споживачем датчиків інформаційних радіонавігаційних полів СРНС у цивільній сфері.

Радіонавігаційне поле СРНС як джерело координатно-тимчасової інформації характеризується високою відносною точністю короткочасних обсервацій.

Недоліком цих систем можна назвати неможливість абсолютно точного визначення географічних координат.

До недоліків належить і тимчасове переривання визначення місця рухомого об'єкта через втрату обсервації сузір'я навігаційних космічних апаратів (НКА) при проходженні об'єктом маршрутів у гірській чи лісистій місцевостях, і повне переривання зв'язку із супутником, а отже, і можливості навігації при проходженні тунелів.

Урахування характеру залізничних магістралей і рухів поїздів по них багато в чому дає можливість зменшити вплив ряду зазначених особливостей СРНС на визначення місця рухомих поїздів, тому навігаційне поле СРНС вважається основним координатним датчиком в АСУЗТ.

Це зумовлено такими об'єктивними фізичними, технологічними і топологічними факторами залізничної інфраструктури:

- залізниця – це регулярна, здебільшого лінійна структура, що прив'язує вектор швидкості рухомого поїзда до напрямку магістралі;

- мінімальна відстань між залізничними коліями є характерною і фіксованою нормативною величиною (для США – 4,3 м при ширині колії 1,45 м), що визначає вимогу на допуск роздільної здатності визначення місця поїзда величиною $\Delta 1 = 2$ м.

Цей допуск дає змогу при передачі координатних даних однозначно і надійно ідентифікувати колію, на якій перебуває поїзд;

- на залізничній магістралі розміщені фіксовані, характерні (однозначні) точки прив'язки маршрутів, а саме: стрілки, переїзди, мости, тунелі і деякі інші об'єкти, абсолютні географічні координати яких прив'язані на місцевості з високою геодезичною точністю.

Для завдань управління рухом точність прив'язки може мати допуск близько $\Delta 2 = \Delta 1/2 = 1$ м, що значно зменшує витрати на прив'язку по маршруту. У цьому випадку мова йде не про точність геодезичних робіт, необхідну при будівництві, ремонті і

моніторингу залізничних колій, коли потрібна більш висока, зазвичай сантиметрова, і навіть більша для деяких завдань точність;

- залізничні колії мають деякі топологічні фіксовані та обміряні протяжні характерні ділянки, а саме: повороти і заокруглення, що також забезпечує незалежну від СРНС координатну прив'язку рухомого поїзда в абсолютних географічних координатах.

Усі ці фактори залізничної колійної інфраструктури дають можливість за допомогою спеціальної обробки робити згладжування координатної інформації, одержуваної від СРНС, у тому числі і при тимчасовому перериванні обсервації угруповання НКА на деяких ділянках маршруту. Для цього в складі програми АСУЗТ необхідно мати спеціальну підпрограму з розвинутою ГІС усієї магістралі.

Така ефективна обробка координатної інформації одержала умовну назву «евристична GPS». Суть її полягає в тому, що в місцях розташування перерахованих вище унікальних фіксованих точок чи ділянок магістралі, завантажених у масив ГІС, здійснюється короткочасна відносна координатно-тимчасова прив'язка рухомого поїзда. Це дає можливість списувати похибку, що накопичується, абсолютного визначення координат рухомого об'єкта, одержуваного від GPS.

Іншою широко застосовуваною методикою зменшення абсолютних координатних похибок GPS є застосування диференціального режиму (ДР) роботи GPS (DGPS).

ДР – це відомий і широко використовуваний фізичний та математичний загальнонавігаційний метод списування систематичних помилок зчислення координат у точках, координати яких відомі з більшою вірогідністю, ніж забезпечує використовувана апаратура і стандартна методика визначення місця.

В основі DGPS лежить компенсація помилок шляхом вирахування поточних відліків координат по апаратурі користувача й апаратурі контрольно-коригувальної станції (ККС), координати якої прив'язані до місцевості з геодезичною точністю. Систематичні помилки АК, пов'язані з наявністю просторової і тимчасової декореляцій складових похибок

визначення місця по GPS, компенсуються методом вирахування з цих похибок поправок місцевизначення найближчої локальної ККС, розташованої в цьому регіоні.

Щодо GPS, яка є національною військовою системою США, то відповідно до «Меморандуму» спільної робочої групи Міноборони і Мінтрансу США від 23 грудня 1993 р. диференціальний режим рекомендовано для всіх цивільних користувачів як основний. За цією рекомендацією ДР забезпечує користувачів, крім поправок, які гарантують високу якість визначення місця в умовах селективного доступу (Selective Available – SA), що вводиться в загальногромадянський код Урядом США в особливих умовах, ще й виробленням інформації підтвердження працездатності, надійності, доступності і цілісності GPS.

Основна функціональна структурна одиниця ДР – це ККС, що накопичує в постійному режимі відліки по всіх спостережуваних навігаційних космічних апаратах, згладжує їх на великому інтервалі часу, визначає систематику похибок щодо свого геодезичного положення і «координатний шум» як міру якості навігаційного поля й апаратури ККС.

Таким чином, вектор стану (ВС) користувача, що включає такі складові, як координати, вектор швидкості і системний час, визначається за двома одночасними вимірами у рознесених точках – у користувача та в ККС.

Основні принципи диференціальних (чи, інакше, різницевих) вимірів по GPS на цей час добре розроблені. До різницевих обсервацій GPS належить також вимірювання псевдодальності методом фазових вимірів, широко використовуваних при статичних спостереженнях у геодезичних роботах як метод високоточних вимірів із субметровою і більшою точністю. Для рухомих об'єктів ДР є основним при одержанні високих точностей у відповідальних випадках навігації та оперативного місцевизначення. ДР є також основним, за допомогою якого усуваються невизначеності фазового методу, у випадку, якщо його застосування викликане технічною необхідністю.

У складі структури диференціальної підсистеми GPS, крім ККС, у наземній інфраструктурі ДР варто передбачити також

фізичний канал передачі диференціальних поправок і мати особливу АК зі спеціальним введенням для них. Такий режим називається ширококомовним. Мається на увазі, що поправки транслюються всім користувачам як службова інформація з обчисленням точних координат на борті рухомого об'єкта. Якщо власне високоточне визначення координат користувачу-машиністу не потрібне, то застосовують альтернативний режим зворотного зв'язку (Inverse) (IDGPS), який не потребує цього каналу трансляції поправок, тому що в цьому випадку поправки враховуються на потужному сервері диспетчерської (базової) станції системи AVL/GPS при прийманні навігаційних повідомлень від корпоративних рухомих об'єктів. У цьому розумінні IDGPS є унікальною системою місцевизначення щодо диспетчеризації транспорту і картографічного забезпечення руху.

Для АСУЗТ диференціальний метод місцевизначення і навігації застосовується подвійно, при цьому одне з цих застосувань – з постобробкою, а друге – у реальному часі.

Перший напрямок робіт – це штатна геодезична прив'язка тисяч об'єктів усієї інфраструктури залізниці. Така робота для однієї із залізниць корпорації ARRC (США, штат Аляска) була виконана спеціалізованою геодезичною фірмою із субметровою точністю за 30 польових днів. Була проведена також постобробка (камеральна) матеріалів зйомки і створена ГІС усього залізничного господарства.

Інша забезпечувальна робота – це створення власної мережі ККС формування і трансляції оперативних поправок у реальному часі для охоплення загальної траси для всіх відліків координат усього поїзда на маршрутах. Для вирішення цього завдання у випадку згаданої залізниці була створена мережа 28 ККС і корпоративна мережа УКХ радіостанцій для трансляції поправок із забезпеченням одночасно всього службового зв'язку по всіх робочих каналах корпорації. Реалізована точність службової мережі диференціальних ККС у режимі on-line при використанні стандартних комерційних одночастотних (на частоті L1) приймачів GPS була близько 1 фути (30 см), що з надлишком перевищило обговорений вище допуск у 2 м на просторове розділення залізничних колій США.

8.4 Мобільний радіозв'язок і передача даних на залізницях

Забезпечення залізниць надійним оперативним мобільним радіозв'язком, у тому числі супутниковим, багато в чому стикається з проблемами, аналогічними для автомобільних магістральних перевезень.

Істотною оперативною частиною підсистеми запобігання зіткненням АСУЗТ є радіозв'язок і передача даних.

Для залізничної корпорації ARRC був розроблений корпоративний пакетувальний цифровий зв'язок між усіма фіксованими і рухомими об'єктами в нижній частині УКХ-діапазону (частота 39-40 МГц). Мережа транслює службові повідомлення, поточні координати поїздів, координатні диференціальні поправки до них і обслуговує замовників перевезень. Центральний радіовузол (хост) накопичує, селекує і розподіляє дані, а також направляє архівні дані про роботу залізниці корпорації ARRC у Мінтранс США.

Радіомережа корпорації має стільникову структуру.

Стільники можуть динамічно перепрограмовуватися для роботи в трьох режимах – базової станції, ретранслятора і віддаленої станції.

Оскільки радіохвилі УКХ-діапазону не обгинають поверхню земної кулі, а дальність зв'язку наземною хвилею визначається переважно дифракцією, то стільники з високо піднятими антенами розставляються на відстанях не більш 25-50 км, а потужність передавачів досягає 100 Вт. Цифровий протокол каналів зв'язку визначається комбінацією часового і частотного поділу каналів (відповідно – доступи протоколів TDMA і FDMA) при модуляції мінімального частотного зсуву з гаусовим зважуванням GMSK.

Швидкість передачі цифрових даних прийнята стандартною – 9,6 кбіт/с. Як бачимо, радіомережа корпорації ARRC є цілком сучасною пакетною цифровою стільниковою мережею.

На розвинених в економічному розумінні територіях (наприклад у ЄС), охоплених суцільним мобільним стільниковим зв'язком стандарту GSM, ця мобільна мережа загального користування покоління 2,5 G (у режимі GPRS) застосовується

для транспортних завдань на лізингових засадах. У цьому випадку реалізується більш висока швидкість цифрової передачі (до 100 кбіт/с), що дає можливість використовувати для зв'язку між фіксованими і рухомими об'єктами мережу Інтернет і передавати відеозображення ділянок залізниці, проблемних щодо безпеки.

Так, у Чехії на залізницях використовується для завдань корпоративного зв'язку стільникова мережа GSM загального призначення в модифікації радіодіапазону R з роумінгом зв'язку по всіх країнах ЄС.

У країнах з розвиненою залізничною структурою на віддалених ділянках і малообжитих місцях території, де відсутній мобільний наземний стільниковий зв'язок, на рухомих об'єктах повсюди використовуються зв'язні термінали міжнародного супутникового глобального мобільного зв'язку Інмарсат.

Досвіду застосування супутникового зв'язку на пасажирських поїздах Транссибірської магістралі набули залізничники Росії. Термінал типу Інмарсат-В встановлюється у вагоні начальника поїзда і пасажирів (за окрему плату) можуть у дорозі користуватися послугами зв'язку, у т. ч. відправленням і прийманням факсів.

Таку послугу в Україні надає акціонерна компанія «Річфлот» на круїзних суднах класу «ріка-море» через базову земну станцію Інмарсат у Голландії.

В Україні для вирішення цих завдань надаються послуги таких низькоорбітальних систем супутникового зв'язку, як «Orbcomm» і «Globalstar». Остання використовує термінали мобільного зв'язку зі сполученими режимами супутникової навігації і мобільного супутникового і стільникового зв'язку. Особливо варто відмітити нову перспективну геостаціонарну систему супутникового мобільного зв'язку з аналогічними сполученими режимами зв'язку типу «Thuraya» (власник ОАЕ), виділені антенні промені якої охоплюють усю Україну. Провайдером послуг цієї системи мобільного зв'язку в Україні є СП «Thuraya-Ukraine» зі штаб-квартирою у Києві.

Європейське співтовариство розробило і повсюдно широко експлуатує в Європі, у т. ч. по транспортних коридорах з наскрізною диспетчеризацією, власну континентальну систему

супутникового мобільного зв'язку з використанням GPS за проектом European Mobile Communication System (EMS чи EMSAT) для транспортних перевезень з місцевизначенням окремих рухомих одиниць.

Для забезпечення виконання цих послуг були запуснені спеціальні геостационарні супутники – спочатку італійський ITALSAT-1 (F2), а потім кілька європейських EUTELSAT.

Їх точка стояння над екватором 15 с. д. дає можливість охопити робочим променем весь Європейський континент. На сьогодні кількість транспортних одиниць перевізників різного призначення з терміналами EMSAT уже перевищила 250 000. Наразі використовуються термінальні комплекси EMSAT з такими режимами:

- голосовий зв'язок;
- факс і телекс;
- передача даних;
- короткі повідомлення SMS.

В усіх цих режимах можуть бути виділені замкнуті групи корпоративних користувачів, а саме:

- міжнародні транспортні перевізники;
- регіональний і територіальний транспорти в зонах, необладнаних стільниковим зв'язком;
- місцеві транспортні спеціальні служби (поліція, митниця, силові структури та ін.).

8.5 Гарантування безпеки руху на залізничному транспорті за допомогою супутникових радіонавігаційних систем GPS

Немає необхідності особливо підкреслювати важливість гарантування безпеки руху на залізницях. Для цього є можливість використання супутникових радіонавігаційних систем.

Нижче буде розглянуто як застосування СРНС може поліпшити безпеку руху на залізниці з урахуванням динамічної обстановки, що оперативно змінюється.

Підсистема гарантування безпеки руху є найважливішою складовою АСУЗТ. Практика управління сучасним залізничним транспортом потребує повсюдного застосування АСУ чи їхніх елементів (підсистем) на основі розвинутого інформаційного

забезпечення, включаючи реалізацію високоточного визначення в реальному часі поточних координат поїздів (локомотивів, дрезин та інших штатних рухомих об'єктів на залізничних коліях) як об'єктів управління, ідентифікацію всіх елементів забезпечення їх руху, оперативний облік умов зовнішнього середовища залізниць, що швидко змінюються.

У цих умовах система (підсистема) гарантування безпеки руху виступає як головний пріоритет АСУЗТ при одночасному підвищенні ефективності перевезень вантажів і пасажирів, зменшенні часу транзиту вантажів, дотриманні розкладу і графіка руху поїздів та інформатизації всього складного народногосподарського комплексу, яким є залізнична галузь країни.

Наприклад, у проекті системи запобігання зіткненням поїздів системою CAS (Collision Avoidance System), упровадженою в штаті Аляска США залізничною корпорацією ARRC, передбачені такі елементи для гарантування безпеки руху:

- рухомі поїзди (локомотиви та інші функціонально важливі оперативні рухомі засоби);
- поїзні бригади на маршруті;
- усі елементи системи управління залізничних колій (стрілки, світлофори та інші оперативні показчики);
- усі датчики елементів управління рухом (комутатори, переїзди, приколійна сигналізація, сервіс залізниці та ін.);
- інформаційні елементи (інформаційні табло, монітори, індикатори на борту локомотивів, в офісах диспетчерів і користувачів послугами залізничних експедиторів, а також для пасажирів на вокзалах).

З метою ув'язування всіх учасників руху та елементів інфраструктури, що гарантує безпеку, у єдину підсистему CAS використовуються також розвинуті канали провідного і цифрового радіозв'язку для обміну потоками тисяч сигналів та інформаційні поля СРНС, у першу чергу проекту GPS.

Система CAS проектується як пріоритетна директивна система і водночас (що надзвичайно важливо відзначити) вона повинна бути гнучкою і комфортною для користувача. Інакше вона потенційно може, гарантуючи безпеку, цілком заблокувати рух при частому і недостатньо виправданому втручанні в рух

через перестраховку і багаторазове введення режимів чи попереджень, тим паче тривоги. Це означає, що система CAS повинна задовольняти цілий перелік комплексних вимог, а саме: цілісність, безперервність, точність і надійність. Тільки за умови задоволення цих системних вимог вона буде гарантувати безпеку руху при одночасному зменшенні впливу людського фактора в такому складному техногенному середовищі, як залізниця.

8.6 Контроль стану залізничних магістралей

Процедура періодичного контролю (моніторингу) залізничних колій є найважливішою технологічною операцією з підтримання їх у належному технічному стані для безпечного руху поїздів, особливо на швидкісних трасах.

Ця процедура включає, крім періодичної реєстрації технічного стану колій, ще й регламентні виміри їх лінійних розмірів:

- відстані між рейками;
- подовжнього профілю колії;
- різниці висот рейок на поворотах;
- виявлення місць прогину рейок, що потребує підсипання баласту та інших операцій.

Стандартна геодезична технологія, що стала класичною, передбачає використання оптичних геодезичних приладів (теодолітів та ін.). Ця технологія надзвичайно трудомістка, потребує високої кваліфікації працівників, ручної праці і великих витрат часу. Тому вона далека від оперативності і від одержання результатів по ній у реальному часі. За наявними даними за один день бригада геодезистів може забезпечити штатний контроль і зйомку не більш як 10 км регулярної (не проблемної) залізничної колії.

Застосування СРНС для геодезичних робіт на сьогодні забезпечено високоточними двочастотними (діапазони L1 і L2) приймачами GPS, у тому числі з фазовими вимірами, відпрацьованими методиками і технологією постпроцесорної камеральної обробки.

У результаті (залежно від вимог і приладоматематичного забезпечення) реалізуються точності геодезичних зйомок –

відповідно субметрова, субдециметрова і міліметрова. Для задач з технічними вимогами моніторингу залізничних магістралей стандартна GPS-методика дає можливість за один день обміряти 200 км колії, тобто продуктивність праці збільшується порівняно з оптичною технологією у 20 разів. Більш того, цифрова постобробка дає можливість легко документувати дані, що гарантує високу вірогідність результатів і їх аудит.

Відомі два реалізовані проекти із застосування технології GPS для обмірювання параметрів залізниць. Вони принципово відрізняються за визначеними ознаками. Перший з них розроблений для австралійських залізниць за участі університету Мельбурна. Він оснований на застосуванні DGPS разом з інерціальними датчиками (гіроскопами) і датчиками нахилу (інклінометрами). Апаратура розміщена на автодрезині і забезпечує не тільки точне горизонтальне дециметрове розділення, але й критичні градієнтні відліки. Одночасно реалізоване програмне забезпечення швидкої картографії для ГІС, так званої технології RRM.

У результаті використання технології RTK – кінематичного спостереження за фазою сигналів GPS у реальному часі – було показано, що вимоги до точності прив'язки в горизонтальній площині задовольнялися, але у вертикальній вони були явно не достатніми. Було виявлено, що хоча технологія RTK забезпечує теоретично сантиметрову точність, на практиці (на прикладі австралійських залізниць, що проходять у лісах і горах) не завжди вдавалося в динаміці спостерігати не менш 4 НКА, необхідних для обчислень координат об'єктів. Тому в цьому проекті за основу була прийнята методика DGPS, що дає точність прив'язки результатів вимірів у 2-5 м у місцевій системі координат, що еквівалентно точності в масштабі 1:10 000 на досить великій площі. Таким чином, у проекті дистанцію, нахил і пеленг у комплексі одержували за допомогою DGPS, а для точного виміру кривизни і градієнта використовували високоточні твердотільні інклінометри.

Для реєстрації нахилів у двох ортогональних площинах використовували також електролітичні датчики гравітації.

При вимірах дрезина рухалася по обраній ділянці колії на дистанції до 150 км при рівномірному русі зі швидкістю

30 км/год з контрольними зупинками через 25-50 км, на яких здійснювалися фазові RTK-виміри. Усі відліки вимірів оцифровані та у темпі 5 відліків за секунду реєструвалися і трансливалися на хост по послідовному інтерфейсу RS-232.

На вимірювальній платформі використовувався 12-канальний приймач GPS для точного виміру швидкості поряд зі звичайним цифровим спідометром. Горизонтальні повороти вимірювалися методом поточного пеленга платформи за допомогою цифрового компаса-флюксометра. Через 12-15 днів ставали доступними результати постобробки з точністю до 1 м по всій дистанції вимірів в абсолютних координатах і до 10 см точності у відносних відліках. Найкритичнішими в проекті виявилися датчики-інклінометри. Найбільш задовільно вони працювали тільки в режимі беззупинного і рівномірного руху платформи.

При прискоренні, затримці, зупинці і реверсі руху виникали проблеми, викликані перехідними процесами у відліках.

Тому певний інтерес має інший, більш сучасний проект, виконаний для залізниць Великобританії Швейцарським федеральним інститутом технології (Цюріх). У проекті за основу взято метод технології RTK-кінематичного спостереження за фазою сигналів GPS у реальному часі. Апаратура монтується на триколісному безмоторному візку з ручним приводом, установлюваному на рейках, що отримав назву Swiss Trolley.

При швидкості візка 1,2 м/с один працівник в автоматичному режимі робить вимір параметрів колії при переміщеннях поїздів в умовах реального руху за розкладом, одержаним на зміну. При наближенні поїзда візок по команді, переданій дистанційно, знімається з рейок для пропускання поїзда. Як відомо, реально режим RTK (особливо при використанні двочастотного приймача GPS) забезпечує надлишкову для залізниці субсантиметрову точність. Разом з оптичною геодезичною станцією при роботі в тунелях комплекс Swiss Trolley забезпечує міліметрову точність.

Установлення на комплексі Swiss Trolley штатних вимірювальних геодезичних приладів дає можливість робити повне вимірювання параметрів рейкових колій. При цьому гарантується точність вимірів лінійних відхилень на рівні 0,5 мм і кутових відхилень на рівні 0,5 мрад. Колісна пара візка оснащена

двома одометрами з усередненням середньої лінії, що дає можливість робити зчитування колій при тимчасовій відсутності можливості місцевизначення по навігаційних супутниках. Таким чином, реалізується так званий режим «мертвого ходу» DR (Dead Reckoning), що є звичайним для всіх транспортних засобів із супутниковою навігацією. Уся вимірювальна апаратура комплексу калібрується на мірній дистанції рейкової колії. Постобробка координатних вимірів провадиться на обчислювальному комплексі, що містить у програмі 11-каскадні фільтри Калмана. До складу комплексу можуть бути включені також такі високотехнологічні датчики, як лазерний сканер і доплерівський датчик руху міліметрового діапазону хвиль.

У цілому комплекс Swiss Trolley являє собою сучасний вимірювальний інструмент, що демонструє традиційно високі швейцарські рівні реалізації апаратури і культуру вимірів.

Наведені аналітичні матеріали підтверджують, що застосування супутникової навігації в залізничній галузі демонструє перехід цієї високої технології в практичну фазу застосування для завдань автоматизованого управління рухом із гарантуванням безпеки, моніторингу рейкових колій і будівництва залізниць.

Національні програми освоєння високої технології супутникової радіонавігації виконуються під керівництвом Національного космічного агентства України (НКАУ). На цей час у країні функціонує ряд геодезичних служб і мереж референсних і ККС GPS, у тому числі при Національній академії наук України (НАНУ) з центром у Головній астрономічній обсерваторії (ГАО) (Голосієве, Київ). Ряд творчих колективів і виробничих організацій освоїли ці високі технології, організували постачання відповідної апаратури і розроблення програмних продуктів. Найбільш близьким до вирішення завдань контролю над залізничними коліями варто вважати фундаментальне дослідження GPS-моніторингу ділянок території АР Крим, небезпечних у сейсмічному сенсі.

Організація застосування супутникових технологій навігації і зв'язків у залізничній галузі України потребує у першу чергу обґрунтування, оцінки ефективності та умов залучення інвесторів. З урахуванням важливості залізничної галузі для

економіки країни і необхідності збільшення транзитного потенціалу України варто очікувати, що це відбудеться найближчим часом.

ТЕМА 9. Технологія продовження терміну експлуатації вагонів з урахуванням екологічних вимог до нього

Однією з основних вимог до вагонного парку є надійна безпечна робота протягом усього терміну служби. Водночас відбувається погіршення технічного стану вагонів залежно від терміну служби, знижується їх експлуатаційна надійність.

Аналіз технічного стану наявного парку вагонів залізниць України свідчить про його значне зношення.

9.1 Актуальність та концепція технології ремонту пасажирських вагонів у сучасних умовах

Через обмеженість придбання нових пасажирських вагонів у необхідній кількості, для запобігання скороченню інвентарного парку як один із напрямків необхідно визначити нові підходи до продовження наявного нормативного терміну служби вагонів, що вичерпали ресурс, за рахунок удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів, що, безумовно, буде сприяти економії матеріальних ресурсів конкретного підприємства і галузі в цілому.

У ситуації, яка склалася, актуальною є проблема забезпечення працездатності та підтримування надійного технічного стану наявного вагонного парку через проведення відновлювальних ремонтів, у тому числі з модернізацією і продовженням терміну служби.

Тобто центр ваги з вирішення цих питань у теперішній час зміщується на якість ремонтних заходів.

Необхідно шукати нові підходи для вирішення проблеми відновлення технічного ресурсу пасажирських вагонів.

Потрібно змінювати систему життєзабезпечення вагона за рахунок переходу до системи ремонту, яка була б зорієнтована на кожен конкретний вагон від його технічного стану.

Індивідуальними повинні бути і терміни постановки вагонів у ремонт і методи їх відновлення, тобто система ремонту повинна бути функцією їх технічного стану.

Концепція індивідуального підходу до формування технології ремонту вагона передбачає пророблення й обґрунтування великого комплексу взаємопов'язаних питань і насамперед необхідність оцінки їх технічного стану й остаточної несучої спроможності.

Відомо, що одним з найбільш істотних критеріїв економічного і технічного розвитку країни є рівень стану її транспортної системи. Сучасні транспортні засоби необхідні передусім для задоволення потреб клієнтури, що сприяє збереженню попиту на використання транспорту.

При експлуатації будь-якої транспортної системи велике значення приділяється оптимальному терміну служби транспортних засобів і елементів її інфраструктури.

Від тривалості терміну експлуатації залежать економічні й екологічні показники транспорту.

Проте у зв'язку зі швидким розвитком техніки, упровадженням сучасних високих технологій значна тривалість експлуатації негативно позначається на ритмі оновлення транспортних засобів і, отже, на задоволенні потреб клієнтури, сприяє відтоку пасажирів і зменшенню кількості вантажів, що перевозяться.

Для залізниць з їх міцним і надійним рухомим складом, з низькою питомою витратою енергоресурсів, незначною негативною дією на природу і найбільш високим рівнем безпеки руху термін служби має особливе значення.

У Європі середній вік залізничного рухомого складу, що експлуатується, переважно складає 20 років, у Росії – 20-25 років, а в Україні – більше ніж 25 років.

Вагони фізично і морально застаріли і великий відсоток їх не відповідає сучасним вимогам перевезення пасажирів. Близько 85 % вагонів не обладнано системами кондиціонування повітря, практично у всіх вагонах бракує екологічно замкнутих туалетних систем, що значно погіршує комфортність поїздок. Це знижує конкурентоспроможність пасажирського залізничного транспорту порівняно з автомобільним.

Система капітального ремонту (КР-1, КР-2) рухомого складу, що існує на цей час, покликана встановити й усунути наслідки фізичного зношення пасажирського вагона та забезпечити його працездатність у межах нормативного терміну служби, уже не задовольняє ні експлуатаційників, ні користувачів. І справа тут не лише в тому, що витрати на підтримку в працездатному стані рухомого складу в останню третину його терміну служби у 2,2 рази вищі, ніж у першу.

Основна причина полягає в неефективності і недоцільності використання пасажирського рухомого складу, зважаючи на його моральне старіння вже після 10 років експлуатації.

Пасажирські вагони проходять КР-1 через 5 років, КР-2 – через 20 років, КВР – не раніше ніж через 20 років; ДР – через 2 роки або після досягнення 300 тис. км пробігу, ТО-3 – не пізніше ніж через 6 місяців або після досягнення 150 тис. км пробігу.

Пасажирські вагони проходять нижченаведені види технічного обслуговування та ремонту.

ТО-1 – технічне обслуговування. Проводиться перед кожним відправленням у рейс, а також щоденно на шляху прямування: огляд та дрібний безвідчипний ремонт. Його проводять оглядачі, ПЕМ, ЛНП, провідники. Ці робітники несуть відповідальність за справний технічний стан обладнання вагонів.

ТО-2 – технічне обслуговування. Проводиться перед початком літніх та зимових перевезень.

ТО-3 – технічне обслуговування (єдина технічна ревізія основних вузлів вагона). Проводиться через 150 тис. км пробігу, але не пізніше 6 місяців експлуатації з відчепленням вагона від складу поїзда в пунктах формування та встановленням трафарету на торці вагона.

ТР – поточний ремонт – призначений для підтримування вагонів у технічно справному стані в період між плановими ремонтами (деповським або капітальними). Проводиться у міру необхідності з відчепленням вагона від складу та постановкою його на спеціалізовані ремонтні під'їзні колії.

ДР – деповський ремонт – призначений для підтримування вагонів у технічно справному стані в період між капітальними ремонтами. Проводиться у вагонному депо по пробігу

300 тис. км, але не пізніше 2 років експлуатації з постановкою трафарету на торці вагона.

КР – капітальний ремонт – проводиться на вагоноремонтних заводах з постановкою трафарету на торці вагона:

КР-1 – капітальний ремонт першого обсягу – через 5 років експлуатації;

КР-2 – капітальний ремонт другого обсягу – через 20 років експлуатації;

КВР – не раніше ніж через 20 років.

В умовах конкурентного ринку необхідність забезпечити рентабельність перевезень вимушує залізничні компанії обмежувати витрати на придбання нового рухомого складу. Вони використовують різні способи продовження терміну експлуатації вагонів і локомотивів, що вже відслужили свій нормативний термін служби, шукають можливості зменшити витрати на їх обслуговування.

Одним з основних шляхів, що дасть змогу зменшити витрати на оновлення парку і в той же час надати пасажиром сучасний рухомий склад з належним рівнем комфорту, є його модернізація або так званий капітально-відновлювальний ремонт з продовженням терміну служби (КВР).

Під модернізацією розуміється внесення до конструкції рухомого складу кардинальних змін, спрямованих на істотне поліпшення техніко-економічних характеристик і повніше задоволення клієнтів – пасажирів та вантажовідправників.

КВР передбачає попередню оцінку залишкового ресурсу і наступного (наближеного до повного) відновлення ресурсу вагона із заміною або ремонтом будь-яких складальних елементів кузова і ходових частин.

Модернізацію вагонів, як правило, проводять з таких причин:

- 1) морально і фізично застаріли основні вузли;
- 2) вагони не відповідають вимогам пасажирів відносно рівня комфорту, що надається;
- 3) високі експлуатаційні витрати роблять нерентабельною подальшу експлуатацію вагонів;
- 4) велика частина вузлів і деталей придатна для подальшого їх використання;

5) рама і ходова частина мають залишковий термін служби не менше ніж 10 років;

6) економічні можливості не дають змоги придбати нові вагони.

Установлення нових вузлів, агрегатів і деталей на старі вагони дає змогу, при значно менших витратах, перетворити їх практично в нові. Природно, технічні характеристики модернізованого вагона ніколи не матимуть таких же значень, як у нового вагона.

Незважаючи на це, модернізація повністю відокремилася від ремонтної практики колишнього часу. Вона стала визнаним методом оновлення парку в багатьох країнах світу, у тому числі в таких країнах, як США, Англія, Франція, Німеччина, Росія, Україна, Австралія та ін.

Для зменшення витрат терміни модернізації призначаються з таким розрахунком, щоб вони збіглися з плановим ремонтом, що проводиться згідно із звичайним графіком технічної експлуатації вагона.

За результатами проведених у різних країнах обстежень працездатності металоконструкцій вагонів залежно від терміну їх експлуатації був зроблений висновок, що міцний каркас вагонного кузова здатний служити до 50 років.

Зважаючи, що вартість модернізації одного вагона становить не більше ніж $2/3$ вартості нового і що при цьому можна отримати максимально високі доходи при мінімальних витратах, залізничні компанії й інші власники рухомого складу в масовому порядку модернізують вагони, які перебувають в експлуатації.

Комплексною програмою реорганізації вітчизняного локомотиво- і вагонобудування, системи експлуатації і ремонту рухомого складу передбачено придбання рухомого складу нового покоління; виконання капітальних ремонтів з продовженням термінів служби вагонів, що перебувають в експлуатації (КРП), і капітально-відновлювальних ремонтів з продовженням їх терміну служби (КВР).

Технологічний процес КВР переважно виконується на перервно-потоківих комплексно-механізованих лініях.

У перелік підготовчих робіт входять такі операції: демонтаж вимірювальних приладів, продування низу рами вагона, очищення від пилу салону та обмивання всього вагона.

При КВР підвищуються не лише експлуатаційні якості пасажирського вагона, але й на 15 років продовжується термін його служби.

Основна концепція відновлювального ремонту пасажирських вагонів наведена в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Основна концепція відновлювального ремонту пасажирських вагонів

КВР (що досягли 20-22 років)	КРП (що досягли 28 років)
1 Повне розбирання кузова до металу 2 Відновлення і посилення кузова 3 Повна заміна ізоляції, внутрішнього устаткування, електропроводки, систем електрообладнання, системи опалювання і водопостачання 4 Установлення віконних блоків та екологічно чистих туалетів 5 Ходові частини, гальмівне обладнання, автозчеп ремонтуються в обсязі КР-2	1 Розбирання кузова до підвіконної частини 2 Відновлення та місцеве посилення кузова 3 Часткова заміна ізоляції стін і підлоги 4 Часткова заміна облицювання бічних стін і настилу підлоги 5 Ходові частини, гальмівне обладнання, автозчеп, система електрозабезпечення, кондиціонування повітря, внутрішнє обладнання, вікна, опалення, водопостачання ремонтуються в обсязі КР-1

Продовження таблиці 9.1

Ефективність технічних рішень	Ефективність технічних рішень
Продовження терміну служби на 15 років, збільшення міжремонтних пробігів,	Продовження терміну служби на 5 років

зниження експлуатаційних витрат	
---------------------------------	--

Далі виконують зняття підкузовного обладнання, застосовуючи при цьому спеціальні платформи з гідравлічними підйомними механізмами пантографного типу, які розміщуються під візками вагона нижче від рівня підлоги.

На наступних позиціях розбирають внутрішнє обладнання: електрообладнання, дерев'яні деталі кузова, дивани, теплоізоляцію тощо, та від'єднують візки.

Далі вагон на спеціальних технологічних візках спрямовується на позицію дробоструминного очищення кузова від старої фарби.

Елементи кузова, товщина яких унаслідок корозії руйнації зменшилася більш ніж на 20 %, вирізають газовим, плазмовим або лазерним різанням та замінюють новими частинами за допомогою приварки тонким зварювальним дротом діаметром не більш ніж 1,2 мм.

З метою підвищення корозійної стійкості на металоконструкції кузова як усередині, так і зовні наносять методом металізації шар цинку товщиною 80...100 мкм. Для металізованого покриття використовується цинковий дріт діаметром 2,5 мм. Напилення виконують ручним пістолетом при струмі 80...85 А при напрузі 22...23 В.

Модернізація несучих конструкцій кузова вагона, застосування нових матеріалів, надійний корозійний захист дає змогу ставити питання визначення нового терміну служби вагона після КВР.

Найбільш надійним шляхом техніко-економічного обґрунтування КВР є проведення комплексу теоретичних і експериментальних робіт для оцінки ресурсу основних несучих конструкцій вагона: рам візків, надресорних балок і кузова.

Комплекс теоретичних і експериментальних обґрунтувань продовження терміну служби вагонів після КВР містить такі роботи:

- ударно-визначальні випробування пасажирського плацкартного і купейного вагонів для порівняльної оцінки їх опору дії подовжніх навантажень;

- розрахунок напружено-деформованого стану кузова вагона і рами візка з використанням детальних кінцево-елементних моделей, у тому числі з урахуванням корозії основних несучих елементів;

- ударні ресурсні випробування кузова пасажирського купейного вагона;

- динамічні ходові випробування та випробування на міцність пасажирських плацкартних і купейних вагонів на характерних ділянках їх експлуатації;

- стендові вібраційні випробування кузова пасажирського плацкартного вагона при дії вертикальних циклічних навантажень.

Проведений цикл теоретично-експериментальних робіт, які спираються на великий обсяг випробувань і на використання унікального випробувального устаткування, дав змогу зробити нижченаведені основні висновки:

1 Існує реальна можливість подальшої експлуатації пасажирських вагонів протягом 23 років після проведення капітально-відновного ремонту в умовах і за технологією ВАТ «Дніпровагонрембуд».

2 Динамічні якості пасажирських вагонів після проведення КВР задовольняють вимоги, що ставляться до нових і модернізованих вагонів.

3 Слід вважати доцільним установити термін служби рам візків пасажирських вагонів, рівний 41 року від їх побудови.

4 Можна рекомендувати встановлення терміну служби надресорних балок пасажирських вагонів, рівний 51 року від побудови.

9.2 Обґрунтування лімітної ціни модернізації пасажирського вагона після закінчення нормативного терміну служби

Для обґрунтування лімітної ціни модернізації пасажирського вагона після закінчення нормативного терміну служби розроблено методику і номограму для її визначення.

Визначення оптимальної ціни модернізації пасажирського вагона після закінчення терміну служби є однією з функціональних підсистем інтегрованої логістичної підтримки вартості життєвого циклу продукції вагонобудування.

Сьогодні з'явилося й активно впроваджується в практику управління життєвим циклом виробів наукоємної продукції поняття «Інтегрована логістична підтримка». Найпростіше і ємке визначення цього поняття звучить так: розроблення, виготовлення й управління післяпродажним обслуговуванням об'єкта з мінімальними витратами на одиницю продукції або одиницю часу роботи за весь період життєвого циклу виробу.

Пасажирські вагони мають тривалий життєвий цикл і витрати на поствиробничих стадіях життєвого циклу, пов'язані з їх підтримкою в працездатному стані, перевищують витрати на придбання нового рухомого складу. Тому зростають вимоги комплексної оптимізації витрат на експлуатацію, модернізацію рухомого складу. При цьому слід урахувати зміну цін на всі види ресурсів і нового рухомого складу, а також комерційні інтереси замовника.

Питанню скорочення витрат на одиницю продукції, що випускається, або одиницю часу роботи технічних засобів транспорту приділялося багато уваги ще в Радянському Союзі. Результати математичного розв'язання задачі обґрунтування оптимальної вартості вагонів увійшли до підручника «Вагонное хозяйство» для вищих навчальних закладів МШС, який вийшов у світ у 1988 р. (автори д.т.н., проф. Грідюшко В. І., к.т.н., проф. Бугаєв В. П., к.т.н., проф. Криворучко Н. З.). На цю проблему звернена увага в підручнику «Вагонное хозяйство» випуску 2003 р. за редакцією д.т.н., проф. Устича П. А. Проте на державному рівні ця проблема в Радянському Союзі не отримала підтримки й уваги, а залишилася на рівні наукових розробок.

Руйнівні 90-ті роки усунули на другий план вирішення цієї проблеми. За пройдений час країни світу значно просунулися вперед по шляху практичного вирішення цих завдань і впровадження отриманих результатів у національні і загальноєвропейські стандарти.

На цей час не існує детальної методики визначення вартості життєвого циклу виробів, яка б урахувала визначення лімітної ціни модернізації рухомого складу після закінчення нормативного терміну служби.

У Європі перші кроки у напрямі стандартизації визначення вартості життєвого циклу технічних засобів залізничного транспорту вже зроблені.

Один з найбільш значущих – введення в дію європейського стандарту EN50126 «Об'єкти залізничного транспорту. Вимоги і підтвердження надійності, безвідмовності, ремонтпридатності та безпеки» і створення Союзом європейської залізничної промисловості «Керівництва за вартістю життєвого циклу виробу».

Залізниці є великими споживачами рухомого складу. Вони витрачають значні кошти на його придбання, технічне обслуговування і ремонт у процесі експлуатації.

Події 90-х рр. призвели до того, що на сьогоднішній день більшість залізниць колишнього СРСР мають застарілий парк пасажирських вагонів. При цьому значна кількість пасажирських вагонів працює після закінчення встановленого терміну служби. Фінансових коштів на придбання нових пасажирських вагонів не вистачає.

Залишається можливим проведення модернізації з продовженням терміну служби таких вагонів за ціною, меншою ніж ціна нового вагона, проте слід зазначити, що при цьому не повинна страждати безпека руху.

Тому є гостра необхідність обґрунтування раціональних рішень з модернізації пасажирських вагонів у рамках концепції вартості життєвого циклу.

Обґрунтувати межі економічної доцільності модернізації пасажирських вагонів у рамках концепції вартості життєвого циклу з урахуванням постійної зміни цін на нові вагони, вживання реальної норми дисконту при обліку різночасності витрат і результатів, а також нормативної ефективності інвестиції.

Капітальний ремонт пасажирського вагона з модернізацією запропоновано проводити після закінчення нормативного терміну служби для відновлення міцності кузова, працездатності устаткування, гарантування безпеки руху поїздів і усунення морального зносу, унаслідок чого вагон набуває підвищеної комфортності й екологічності.

У розвинених країнах світу накопичено достатній досвід модернізації пасажирських вагонів. На рисунку 9.1 розглянуто тимчасові схеми організації експлуатації і ремонту пасажирського вагона за порівнюваними варіантами:

- 1) базовий варіант – придбання нового вагона;
- 2) модернізація вагона і відстрочене на 12 років придбання нового вагона.

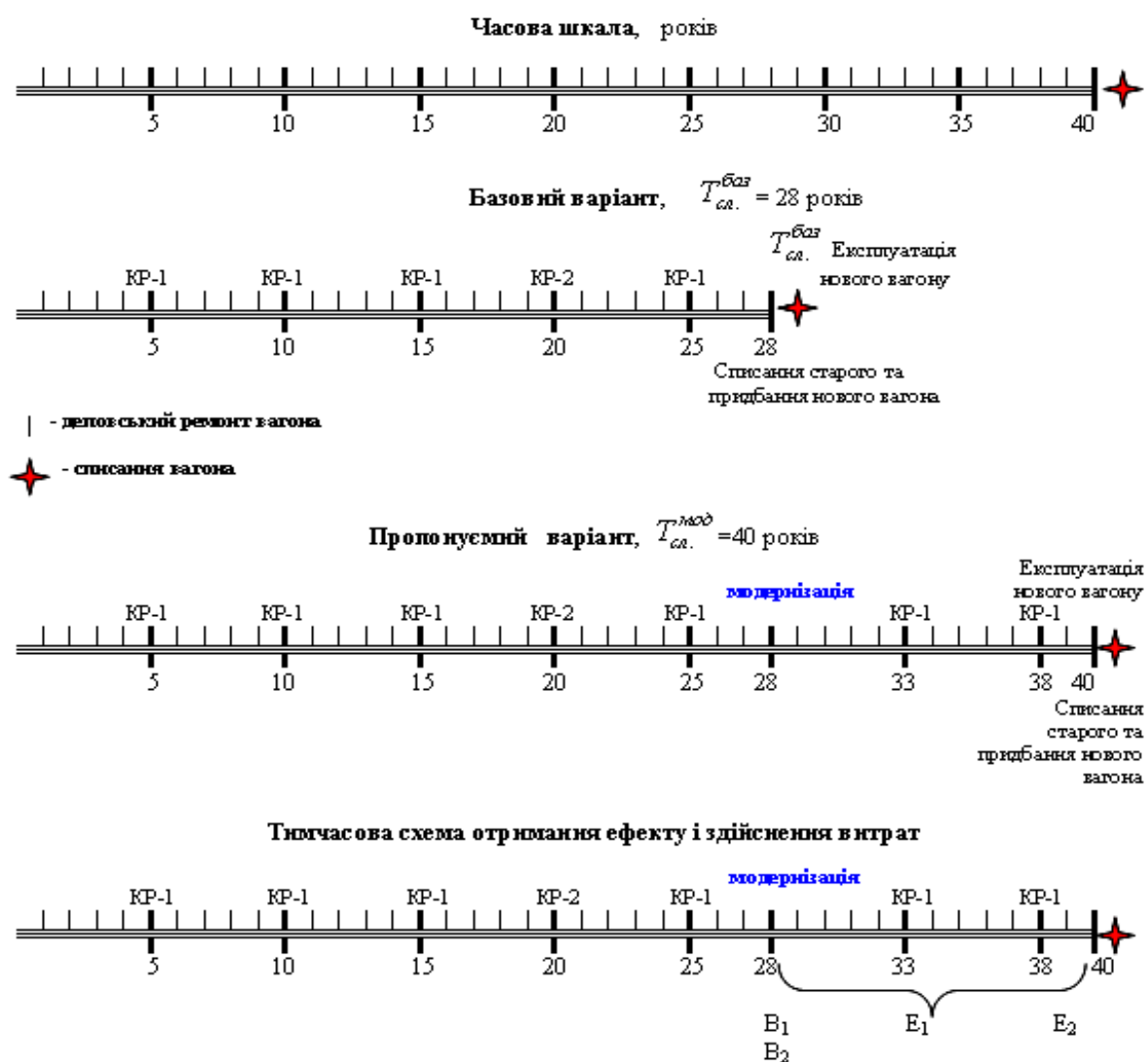


Рисунок 9.1 – Порівняння базового і запропонованого варіантів здійснення модернізації

Проведення модернізації з продовженням терміну служби забезпечує отримання економії за такими складовими:

1) економія E_1 , що досягається за рахунок додаткового терміну служби вагона;

2) економія E_2 , яка отримана при продовженні терміну служби за рахунок проведення модернізації, що дає змогу віддалити капітальні вкладення на придбання нового вагона;

3) економія E_3 , що отримана при виконанні модернізації, коли знімаються окремі вузли і деталі базової моделі вагона, які можуть бути використані після їх відновлення для деповського і капітального ремонтів цієї моделі вагона.

Загальна економія є сумою з трьох складових:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 . \quad (9.1)$$

На проведення модернізації потрібні додаткові витрати:

1) капітальний ремонт з модернізацією пропонується проводити в точці списання вагона. Додаткові витрати на модернізацію – V_1 ;

2) у точці списання вагона не з'являється дохід у розмірі ліквідаційної вартості вагона. Це додаткові втрати – V_2 .

Загальні витрати становитимуть

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 . \quad (9.2)$$

Проведення капітального ремонту з продовженням терміну служби і модернізацією доцільне, якщо отримувана економія перевищуватиме витрати, тобто якщо буде дотримуватись нерівність

$$E_{\text{заг}} > V_{\text{заг}} .$$

При рівності розміру економії і витрат, тобто при $E_{\text{заг}}=V_{\text{заг}}$, варіанти проведення модернізації або придбання нового вагона будуть рівноєфективні. У сучасних умовах при переході до ринкової економіки необхідно враховувати комерційний інтерес замовника (залізниці).

Для дотримання комерційного інтересу та економічної доцільності інноваційного проекту необхідно, щоб дотримувалась умова

$$\frac{E_{заг}}{K_E} \geq 3_{заг},$$

де K_E – коефіцієнт, що враховує комерційні інтереси замовника.

Значення K_E може коливатися в достатньо широких межах від реальної норми дисконту, рівної відсотковій ставці на депозит у ВКВ на ринку довгострокового капіталу, і до 50 % річних і навіть вище з урахуванням ризику проекту.

З'являється можливість розрахувати лімітну ціну на капітальний ремонт вагона з продовженням терміну служби і модернізацією виходячи з рівняння

$$\frac{E_{заг}}{K_E} = 3_{заг} \quad (9.3)$$

або будемо мати

$$\frac{E_{заг}}{K_E} = 3_1 + 3_2. \quad (9.4)$$

Звідси ціна модернізації має дорівнювати граничним витратам на модернізацію, які можна визначити за формулою

$$3_1 = \frac{E_{заг}}{K_E} - 3_2. \quad (9.5)$$

Коефіцієнт, що враховує економічні інтереси замовника, раціонально розглянути в діапазоні 1,2 + 2,0. Нижнє значення відповідає нормальній нормі прибутку, а верхнє – відповідає кращим міжнародним досягненням – при модернізації пасажирських вагонів.

Використовуючи реальні ціни на пасажирські вагони за певний період, співвідношення витрат на проведення модернізації і ремонту пасажирських вагонів розраховано граничну величину ціни на капітальний ремонт пасажирських

вагонів різних типів з продовженням терміну служби і модернізацією в частках від ціни придбання нового пасажирського вагона.

На підставі отриманих результатів, наведених у таблиці 9.2, складена номограма для визначення верхньої межі ціни модернізації залежно від тієї реальної норми дисконту, що приймається, і розрахункового коефіцієнта ефективності для певної залізниці.

У техніко-економічних обґрунтуваннях у більшості випадків застосовується величина, що називається розрахунковим коефіцієнтом ефективності E_p .

При проведенні розрахунків застосовується коефіцієнт, що враховує комерційні інтереси замовника, K_E .

Ці величини взаємопов'язані:

$$E_p = K_E - 1.$$

Таблиця 9.2 – Граничні значення ціни модернізації в долях від ціни нового пасажирського вагону

Реальна норма дисконт у $E_{pд}$	Коефіцієнт ефективності K_E								
	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
0,04	0,429	0,414	0,401	0,389	0,377	0,366	0,356	0,346	0,336
0,06	0,489	0,476	0,464	0,452	0,44	0,429	0,42	0,41	0,4
0,08	0,541	0,53	0,518	0,508	0,497	0,487	0,477	0,468	0,458
0,1	0,587	0,576	0,566	0,556	0,546	0,538	0,529	0,52	0,511
0,12	0,626	0,617	0,607	0,599	0,59	0,583	0,574	0,566	0,559

За результатами проведеного багатоваріантного розрахунку складено номограму в координатах (рисунок 9.2).

По осі абсцис відкладена величина нормативного коефіцієнта ефективності залежно від вживаної реальної норми дисконту $E_{pд}$, а по осі ординат – ціна модернізації у відсотках від ціни нового вагона.

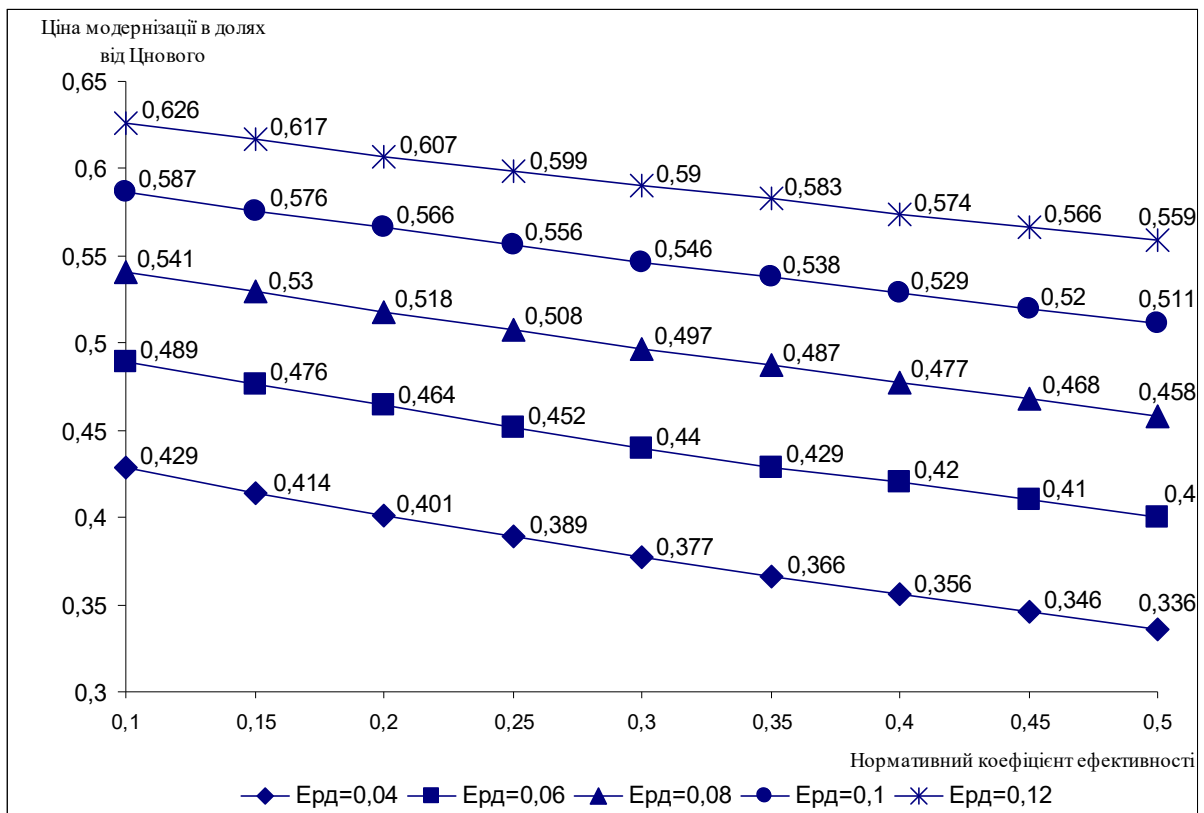


Рисунок 9.2 – Номограма для визначення верхнього значення ціни модернізації

Відповідно до обґрунтування зону оптимальних розв'язків приймаємо в діапазоні значень реальної норми дисконту $E_{рД}=0,08-0,1$ і нормативного коефіцієнта ефективності $E_H=0,15-0,25$. На цей момент при $E_{рД}=0,1$ і $E_H=0,25$ отримуємо, що економічно обґрунтована ціна модернізації пасажирського вагона становитиме приблизно 55,6 % від ціни нового вагона.

На сьогоднішній день більша частина парку пасажирських вагонів відслужила свій термін. Протягом ще 5-10 років до неї приєднається більш ніж половина парку пасажирських вагонів. Пасажирські вагони є дорогими основними фондами. Одним з варіантів оновлення парку пасажирських вагонів є капітальний ремонт з продовженням терміну служби і модернізацією пасажирського вагона. У цьому випадку витрати менші, ніж при придбанні нового пасажирського вагона. Тому необхідно вибрати раціональний варіант оновлення парку пасажирських вагонів.

У сучасних умовах необхідний розгляд і вживання інтегрованої логістичної підтримки вартості життєвого циклу пасажирських вагонів, один з окремих випадків якої – це

визначення й обґрунтування оптимальної (лімітної) ціни модернізації пасажирського вагона після закінчення нормативного терміну служби.

Розроблена методика розрахунку та побудована номограма дає змогу визначити лімітну ціну модернізації пасажирського вагона після закінчення нормативного терміну служби.

Методика розрахунку враховує, що при проведенні пропонованої модернізації витрати і результати виникають у різний час, також ураховуються комерційні інтереси замовника. У зв'язку з тим, що постійно змінюються ціни на всі види ресурсів і на готову продукцію, щоб урахувати ці зміни, запропоновано лімітну ціну відображати в частках від ціни нового пасажирського вагона.

Розрахунковим шляхом визначена лімітна ціна модернізації пасажирського вагона після закінчення нормативного терміну служби, яка прийнятна як для виробника (заводу), так і для замовника (залізниці). Результати розрахунків свідчать про високу ефективність упровадження капітального ремонту з продовженням терміну служби і модернізацією пасажирського вагона.

Його застосування дає перспективу оздоровлення тієї частини парку пасажирських вагонів, яка перебуває за межами встановленого терміну служби 28 років і продовжити їх термін служби до 41 року. Це загальноприйнята міжнародна практика.

У країнах Західної Європи за рахунок модернізації продовжується термін служби пасажирських вагонів до 50 років.

9.3 Модернізація вагонних конструкцій при ремонті вантажних вагонів

9.3.1 Основні вимоги до технічного обслуговування і ремонту вантажних вагонів

Справний стан рухомого складу, що експлуатується, – неодмінна умова його нормального утримання. Правилами технічної експлуатації забороняється випускати в експлуатацію і допускати до включення в поїзди рухомий склад, що має несправності, які загрожують безпеці руху, а також ставити в

поїзди вантажні вагони, стан яких не забезпечує збереження вантажів, що перевозяться.

Відповідальність за якість виконаного технічного обслуговування, ремонту і безпеку руху вагонів покладається як на працівників, що безпосередньо здійснюють технічне обслуговування і ремонт, так і на майстрів, начальників заводів, депо, майстерень, пунктів підготовки вагонів до перевезень і пунктів технічного обслуговування.

У Правилах технічної експлуатації встановлені основні вимоги до технічного обслуговування і ремонту вагонів. Відповідно до цих вимог установлена система технічного обслуговування і ремонту вагонів, а також норми міжремонтного пробігу і терміни періодичності ремонтів.

Види технічного обслуговування і ремонту вагонів та їх періодичність установлюють залежно від пробігу у кілометрах або гранично допустимих термінів експлуатації між ремонтами.

Так, наприклад, криті вантажні вагони, виготовлені після 1984 р., проходять КР через 13 років після побудови і через 12 років – після чергового КР; їх піддають ДР через 3 роки після побудови і через 2 роки після ДР і КР або пробігу 100 тис. км.

Утримання вагонів у справному стані досягається регулярним технічним обслуговуванням їх по шляху прямування і своєчасним ремонтом зношених і пошкоджених елементів вагона.

Вантажні вагони не закріплюються за певною залізницею, оскільки обертаються по всій залізничній мережі. Це і визначає систему їх ремонту й технічного обслуговування. Правила технічної експлуатації забороняють подачу під вантаження вантажів і посадку людей без пред'явлення вагонів до технічного обслуговування і запису в спеціальному журналі про визнання їх придатними. Усі вагони зазнають технічного обслуговування в пунктах підготовки вагонів до перевезень, на станціях формування і розформування поїздів, а по шляху прямування – на станціях, передбачених у графіці руху поїздів.

Система технічного обслуговування і ремонтів вантажних вагонів передбачає виконання таких видів робіт:

ТО – це контроль за технічним станом вагонів, які перебувають у складі поїзда, а також порожні, які відібрані для

навантаження і не потребують відчеплення від состава поїзда; виявлення несправностей та їх усунення, постановка в поїзди і прямування в них справних вагонів;

ТОВ-1 – технічне обслуговування порожніх вагонів, які проходять комплексну підготовку до перевезень з відчепленням від поїзда і подачею на спеціальні ремонтні колії або пункти;

ТОВ-2 – технічне обслуговування вагонів з відчепленням від транзитних, прибулих чи сформованих на станції поїздів для усунення виявлених несправностей і відновлення працездатності вагонів;

ДР – деповський ремонт – це плановий ремонт із заміною деяких вузлів і деталей, що перевершили термін служби, ремонт чи відновлення пошкоджених частин і деталей, необхідні профілактичні роботи з вагоном;

КР – капітальний ремонт – плановий ремонт, що виконується на заводах, де усувають усі несправності, поновлюють зношені вузли і деталі вагона, здійснюють модернізацію і фарбування;

КВР – капітально-відновлювальний ремонт, який виконується на ВРЗ, де усуваються всі несправності, повністю поновлюються відповідальні вузли і деталі, проводиться модернізація, фарбування, продовжується термін служби вагонів;

КРП – капітальний ремонт з продовженням терміну корисного використання (до 5 років).

Вилучення вантажних вагонів з робочого парку для деповського ремонту встановлено за такими нормативами:

- після виконання деповського ремонту при досягненні 100 тис. км загального пробігу, але не пізніше ніж через 2 роки експлуатації;

- після виконання капітального ремонту при досягненні 160 тис. км загального пробігу, але не пізніше ніж через 2 роки експлуатації;

- після виконання капітального ремонту з продовженням визначеного терміну служби вагонів через 210 тис. км загального пробігу, але не пізніше ніж через 3 роки експлуатації.

Сумарна потужність чотирьох заводів України (Дарницького, Стрийського, Панютинського і Попаснянського)

забезпечує потребу ПАТ «Укрзалізниця» в капітальному ремонті вантажних вагонів.

Одночасно гостро стоїть проблема з ремонтом нафтобітумних цистерн, бункерних вагонів, цементовозів і мінераловозів. Спеціалізованих виробництв з очищення, підготовки, нейтралізації і ремонту в Україні немає.

9.3.2 Комплексна модернізація

Необхідно відзначити, що останнім часом модернізувати вантажні вагони в Україні почали не лише ВРЗ (Дарницький, Укрспецвагон та ін.), деякі депо, але й вагонобудівні заводи.

Дарницький вагоноремонтний завод, який виконує КР, КРП і КВР, здійснює ремонт практично всіх типів вагонів, включаючи електропоїзди і пасажирські.

При модернізації напіввагонів кузов видаляється повністю, а від рами залишається лише хребтова і шворневі балки.

Після їх ретельного діагностичного контролю і ремонту (за необхідності) починається процес будівництва практично нового вагона, який навіть конструктивно відрізняється від свого прототипу.

Зважаючи на щорічне збільшення попиту на капітально-відновний ремонт, вагоноремонтні підприємства прагнуть оснастити виробництво сучасним устаткуванням. Це дає змогу заводам за рахунок зменшення термінів виконання ремонтних робіт, підвищення культури виробництва і якості отримувати швидко віддачу від зроблених капітальних вкладень.

Таким чином, ураховуючи обмеженість інвестиційних ресурсів залізничних компаній України, капітальний ремонт вагонів з продовженням терміну їх служби на 10-15 років залишиться пріоритетним найближчими роками при вирішенні експлуатаційних проблем.

Він забезпечує дві безперечні переваги:

- продовження економічно виправданого терміну служби рухомого складу;
- повніше задоволення потреб у якісних вантажних перевезеннях завдяки використанню того ж рухомого складу.

Крім того, модернізація частенько приносить компаніям-операторам істотну економію капітальних вкладень, оскільки вартість такого ремонту не перевищує 50 % від вартості нового вагона.

9.3.3 Комплексна модернізація візків вантажних вагонів

Протягом багатьох десятиліть у парку вантажних вагонів України та країн колишнього СРСР широко використовуються трьохелементні візки моделі 18-100. Ці візки поряд з позитивними рисами (простота конструкції, невисока вартість виготовлення, технологічність у ремонті та ін.) мають істотні недоліки. Головні з них – незадовільні характеристики при вписуванні в криві, значний знос коліс і рейок, схильність до самозбудження коливань виляння під час руху на прямих ділянках колії і в пологих кривих, інтенсивне зношення третьових елементів. У міру зношування конструктивних елементів вплив цих недоліків зростає: збільшується інтенсивність зношення елементів фрикційної системи демпфірування, п'ятникових вузлів і буксових прорізів, зменшується критична швидкість вагонів. Під час руху вагонів зі швидкостями, вищими від критичної, інтенсивні виляння візків і коливання кузова щодо візків негативно впливають на безпеку руху, а в деяких випадках призводять до сходу рухомого складу з рейок.

Необхідність підвищення безпеки руху та надійності роботи вантажних вагонів потребує конструктивних змін ходових частин вантажних вагонів. Ця проблема вирішується впровадженням комплексної модернізації візків вантажних вагонів (проект С03.04) (рисунок 9.3). Рішенням Комісії Ради по залізничному транспорту повноважних фахівців вагонного господарства залізничних адміністрацій країн СНД від 22-24 листопада 2005 р. проект С03.04 внесений у «Класифікатор модернізації вантажних вагонів», а 19-21 березня 2007 р. погоджено курсування в магістральному повідомленні напіввагонів на візках моделі 18-100, комплексно модернізованих за проектом С03.04 з 1 червня 2007 р. Проект рекомендований усім залізничним адміністраціям.

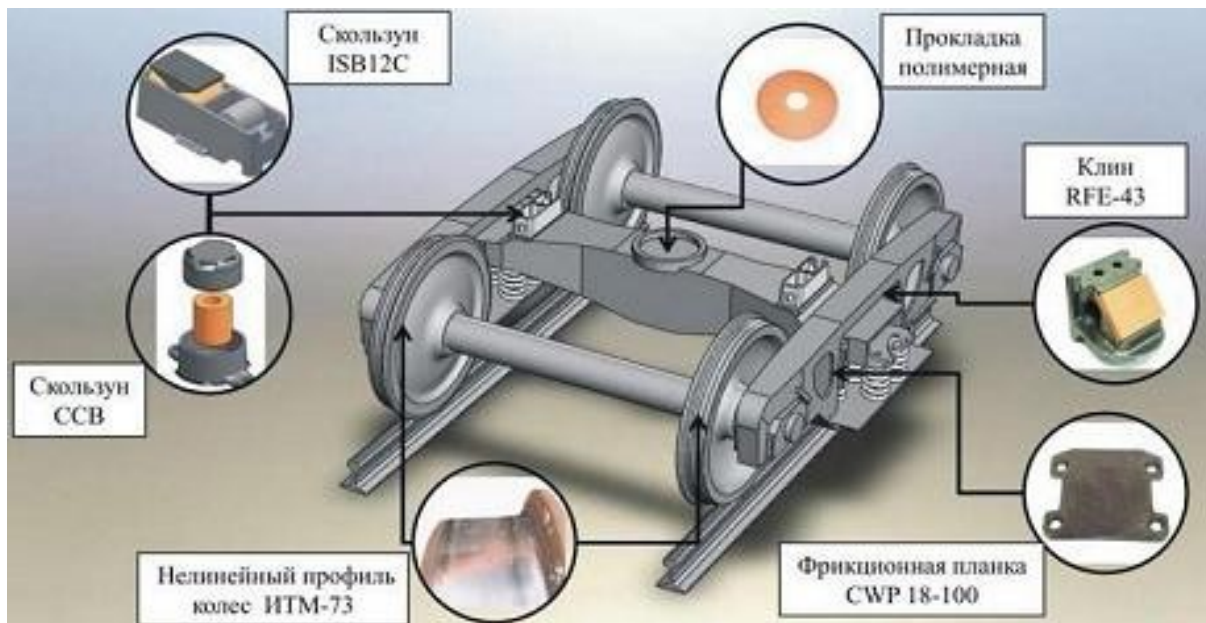


Рисунок 9.3 – Модернізація візків вантажних вагонів

Комплексна модернізація візків вантажних вагонів передбачає такі зміни:

- бічні ковзуни постійного контакту (рисунок 9.4), призначені для гасіння коливань виляння візка щодо кузова (що дає змогу підвищити критичну швидкість вагона і зменшити інтенсивність зношення окремих вузлів);

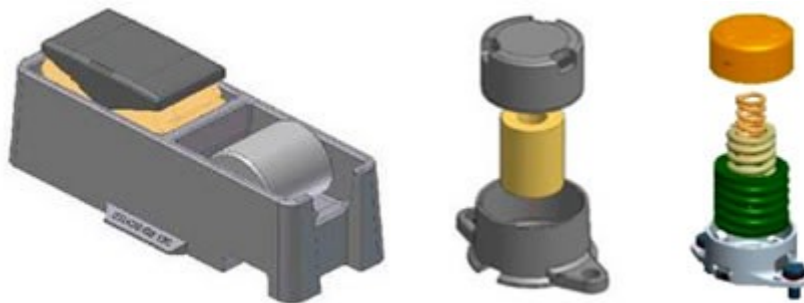


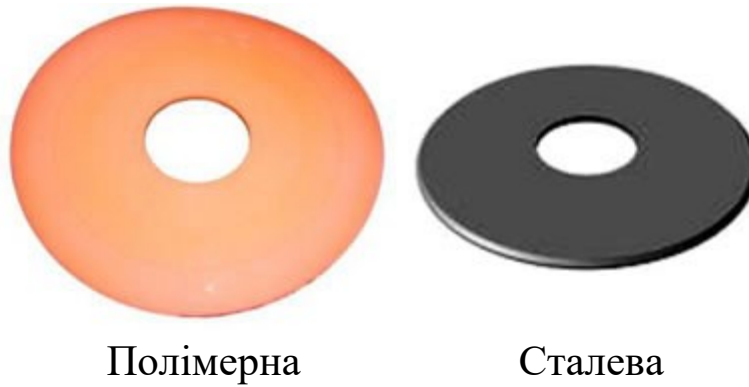
Рисунок 9.4 – Бічні ковзуни постійного контакту

- фрикційні клини з високоміцного чавуну з пружними поліуретановими накладками на похилих поверхнях і зносостійкі фрикційні планки (рисунок 9.5), призначені для істотного зменшення зношення клинової системи демпфірування (що дає змогу значно збільшити ресурс її елементів, домогтися безвідмовної роботи вузла демпфірування);



Рисунок 9.5 – Фрикційні клини з пружними поліуретановими накладками на похилих поверхнях і зносостійкі фрикційні планки

- прокладка між п'ятником і підп'ятником (рисунок 9.6), призначена для поліпшення роботи п'ятникового вузла і зменшення його зношення;



Полімерна

Сталева

Рисунок 9.6 – Прокладка між п'ятником і підп'ятником

- колеса з новим нелінійним профілем ІТМ-73 (рисунок 9.7) дають змогу у 2-3 рази зменшити інтенсивність зношення гребенів коліс і рейок та полегшити вписування вагонів у криволінійні ділянки колії;



Рисунок 9.7 – Колесо з новим нелінійним профілем ІТМ-73

- накладка буксового прорізу (рисунок 9.8) захищає вузол тертя букса-боковина від зношення, виключає можливість перекосу з цієї причини колісних пар.



Рисунок 9.8 – Накладка буксового прорізу

В Україні комплексно модернізовано за проектом С03.04 близько 11000 напіввагонів, в т.ч. більш ніж 3000 – під час будівництва.

Розроблені проекти комплексної модернізації та проведені приймальні й експлуатаційні випробування довгобазних платформ, вагонів-хоперів (зерновозів, окатишевозів, цементовозів, мінераловозів), універсальних критих вагонів поширюють можливість її застосування на ці типи вагонів.

На цей час розроблено проект комплексної модернізації і проводяться випробування цистерн.

З 2006 р. Крюківський вагонобудівний завод розпочав випуск вагонів на візках моделі 18-7020, в основу конструкції яких закладено проект С03.04.

Ведеться активна робота щодо вдосконалення модернізованих вузлів, міжремонтні пробіги яких становлять менше ніж 1 млн км.

Призначення модернізації візків вантажних вагонів – збільшення ресурсу візків та покращення динамічних показників вантажних вагонів.

Суть технології – заміна стандартних вузлів тертя візків на нові з покращеними ресурсними характеристиками, введення в конструкцію нових пристроїв, що дають змогу підвищити динамічні показники вагона.

Перевагами проекту є можливість модернізації візків як тих, що експлуатуються, так і нових вагонів. При цьому вартість

вагона збільшується лише на 3-4%, а ресурс найбільш зношуваних деталей збільшується в декілька разів, а деяких у 10 разів.

Експлуатаційні та динамічні випробування, а також стеження за вагонами в експлуатації підтвердили, а в деяких випадках і перевищили прогнози оцінки ефективності модернізації, що пропонується.

Розроблений та впроваджений проект комплексної модернізації візків вантажних вагонів С03.04 дав змогу проводити модернізацію візків вантажних вагонів. При цьому використовуються три елементи компанії А.Stucki (США) та зносостійкий профіль коліс ІТМ-73 (Україна). Модернізація за цим проектом проводиться на всіх вагоноремонтних заводах і в десяти вагонних депо України. Налагоджено систему ремонту та утримання модернізованих вагонів.

Порівняння характеристик стандартних та модернізованих візків вантажних вагонів наведено на рисунку 9.9 і в таблиці 9.3.

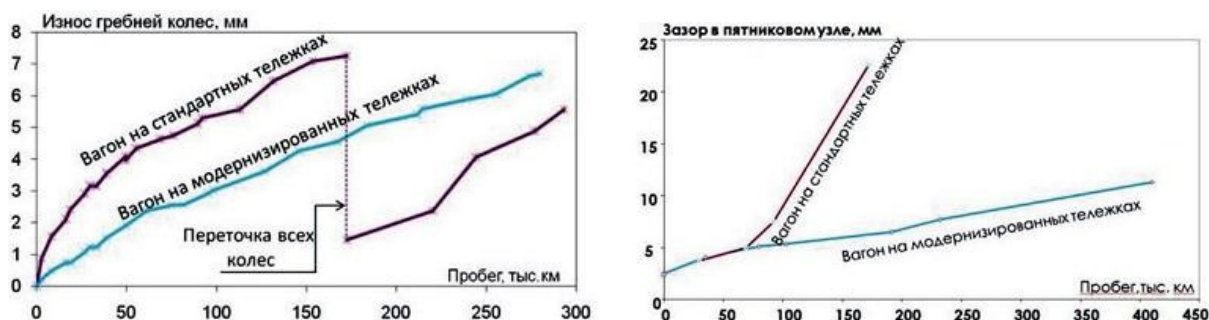


Рисунок 9.9 – Порівняльні діаграми характеристик стандартних та модернізованих візків

Таблиця 9.3 – Характеристики вантажних візків за різними модернізаціями

Важливі характеристики	Модернізація за проектом С03.04 (Україна)	Модернізація за проектом М1698 (Росія)	Візок моделі УВЗ (Росія)
1	2	3	4
Ресурс, тис. км, по: гребеню колеса (до першого переточування); клиновій системі гасіння коливань;	300-400 1000-1200 700	100-150 160-210 160-210	100-150 160 Немає даних

підп'ятниковому вузлу			
-----------------------	--	--	--

Продовження таблиці 9.3

1	2	3	4
Критична швидкість у порожньому стані із середньозношеними колесами, км/год	120	60-80	110-120
Ремонтопридатність	Немає необхідності в проведенні енергозатратних ремонтних робіт	Відновлення деталей візків при деповському ремонті	Немає даних
Вартість, USD	2000-2500	450-550	Немає даних
Термін окупності, рр.	1,8-2,3	Не менш ніж 5	Немає даних

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Національна концепція впровадження та розвитку екологічно чистого виробництва в Україні (проект) [Текст]. – Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2005. – 24 с.

2 Бойчук, Ю. Д. Екологія і охорона навколишнього середовища [Текст]: навч. посібник / Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, О. В. Бугай. – Суми: Університетська книга, 2002. – 283 с.

3 Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням [Текст]: підручник / за заг. ред. Л. Г. Мельника та М. К. Шапочки. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. – 759 с.

4 Екологія [Текст]: навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. / С. І. Дорогунцов, К. Ф. Коценко, О. К. Аблова [та ін.]. – К.: КНЕУ, 1999. – 152 с.

5 Охрана окружающей природной среды [Текст]: учеб. для вузов / Г. В. Дуганов, М. З. Лавриненко, В. А. Петин, В. В. Чмовж; под ред. Г. В. Дуганова. – К.: Вища шк., 1988. – 304 с.

6 Ветошкин, А. Г. Защита литосферы от отходов [Текст]: учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2006. – 224 с.

7 Ветошкин, А. Г. Защита окружающей среды от энергетических воздействий [Текст]: учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. – М.: Высш. шк., 2010. – 382 с.

8 Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты газоочистки [Текст] : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2006. – 232 с.

9 Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты гидросферы [Текст]: учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2004. – 188 с.

10 Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты пылеочистки [Текст] : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2005. – 210 с.

11 Ветошкин, А. Г. Процессы инженерной защиты окружающей среды (теоретические основы) [Текст]: учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2004. – 325 с.

12 Еремкин, А. И. **Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу** [Текст]: учеб. пособие / А. И. Еремкин, И. М. Квашнин, Ю. И. Юнкеров. – М. : Изд-во АСВ, 2001. – 176 с.

13 Иванов, Н. И. **Инженерная экология и экологический менеджмент** [Текст] : учебник / Н. И. Иванов, И. М. Фадин. – М. : Логос, 2003 – 528 с.

14 Инженерная экология [Текст] : учебник / под ред. В. Т. Медведёва. – М. : Гардарики, 2002. – 687 с.

15 Луканин, В. Н. **Промышленно-транспортная экология** [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Луканин, Ю. В. Трофименко; под ред. В. Н. Луканина. – М. : Высш. шк., 2003. – 273 с.

16 Охрана окружающей среды [Текст] : учебник / под ред. С. В. Белова. – М. : Высш. шк., 1991. – 319 с.

17 **Очистка производственных сточных вод** [Текст] : учеб. пособие для вузов / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов; под ред. С. В. Яковлева. – М. : Стройиздат, 1985. – 334 с.

18 Родионов, А. И. Техника защиты окружающей среды [Текст]: учеб. для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. – М. : Химия, 1989. – 512 с.

19 Систер, В. Г. **Экология и техника сушки дисперсных материалов** [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Г. Систер, В. И. Муштаев, А. С. Тимонин. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 1999. – 670 с.

20 Штокман, Е. А. **Очистка воздуха** [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Штокман. – М. : Изд-во АСВ, 1999. – 319 с.

21 **Охрана окружающей среды** [Текст]: учеб. для техн. спец. вузов / С. В. Белов, Ф. А. Барбинов, А. Ф. Козьяков [и др.]; под ред. С. В. Белова. – М. : Высш. шк., 1991. – 319 с.

22 Интегрированная логистическая поддержка жизненного цикла наукоемкой продукции [Текст]: учебник / А. Е. Бром, А. А. Колобов, И. Н. Омельченко; под ред. А. А. Колобова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 296 с.

23 Юсфин, Ю. С. Промышленность и окружающая среда [Текст]: учеб. для вузов / Ю. С. Юсфин, Л. И. Леонтьев, П. И. Черноусов. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2002. – 437 с.

24 Тимофеева, Л. А. Основы экології [Текст]: конспект лекцій / Л. А. Тимофеева, Л. І. Путятіна. – Харків : УкрДАЗТ, 2014. – Ч. 1. – 46 с.

25 Економічна історія [Текст] : курс лекцій / Н. О. Тимочко, О. А. Пучко, Л. М. Рудомьоткіна [та ін.]. – К. : КНЕУ, 2000. – 268 с.

26 Конкурентоспособность продукции и предприятия [Текст] / Б. В. Буркинский, Е. В. Лазарева, И. Н. Агеева [и др.]; под ред. Б. В. Буркинского. – Одесса: ИПРЭЭИ НАН Украины, 2002. – 132 с.

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

28 Скорик, Є. Т. Застосування супутникових технологій навігації та зв'язку в автотранспортній галузі [Текст] / Є. Т. Скорик, В. М. Кондратюк // Наука та інновації. – 2007. – Т. 3, № 1. – С. 20-36.

29 **Очистка промышленных газов от пыли** [Текст] / В. Н. Ужов, А. Ю. Вальдберг, Б. И. Мягков, И. К. Решидов. – М. : Химия, 1981. – 392 с.

30 Пальгунов, П. П. Утилизация промышленных отходов [Текст] / П. П. Пальгунов, М. В. Сумароков. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.

31 Пирумов, А. И. Обеспыливание воздуха [Текст] / А. И. Пирумов. – М.: Стройиздат, 1981. – 296 с.

32 Рамм, В. М. Абсорбция газов [Текст] / В. М. Рамм. – М. : Химия, 1976. – 655 с.

33 Цыган, Б. Г. Вагоностроительные конструкции. Изготовление, модернизация, ремонт [Текст] : монография / Б. Г. Цыган, А. Б. Цыган; под ред. Б. Г. Цыгана. – К. : Кременчуг, 2005. – 752 с.

34 Шаламов, А. С. Интегрированная логистическая поддержка наукоемкой продукции [Текст] : монография / А. С. Шаламов. – М. : Университетская книга, 2008. – 464 с.

35 Ксенофонов, Б. С. Флотационная очистка сточных вод [Текст] : монография / Б. С. Ксенофонов. – М. : Новые технологии, 2003. – 159 с.

36 Эффективность природоохранных мероприятий [Текст] : монография / под ред. Т. С. Хачатурова, К. В. Папенова. – М. : Изд-во МГУ, 1990. – 224 с.

37 Павлов, Л. Н. Концепция стоимости жизненного цикла как инструмент взаимодействия поставщиков и потребителей в условиях рыночной экономики в Европе. [Текст] / Л. Н. Павлов // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 9. – С. 75-77.

38 Клинге, А. Датчики местоопределения поездов [Текст] / А. Клинге // Сб. тр. 2-й Междунар. конф. «Планирование глобальной радионавигации», Москва, 24-26 июня 1997 г. – М., 1997. – Т. 1. – С. 165-177.

39 Комплекс спутниковой навигации для обеспечения управления движением поездов / В. И. Болдырев [и др.] // Сб. тр. 2-ой Междунар. конф. «Планирование глобальной радионавигации», Москва, 24-26 июня 1997 г. – М., 1997. – Т. 1. – С. 178-181.

40 Борьба с шумом на производстве [Текст] : справочник / под общ. ред. Е. Я. Юдина. – М. : Машиностроение, 1985. – 400 с.

41 Защита атмосферы от промышленных загрязнений [Текст] : справочник в 2 ч. : пер. с англ. / под ред. С. Калверта, Г. М. Инглунда. – М. : Металлургия, 1988 – Ч. 1. – 760 с.

42 Тимонин, А. С. Инженерно-экологический справочник [Текст]: в 3 т. / А. С. Тимонин. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. – Т. 1. – 917 с. – Т. 2. – 884 с. Т. 3. – 1024 с.

43 Тищенко, Н. Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение [Текст]: справочник / Н. Ф. Тищенко. – М. : Химия, 1991. – 368 с.

44 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Госкомгидромет [Текст]. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 93 с.

45 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [Текст]. – М., 2008. – 51 с.

46 Концепція Державної програми реформування залізничного транспорту від 27 грудня 2006 р. № 651-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uz.gov.ua/>

47 Котельников, В. А. Экологически чистые технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://1000ventures/environment.ru>. – 10.01.2007.