

**МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу**

**О. Б. Бабанін, С. Г. Жалкін**

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ  
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОКОМОТИВІВ**

*Конспект лекцій*  
*з дисципліни*  
**«ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОКОМОТИВІВ»**

**Харків – 2017**

Бабанін О.Б., Жалкін С.Г. Організація та технологія експлуатації локомотивів: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 54 с.

Даний конспект лекцій є другою частиною загального конспекту лекцій з дисципліни "Основи експлуатації локомотивів" та розкриває особливості організації роботи локомотивів на ділянках їх обертання.

Розглянуто характерні особливості локомотивного парку залізниць України, його розподіл за станом та видами робіт, способи обслуговування поїздів локомотивами, методи розрахунку потреби локомотивів, а також показники їх використання.

Рекомендується для здобувачів першого рівня вищої освіти (бакалавр) за спеціальністю 273 "Залізничний транспорт. Локомотиви та локомотивне господарство", які вивчають курс "Основи експлуатації локомотивів", усіх форм навчання

Іл. 20, табл. 4, бібліогр.: 8 назв.

Конспект лекцій розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 13 липня 2016 р., протокол № 36.

Рецензент:

проф. О. С. Крашенінін

О.Б. Бабанін, С.Г. Жалкін

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
ЛОКОМОТИВІВ

*Конспект лекцій*  
з дисципліни  
«ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОКОМОТИВІВ»

Відповідальний за випуск Максимов М.В.

Редактор Еткало О.О.

---

Підписано до друку 21.09.16 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

## ЗМІСТ

1 Локомотивний парк залізниць	4
2 Розподіл локомотивів за станом та видами робіт	6
3 Графіки руху поїздів	10
4 Способи обслуговування поїздів локомотивами	14
5 Аналітичні методи розрахунку потреби локомотивів	22
6 Розрахунок потреби локомотивів графоаналітичним методом	27
7 Показники ефективності використання локомотивів	35
7.1 Кількісні показники	36
7.2 Якісні показники використання локомотивів	43
Питання для модульного контролю	51
Список літератури	54

## 1 Локомотивний парк залізниць

Тягові рухомі засоби – локомотиви й моторвагонний рухомий склад (МВРС) – складають основу матеріально-технічної бази локомотивного господарства.

Від досконалості конструкції тягових засобів залежать показники функціонування локомотивного господарства. Технічні характеристики локомотивів визначаються тяговими, експлуатаційними й економічними показниками й повинні відповідати призначенню (роду служби), умовам їх експлуатації, а також рівню науково-технічного прогресу.

До тягових показників належать реалізовані сили тяги, швидкості руху тривалого й розрахункового режимів. За цими показниками визначається максимальна (критична) маса складу. Тягові показники характеризуються також конструкційною, тобто максимально припустимою швидкістю, навантаженням від колісної пари на рейки, потужністю годинного режиму на валах тягових двигунів або номінальною потужністю первинного двигуна й, нарешті, пристосованістю локомотива до змінного режиму роботи. Ця властивість залежить від гнучкості регулювання сили тяги, плавності зміни швидкості, ступеня використання розрахункової потужності й сили тяги за зчепленням та іншими умовами, а також характеру зміни ККД залежно від навантаження й режиму роботи локомотива.

До експлуатаційних показників локомотива належать надійність у роботі, ремонтпридатність, ступінь автономності, мобільності й автоматизації управління, забезпечення безпеки руху й комфортних умов праці локомотивних бригад.

Економічні показники локомотивів характеризуються енергетичними витратами на одиницю потужності або перевезеного вантажу, терміном окупності або будівельною вартістю, питомими витратами на експлуатацію, технічне обслуговування й ремонту.

На цей час весь вантажообіг і пасажирооборот на залізницях України здійснюється нижченаведеними тяговими засобами.

На електрифікованих ділянках поїзди обслуговують:

- вантажні електровози постійного струму ВЛ8, ВЛ10, ВЛ11 (в.і);

- вантажні електровози змінного струму ВЛ60 (в.і), ВЛ80 (в.і);
- вантажні електровози подвійного живлення ВЛ82м;
- пасажирські електровози постійного струму ЧС2, ЧС7;
- пасажирські електровози змінного струму ЧС4, ЧС8;
- електропоїзди постійного струму ЕР1; ЕР2 (в.і); ЕД2Т; ЕТ2;
- електропоїзди змінного струму ЕР9(в.і), ЕД9М.

На неелектрифікованих ділянках поїзди обслуговують:

- вантажні тепловози 2ТЕ116, 2ТЕ10 (в.і); М62 (в.і), 2М62 (в.і);
- пасажирські тепловози ТЕП70;
- дизель-поїзди ДР1А, Д1, ДПЛ1, ДПЛ2, ДТЛ1, ДТЛ2, ДЕЛ1, ДПкр2;
- рейкові автобуси 620М, 630М, РА2.

На маневровій роботі зайняті тепловози ЧМЕ3 (в.і) і ТЕМ18, ТГМ23, ТГК2.

Вітчизняними розробниками та виробниками побудовано новий тяговий та моторвагонний рухомий склад, який за рядом основних параметрів відповідає сучасному світовому рівню. Це магістральні вантажні електровози постійного струму серії ДЕ1 і ДЕ2 та пасажирські змінного струму серії ДС3, електропоїзди постійного та змінного струму ЕПЛ2Т та ЕПЛ9Т. Проходять випробування перший зразок маневрового тепловоза серії ТЕМ103, нові вантажно-пасажирські тепловози ТЕП150 та дизель-поїзди ДЕЛ 02.

Закуплено в інших країнах у невеликій кількості електровози ВЛ11М/6, 2ЕЛ4, 2ЕЛ5 та 2ЕС5К.

Але комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки виконується дуже повільно. Відсутня програма модернізації тепловозів, які відпрацювали нормативний термін експлуатації. На базі локомотивного депо Ковель у 2011 році виконана модернізація двох тепловозів М62 за проектом компанії Rail World Ukraine. Виконана модернізація декількох тепловозів ЧМЕ3, які отримали позначення як ЧМЕ3П(М). Також частина електровозів ВЛ80 модернізована до односекційного стану і позначена як ВЛ40.

Початок швидкісному руху в Україні поклав поїзд "Столичний Експрес", який поєднав Київ з Харковом і з Дніпром, а пізніше й зі Львовом. Час у дорозі складав 5—7 год, що на той час було відмінною економією часу для багатьох пасажирів. У грудні 2010 року з південнокорейською фірмою Hyundai Rotem Corporation був підписаний договір про поставку, а на початку грудня 2011 року відбулася передача першого двосистемного поїзда HRC-S2-001 українській стороні, який почали називати Інтерсіті+. Поїзди цього класу розпочали свій рух по залізницях України у 2012 році на маршрутах Київ–Харків, Київ–Дніпро і Київ–Львів. У подальшому до цього виду сполучень приєдналися вітчизняні швидкісні електропоїзди Екр1 "Тарпан" виробництва Крюківського заводу, які використовуються на маршрутах Київ–Одеса і Київ–Львів. Також українськими залізницями у 2012 році були придбані в Чехії два двоповерхові шестивагонні електропоїзди EJ675, які експлуатуються у місцевому сполученні.

## **2 Розподіл локомотивів за станом та видами робіт**

Кожний локомотив і кожна одиниця МВРС, яка належить ПАТ "Укрзалізниця" (у подальшому для скорочення просто Укрзалізниця) приписується до однієї із філій ПАТ залізниць (у подальшому для скорочення просто залізниць). Усі приписані до даної залізниці локомотиви, які мають її ініціали і перебувають на її балансі, становлять інвентарний парк залізниці. У свою чергу локомотиви і МВРС інвентарного парку залізниці приписуються до відповідних локомотивних і моторвагонних депо. Облік інвентарного парку локомотивів ведеться тільки у фізичних (конструктивних) одиницях, а МВРС – у секціях. Структура інвентарного парку залізниць України та його розподіл наведено на рисунку 1.

Кількісно інвентарний парк локомотивів і МВРС залізниці змінюється за рахунок поповнення його новими одиницями із заводів-виготовлювачів, при прийманні з інших залізниць та від підприємств Міністерства інфраструктури й інших міністерств (відомств), а також за рахунок скорочення при виключенні внаслідок непридатності до роботи через технічний стан або

закінчення терміну служби, при передачі іншим залізницям та підприємствам.

Найменування локомотивного парку	Ті, що знаходяться у відрядженні в інших депо	В аренді	У запасі Укрзалізниці	У резерві залізниці	Тимчасово віддані за нерівномірністю руху	В очікуванні виключення з інвентарю	В процесі переміщення на ремонт або з ремонту	На ремонті або технічному обслуговуванні						У видах робіт, що виконуються				В очікуванні роботи	Під технічними операціями	Тимчасово відряджені для роботи з інших депо						
								КР-2, КРП	КР-1	ПР-3	ПР-2	ПР-1	ТО-3, ТО-4, ТО-5, ТО-6	ТО-2	Вантажна	Пасажирська	Манєрова				Господарча	Інші види робіт				
Інвентарний																										
Поза розпорядженням залізниці (депо)																										
В розпорядженні залізниці (депо)																										
Неексплуатований																										
Експлуатований																										

Рисунок 1 – Структура інвентарного парку локомотивного депо

Кожен новий локомотив і одиниця МВРС, що прибули із заводу-виготовлювача, зараховуються до інвентарного парку депо з моменту підписання акта приймання – передачі в депо приписки. Виключення з інвентарного парку локомотивів та МВРС проводиться у відповідності до вимог «Інструкції про порядок виключення з інвентарю залізниць тягового рухомого складу» № ЦТ-0002 від 15.02.95 р. та «Положення про порядок розгляду матеріалів на списання та продаж основних засобів підприємств залізничного транспорту».

Передача рухомого складу та МВРС між підприємствами в межах залізниці проводиться за поданням її начальника на основі рішення Укрзалізниці, а в межах Укрзалізниці – за наказом її правління згідно з поданням департаментів локомотивного господарства (ЦТ) та руху (ЦД).

На кожний локомотив і одиницю МВРС, зараховані до інвентарного парку, у депо приписки ведеться технічний паспорт, у якому відображають найважливіші технічні й експлуатаційні характеристики: рік побудування та завод-виготовлювач, види, дати і місце виконаних ремонтів, модернізацію, заміну основного обладнання, пробіги або термін роботи. Технічний паспорт є основним документом для обліку інвентарної наявності локомотивів та МВРС.

Інвентарний парк локомотивів (МВРС) розподіляється на дві групи: парк локомотивів у розпорядженні залізниці (депо) і парк локомотивів поза розпорядженням залізниці (депо) (див. рисунок 1).

Локомотиви свого інвентарного парку (за винятком локомотивів запасу Укрзалізниці і зданих в оренду) становлять парк локомотивів у розпорядженні залізниці (депо).

Локомотиви запасу Укрзалізниці і ті, що перебувають в оренді підприємств та організацій Мінінфраструктури (крім підпорядкованих Укрзалізниці) та інших міністерств (відомств), становлять парк локомотивів поза розпорядженням залізниці.

Локомотиви і МВРС відставляються до запасу Укрзалізниці і вводяться в експлуатацію із запасу Укрзалізниці за відповідним наказом.

Облік локомотивів і МВРС у запасі Укрзалізниці проводиться тільки після відповідної технічної підготовки. Час від моменту вилучення локомотива і МВРС з експлуатованого парку і завершення технічних операцій до переведення в запас Укрзалізниці вважається часом підготовки і консервації. У цей період локомотив і МВРС враховуються несправними.

Локомотиви і МВРС виключаються з інвентарного парку після підписання відповідних актів на продаж, обмін або списання.

Локомотиви, що виконують господарчу і маневрову роботу за договорами з підприємствами, які входять до складу своєї залізниці, до числа зданих в оренду не включаються і враховуються як локомотиви, що перебувають у розпорядженні залізниці (депо).

Парк локомотивів (МВРС), який перебуває в розпорядженні залізниці (депо), поділяється на дві групи: експлуатований і



неексплуатований (рисунок 1). Експлуатований парк становлять локомотиви, зайняті в усіх видах роботи, які перебувають під технічними операціями, на технічному обслуговуванні ТО-2 (у межах установленої норми часу), у т.ч. в очікуванні роботи як на станційних коліях, так і в основному та депо обертання.

За родом руху і видом виконуваної роботи локомотиви експлуатованого парку поділяються: на пасажирські, вантажні, господарчі, передаточні, вивізні, диспетчерські, спеціально маневрові, зайняті на інших роботах. Локомотиви, що виконують роботу в подвійній, кратній тязі чи підштовхуванні, належать до відповідного роду руху або виду роботи. Локомотиви одиночного прямування, а також ті, що простоюють в очікуванні роботи, належать до наступного виду роботи, а при неможливості встановити його – до переважного виду роботи даної серії локомотивів у цьому депо.

Локомотиви, які виділені для обслуговування пасажирських, вантажних та господарчих поїздів і попутно виконують маневрову роботу на проміжних станціях або не в плановому порядку на початкових і кінцевих станціях дільниці їхньої роботи, враховуються в експлуатованому парку за відповідним родом руху і не належать до групи спеціально маневрових. Час цієї роботи враховується як поїзні маневри і належать до відповідного виду руху згідно з номером поїзда.

Парк локомотивів, зайнятих на інших роботах, становлять локомотиви, які виконують роботи, пов'язані з дезінфекцією і промиванням вагонів, постачанням водою та прогріванням пасажирських составів, опробуванням автогалем, прогріванням цистерн, гасінням пожеж, опаленням депо та іншими роботами. До інших належать також роботи локомотивів з підйомними кранами відновлювальних поїздів, при вивантаженні чи навантаженні на підрядно-договірних основах. Робота локомотивів з переміщення крана до місця призначення і назад ураховується в господарчому русі.

Неексплуатований парк локомотивів і МВРС розподіляється на такі групи:

- несправні;
- під обладнанням або модернізацією;
- резерв управління залізниці (надалі РУЗ);

- справні, які перебувають у переміщенні;
- локомотиви, що використовуються як стаціонарні установки;

- ті, що очікують виключення з інвентарного парку;
- тимчасово відставлені в оперативний резерв через нерівномірність руху.

За групою несправних ураховуються локомотиви і МВРС, які перебувають:

- в усіх видах ремонту;
- на технічному обслуговуванні ТО-3 і ТО-4;
- у процесі підготовки для постановки в запас Укрзалізниці і тривалого утримання в РУЗі (технічне обслуговування ТО-5а з часу здачі локомотива, вказаного у маршруті машиніста, до моменту завершення робіт);

- у процесі підготовки до відправлення в недіючому стані в капітальні ремонти на заводи або до інших депо (у поточний ремонт до інших депо своєї чи інших залізниць, передачі на баланс інших депо або передислокації, технічному обслуговуванні ТО-5б);

- у процесі підготовки до експлуатації після побудови, ремонту на заводах або в інших депо, після передислокації, технічному обслуговуванні ТО-5в;

- у пересиланні в недіючому стані на заводи і в депо для ремонту.

### **3 Графіки руху поїздів**

Робота локомотивів, як і вся експлуатаційна діяльність залізничного транспорту, регламентується графіком руху поїздів, що забезпечує планову організацію всього перевізного процесу. Графік руху поїздів поєднує роботу всіх підрозділів залізниць: станцій, локомотивних і вагонних депо, енергоділянок, дистанцій сигналізації й зв'язку, колії й ін.

У ПТЕ залізниць України зазначено, що графік руху поїздів повинен забезпечувати: безпеку руху поїздів; виконання плану перевезень пасажирів і вантажів; найбільш ефективне використання пропускнуої й провізної спроможності ділянок і

перероблювальної спроможності станцій; високопродуктивне використання рухомого складу; дотримання встановленої тривалості безперервної роботи локомотивних бригад; можливість виконання робіт щодо поточного утримання колії, споруд, пристроїв СЦБ, зв'язку й електропостачання.

Графік руху визначає послідовність і тривалість заняття поїздами перегонів; час прибуття, стоянки й відправлення поїздів по кожному роздільному пункту й кожній станції; регламентує норми маси поїздів і перегінні часи ходу, обумовлені тяговими розрахунками й дослідними поїздками, з урахуванням досягнень передових методів водіння поїздів підвищеної маси й довжини з високими швидкостями; відображає технологічні норми часу обробки поїздів і обслуговування локомотивів на дільничних станціях.

Залежно від експлуатаційних умов усі графіки руху поїздів класифікуються відповідно до схеми, яка наведена на рисунку 2.

Тип графіка і його показники впливають на організацію експлуатації локомотивів, визначаючи, наприклад, простої локомотивів у пунктах обертання, які очікують поїзди попутного й зворотного напрямку, простої через схрещення поїздів на станціях, підведення локомотивів на технічне обслуговування й екіпірування та ін.



Рисунок 2 – Класифікація графіків руху поїздів

Пропускна й провізна спроможність залізничних напрямків є найважливішим показником роботи залізниць і також відображається в графіках руху.

**Пропускною спроможністю** залізничної ділянки називається найбільша кількість поїздів або пара поїздів установленної маси, які можуть бути пропущені по даній ділянці протягом доби (або години) при даній технічній озброєності лінії, типі й потужності технічних засобів, роді вагонів і прийнятих методах організації руху поїздів (тобто відповідному типі графіка). Пропускна спроможність може бути виражена у вагонах або тоннах вантажу. Пропускна спроможність кожної лінії визначає пропускна й перероблювальна спроможність перегонів, станцій, потужність пристроїв локомотивного господарства, енерго- і водопостачання.

**Провізна спроможність** визначає той обсяг перевезень вантажів, що може бути освоєний за наявності локомотивів, вагонів, електроенергії, кадрів вирішальних професій та інших перемінних засобів. Провізна спроможність обчислюється в тих же показниках, що й пропускна спроможність, або частіше в тоннах. Провізна спроможність є найважливішим показником виробничої потужності залізничних ліній і залежить насамперед від пропускнуої спроможності й маси вантажних поїздів, які можуть бути реалізовані на розглянутому напрямку (ділянці).

**Перегоном** називається ділянка залізничної лінії, яка обмежена роздільними пунктами. Залежно від характеру роботи й колійного розвитку до роздільних пунктів можуть бути віднесені станції, роз'їзди, обгінні пункти й колійні пости. Прохідні світлофори (при автоблокуванні) також є роздільними пунктами.

Станції залежно від їх основного призначення, характеру роботи й колійного розвитку розподіляються на вантажні, пасажирські, сортувальні, дільничні й проміжні.

**Періодом графіка** на одноколійних ділянках називають час заняття перегону повторюваною групою поїздів (або однією парою поїздів), а на двоколійних – інтервал між поїздами в пакеті (при пакетному графіку) або час заняття перегону одним поїздом (при непакетному графіку).

Приклади фрагментів графіків руху поїздів наведено на рисунках 3 і 4.

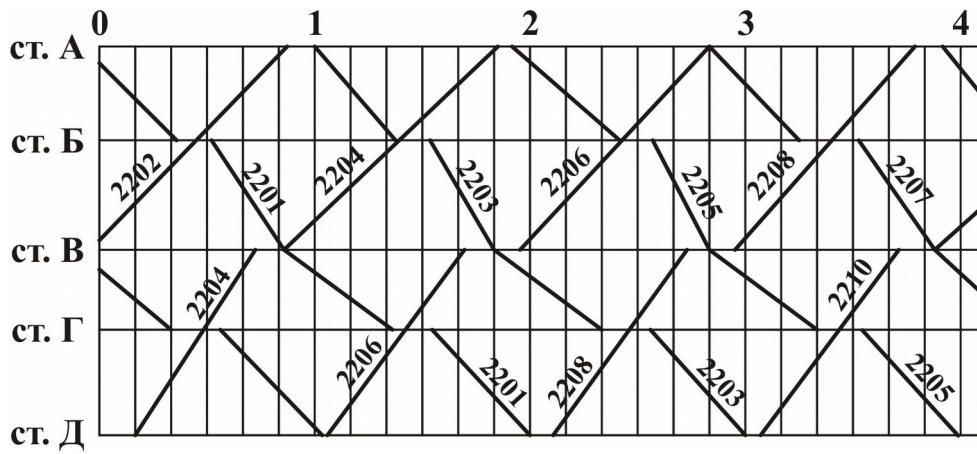


Рисунок 3 – Фрагмент одноколійного паралельного графіка руху поїздів

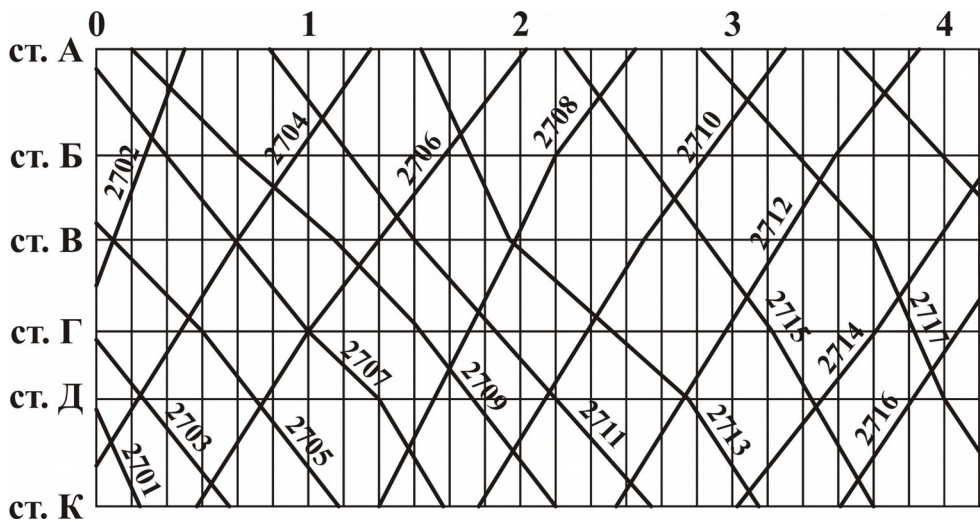


Рисунок 4 – Фрагмент непаралельного двоколійного графіка руху поїздів

При складанні графіків руху поїздів прагнуть до вирівнювання інтервалів часу прибуття й відправлення поїздів зустрічного й попутного напрямків і технологічних норм на обслуговування локомотивів у пунктах обертання й на дільничних станціях. Оптимальні графіки руху поїздів складають за допомогою ЕОМ.

## 4 Способи обслуговування поїздів локомотивами

Локомотиви, які приписані до основного локомотивного депо, виконують різні види робіт: перевезення пасажирів, перевезення вантажів, робота з вивізними поїздами, робота з передаточними поїздами, господарча робота, маневрова робота.

Найважливішим і відповідальним завданням управлінського апарату експлуатаційної ділянки депо є організація ефективного використання локомотивів на кожній з перерахованих робіт.

Найбільшою роботою з обсягу є перевізна. На цій роботі зайнята основна частина інвентарного парку локомотивного депо. Тому організація роботи поїзних локомотивів – одне з головних завдань керівництва депо.

Поїзні локомотиви депо обслуговують поїзди в межах певної ділянки залізниці, на якій розташоване дане депо. Границі цієї ділянки визначаються виходячи з місцевих географічних умов, вантажонапруженості, типу й серії локомотивів, заданої провізної й пропускнуї спроможності ділянки, виду тяги й інших умов. Однак при такій багатоскладовій залежності в основі рішення при визначенні порядку роботи приймаються: вид тяги, серія локомотива, середня норма маси поїзда, технічні можливості локомотивів.

Кожний поїзний локомотив депо обслуговує поїзди в межах обмеженої ділянки залізниці між оборотними пунктами й основними депо. Практикою організації експлуатації локомотивів прийнята така класифікація ділянок заліниць, на яких працюють локомотиви:

- тягове плече;
- ділянка обертання локомотивів;
- зона обслуговування.

Графічно прийнято відображати елементи експлуатації локомотива як показано на рисунку 5.

На прямій лінії, що позначає довжину ділянок обертання локомотивів, прямокутником позначається основне депо **А**, а колами – депо обертання **Б** і **В**. Суцільна лінія зі стрілками, що з'єднує ці позначення, позначає рух локомотива з поїздами між цими пунктами. Пункти зміни локомотивних бригад **Г** і **Д** позначені трикутниками, штрихові лінії, які з'єднують їх між собою, позначають роботу локомотивних бригад.

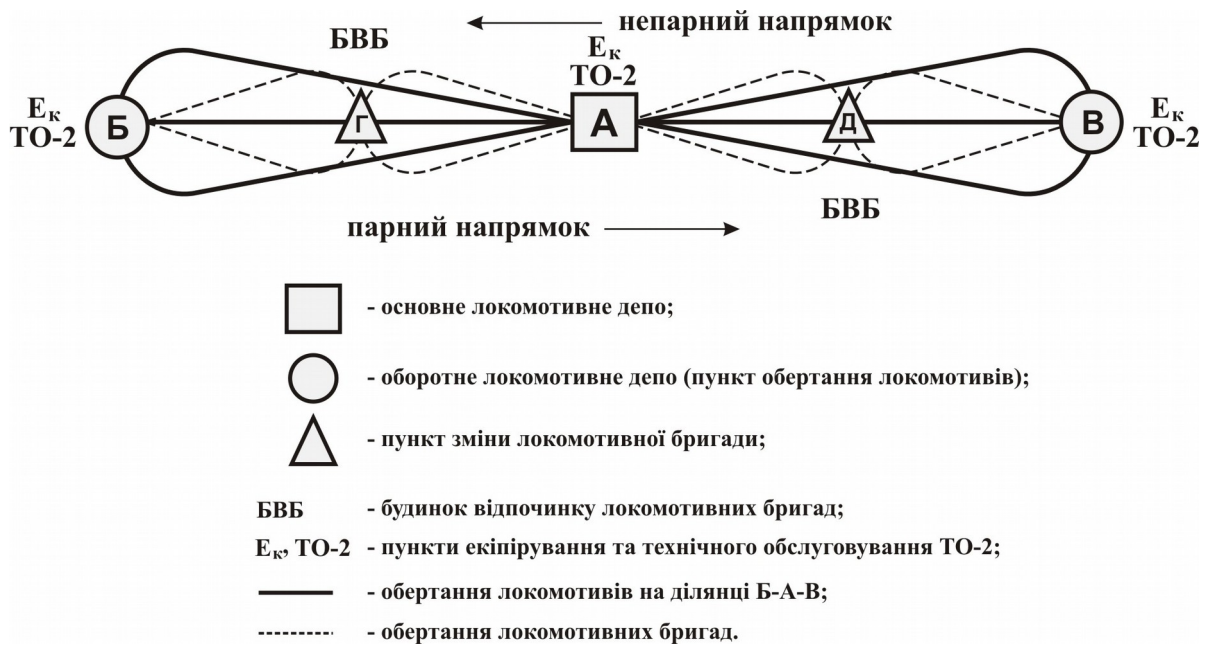
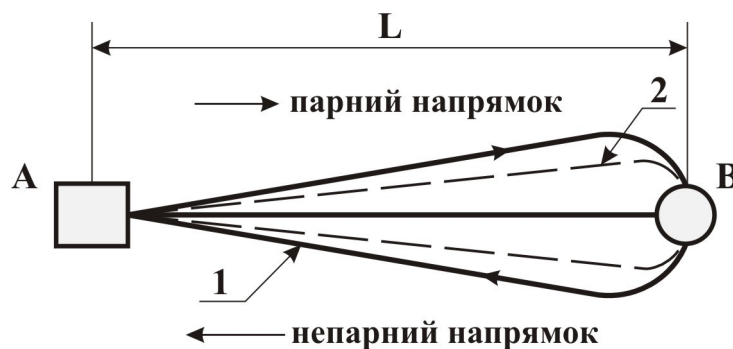


Рисунок 5 – Схема експлуатації локомотива на ділянці обертання

**Тяговим плечем** називають ділянку залізничної колії, обмежену основним депо й депо обертання або пунктом обертання локомотивів. Тягове плече також може відповідати ділянці роботи локомотивних бригад, якщо час безперервної роботи бригад на цьому плечі не перевищує встановленої величини (рисунок 6).

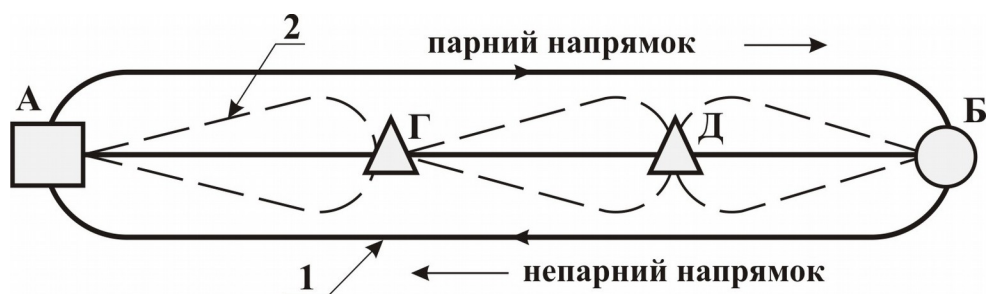


А – станція основного депо; В – оборотне депо; L – довжина тягового плеча АВ; 1 – робота локомотива; 2 – робота локомотивної бригади

Рисунок 6 – Схема ділянки залізничі "тягове плече"

**Ділянкою обертання локомотивів** називають ділянку залізничі, обмежену депо обертання або пунктами обертання

локомотивів і що має проміжні пункти зміни локомотивних бригад. Ділянка обертання локомотивів складається з декількох тягових плечей, на яких працюють локомотиви одного основного депо. Тягові плечі на ділянці обертання вибираються такої довжини, щоб зміна локомотивних бригад на них була обов'язковою. Це робиться для того, щоб не допустити перевищення норм часу безперервної роботи локомотивних бригад. Тому на ділянці обертання можуть бути кілька пунктів зміни локомотивних бригад (рисунок 7).



1 – робота локомотива; 2 – робота локомотивної бригади

Рисунок 7 – Ділянка обертання локомотивів

**Зоною обслуговування** називають ділянку залізниці, до якої входять декілька ділянок обертання, які обслуговуються локомотивами одного або декількох основних депо на декількох напрямках залізничних ліній, що працюють за графіком руху (рисунок 8).

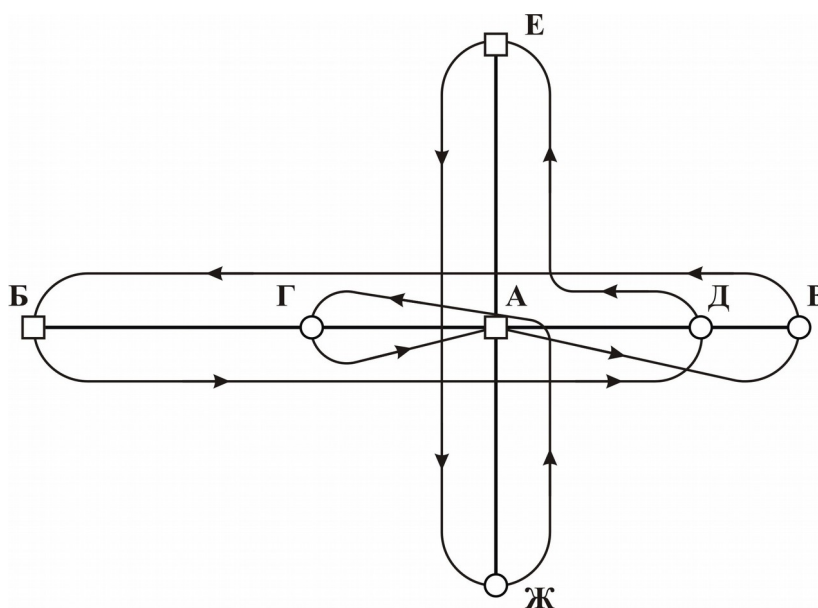


Рисунок 8 – Зона обслуговування поїздів локомотивами



Довжина тягових плечей, ділянок обертання й зон обслуговування визначається рядом технічних і організаційних факторів. До них зокрема належать:

- розміщення основних депо і депо обертання;
- способи роботи локомотивів з поїздами;
- способи обслуговування локомотивів бригадами;
- структура вантажо- і вагонопотоків;
- вид тяги, серії локомотивів і їх технічні можливості;
- можливість пробігу без відчеплення від поїзда;
- діюча система поточних ремонтів і ТО;
- графік руху поїздів;
- транзитність вантажопотоку й ін.

У кожному конкретному варіанті організації роботи, крім перерахованих факторів, можуть бути й інші причини й обставини, після аналізу яких і економічних розрахунків приймаються рішення про довжину тягових плечей, ділянок обертання й зон обслуговування.

Практика організації роботи локомотивів і численні дослідження показують, що ефективність використання локомотивів підвищується зі збільшенням довжини тягових плечей і ділянок обертання. Зі збільшенням довжини ділянок зростає середньодобовий пробіг локомотивів, а отже, збільшується корисна робота локомотивів і скорочується час їх простою. Скорочується потреба в локомотивному парку, зростає маршрутна швидкість, скорочуються капітальні витрати на будівництво депо, пунктів обертання й обладнання локомотивного господарства.

У реальних умовах діючих залізниць кожне рішення про подовження ділянок обертання повинне ґрунтуватися на техніко-економічних розрахунках. Прийняте рішення оцінюється такими критеріями: якість використання локомотивів, продуктивність праці локомотивних бригад, експлуатаційні витрати й капітальні вкладення, пов'язані зі зміною довжини ділянок і переносом або реконструкцією локомотивного господарства із цієї причини.

При організації експлуатації локомотивів використовуються кілька способів обслуговування поїздів локомотивами, найбільш часто застосовуються: плечовий, петлевий, кільцевий, круговий та робота за "накладними" плечами.

**Плечовий спосіб** найбільш доцільно застосовувати, коли основне депо розташоване в районі сортувальної станції, де здійснюється розформування поїздів і поїзний локомотив, майже завжди при цьому, відчіплюється від поїзда. Цей час використовується для виконання технічного обслуговування, поточного ремонту або екіпірування, а також для зміни локомотивних бригад (рисунок 9).

Плечовий спосіб використовують і тоді, коли до основного депо примикає лише одне тягове плече (одна ділянка обертання) або кілька тягових пліч і при цьому коефіцієнт транзитності поїздів по станції основного депо невеликий.

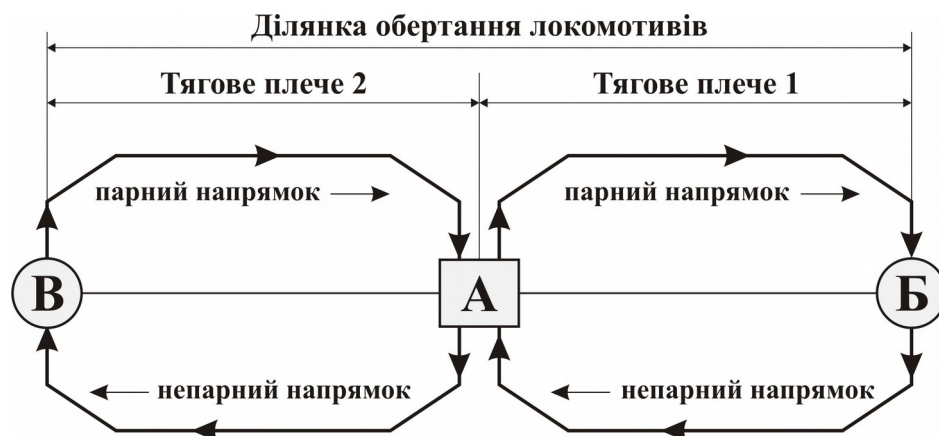


Рисунок 9 – Плечовий спосіб обслуговування поїздів локомотивами

При плечовому способі локомотив, що вийшов з основного депо А, обслуговує поїзд до пункту обертання Б, де відчіплюється від поїзда й заїжджає в депо обертання. У депо обертання Б він при необхідності екіпірується, потім виїжджає на станцію, причіпляється до поїзда зворотного напрямку і прямує з ним до станції основного депо А. На станції основного депо А локомотив відчіплюється від поїзда й заходить в основне депо для виконання необхідних запланованих технічних і технологічних операцій та зміни локомотивних бригад. Після цього локомотив виїжджає з основного депо станції А, причіплюється до поїзда і прямує з ним у тому ж напрямку до депо обертання В. У пункті В він обертається і прямує до станції А, де відчіплюється від поїзда й знову повертається в основне депо.

З подовженням ділянок обертання плечовий спосіб почав застосовуватися досить часто. Однак ступінь використання локомотивів у цьому випадку нижчий, ніж при інших способах, тому що значно збільшується час простою локомотивів в основному депо А.

**Кільцевий спосіб** обслуговування застосовується у випадках, коли основне депо працює на двох і більше ділянках обертання й при цьому коефіцієнт транзитності потоку поїздів по станції основного депо досить великий (рисунок 10). При кільцевому способі обслуговування поїздів локомотив працює на ділянках обертання без заїзду в основне депо.

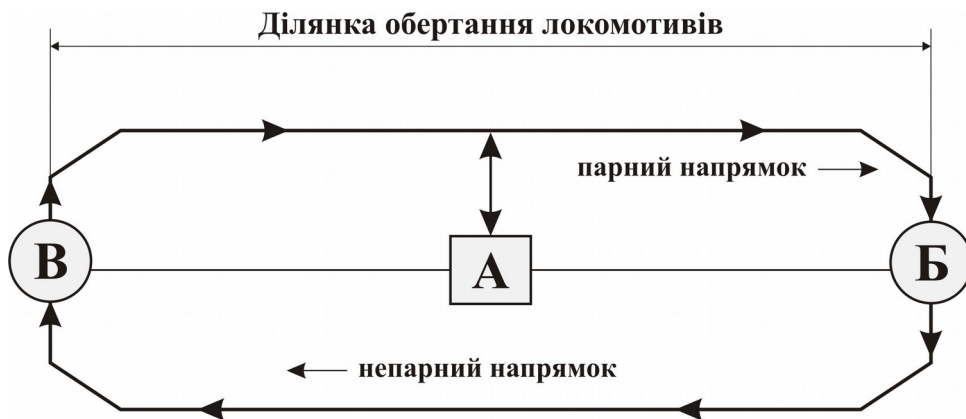


Рисунок 10 – Кільцевий спосіб обслуговування поїздів

Екіпірування й технічне обслуговування локомотивів організовуються на станціях депо обертання, пунктах обертання або безпосередньо на приймально-відправних коліях станції основного депо без відчеплення від поїзда. В основне депо локомотив заходить тільки для виконання чергового планового виду поточного ремонту або ТО. Кількість рейсів, які здійснюються локомотивом між заходами в основне депо, залежить від тривалості роботи між ТО, довжини ділянки обертання й технічного стану локомотива. На станції основного депо при необхідності здійснюється зміна локомотивних бригад і їм надається відпочинок. На станціях депо обертання, як правило, виконується ТО-2 та екіпірування (за місцем розміщення ПТОЛ), перечеплення локомотива до поїзда зворотного напрямку, а при

необхідності організовується зміна й відпочинок локомотивних бригад.

При кільцевому способі обслуговування поїздів локомотивами збільшується час корисної роботи локомотива, зменшується потреба в локомотивах на 5-10 %, знижується завантаження станційного господарства, збільшується пропускна спроможність станцій, скорочується простій поїздів, прискорюється оборот вагонів і локомотивів. Цей спосіб дає змогу знизити експлуатаційні витрати локомотивного господарства. Практика експлуатаційної роботи показала значні переваги кільцевого способу перед іншими і тому він став основним в експлуатації локомотивів.

**Петлевий спосіб** є різновидом кільцевого способу обслуговування поїздів локомотивами. При цьому способі обслуговування локомотив видається з основного депо під поїзд, прямує з ним до станції депо обертання, перечіпляється до поїзда зворотного напрямку, прямує на станцію основного депо й без відчеплення від поїзда, після зміни локомотивних бригад, прямує до станції другого депо обертання. Там він перечіпляється до поїзда, що відправляється вбік основного депо. Після прибуття на станцію основного депо локомотив відчіплюється від поїзда й заходить на територію основного депо для виконання технічних і технологічних операцій (рисунок 11).

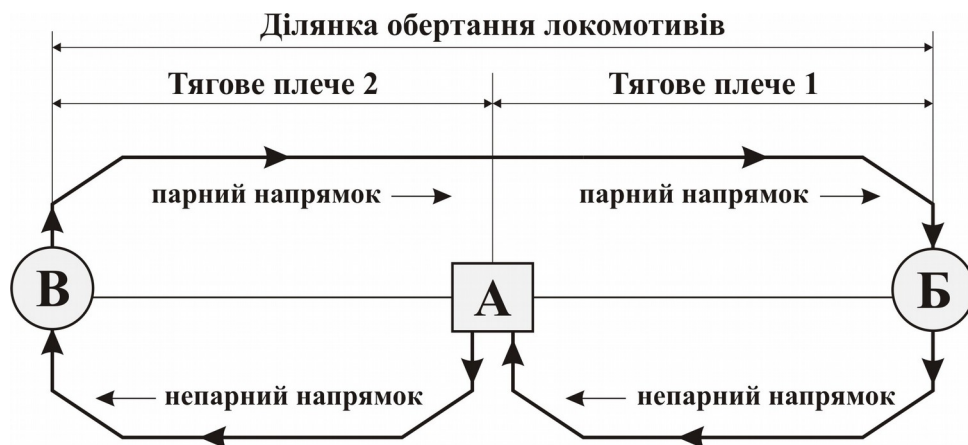


Рисунок 11 – Петлевий спосіб обслуговування поїздів локомотивами

Петлевий спосіб застосовується при необхідності переформування поїздів на якомусь одному напрямку ділянки обертання, нераціональному розташуванні парків відправлення на станціях, а також у зв'язку з потребою виконання планового ТО в основному депо, щоб не допустити перепробігу між ними.

При організації роботи локомотивів у зоні обслуговування на ділянках великої довжини і їх складної географії локомотиви можуть виконати кілька поїздок різними способами: і плечовим, і кільцевим, і петлевим.

У практиці іноді зустрічається **круговий спосіб** організації роботи локомотивів, що є різновидом плечової їзди (рисунок 12).

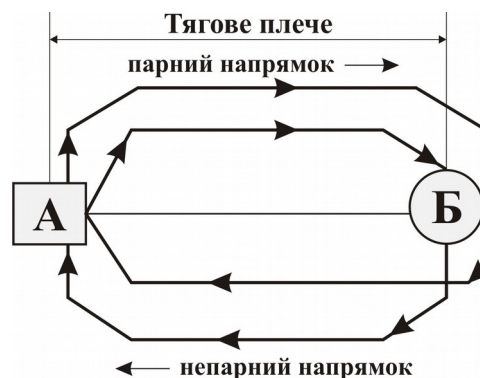


Рисунок 12 – Круговий спосіб організації роботи локомотивів

При цьому способі локомотив, після повернення на станцію основного депо з першого рейсу, не заходячи в депо для екіпірування, знову відправляється з поїздом на те ж саме плече, і тільки після повернення із другого рейсу він заходить в основне депо. За таким способом, як правило, організується робота локомотивів із приміськими й передаточними поїздами. При цьому, на випадок дуже коротких плечей, кількість рейсів без заходу в основне депо може бути два або три.

Необхідно відзначити, що сучасна організація експлуатації локомотивів не виключає варіантів роботи локомотивів за системою так званих "накладних" плечей, коли одне й те ж тягове плече обслуговується локомотивами різних основних депо. У цьому випадку (при сучасному маркетингу перевезень) такий спосіб дає змогу краще використовувати локомотиви і задовольняти попит на транспортну продукцію.

## 5 Аналітичні методи розрахунку потреби локомотивів

Від розмірів локомотивного парку депо залежить потужність усіх елементів тягового господарства, штат депо, енергетичні і матеріальні витрати на перевезення.

Потреба локомотивів визначається окремо для виконання вантажних і пасажирських перевезень, передаточної, вивізної, маневрової, господарчої й інших видів робіт.

Для визначення потреби локомотивного парку на заданий обсяг робіт існують аналітичні і графічні методи їх розрахунку (рисунок 13).



Рисунок 13 – Методи розрахунку потреби локомотивів

На основі рисунка 13 можна визначити, що аналітичний метод розрахунку потреби локомотивів застосовують як при перспективному, так і при оперативному плануванні, а графоаналітичний тільки при оперативному.

У залежності від вихідних даних та їх деталізації розрахунок потреби локомотивів на перспективу виконується такими способами:

- за середньодобовою продуктивністю локомотива за рік  $W_l$ , ткм брутто;
- за середнім середньодобовим за рік пробігом локомотивів  $S_l$ , лок.км;
- за коефіцієнтом потреби локомотивів на одну пару поїздів  $k_l$ .

У першому випадку задається річний вантажообіг  $\sum PL$ , млрд т·км брутто, на полігоні, що розглядається, і пробіг пасажирських поїздів  $\sum NL$ , поїзд.км, а у другому – розміри вантажного і пасажирського руху в парах поїздів  $n$  за місяць максимальних перевезень. Розрахунок проводиться по ділянках обертання локомотивів, які входять до складу полігона, що розглядається.

У результаті виконання розрахунків потрібно визначити інвентарний парк локомотивів за формулою

$$N_i = N_e + N_{рем} + N_{від} + N_{рез} + N_{зан} , \quad (1)$$

де  $N_e$ ,  $N_{рем}$ ,  $N_{від}$ ,  $N_{рез}$ ,  $N_{зан}$  – кількість локомотивів, які складають відповідно експлуатований парк, ті, що перебувають на всіх видах ТО і ПР, в оренді та відрядженні, у резерві та запасі залізниці та Укрзалізниці.

Інвентарний парк локомотивів депо, залізниці або Укрзалізниці визначається у фізичних одиницях окремо за серіями, видами руху і робіт. Кількість локомотивів, які перебувають у запасі та відрядженнях, устанавлюється Укрзалізницею, а розміри резерву залізниці визначаються безпосередньо її управлінням.

Аналітичні методи розрахунку дають змогу нормувати загальний парк локомотивів (експлуатований і неексплуатований), а також визначати у ньому кількість локомотивів, що перебувають на всіх видах ТО і ПР та у процесі переміщення. Це виключає необхідність визначати окремо кількість локомотивів  $N_{рем}$ .

За аналітичним методом розрахунок потреби локомотивів здійснюється окремо для поїзної роботи вантажного руху  $N_a^{âîî ò}$ , пасажирського руху  $N_a^{î âîî}$ , для маневрової роботи  $N_a^{î âî}$ , для обслуговування вивізних, передаточних і господарчих поїздів

$N_a^{\hat{a}\hat{m}}$ , зайнятих у підштовхуванні  $N_a^{\hat{i}\hat{a}\hat{o}\hat{o}}$  та інших видах робіт  $N_a^{\hat{i}\hat{o}}$ .

**Перспективне планування.** Потреба локомотивів експлуатованого парку для полігона тяги (по залізниці та мережі в цілому) при перспективному плануванні визначається таким чином:

- для вантажного руху

$$N_a^{\hat{a}\hat{a}\hat{i}\hat{o}} = \sum \frac{PL \cdot 10^9}{365 \cdot W_{\hat{e}}}, \quad (2)$$

- для пасажирського руху

$$N_a^{\hat{i}\hat{a}\hat{n}} = \sum \frac{NL \cdot 10^9}{365 \cdot S_{\hat{e}}^{\hat{i}\hat{a}\hat{n}} (1 - \beta_{\hat{a}\hat{i}})}, \quad (3)$$

де  $\sum PL$  - річний вантажообіг, який визначається діленням заданого вантажообігу нетто на коефіцієнт  $\gamma_a$  (співвідношення вантажообігу нетто і брутто);

$\beta_{\hat{a}\hat{i}}$  - частка допоміжного пробігу пасажирських локомотивів у загальному їх пробігу;

$W_{\hat{e}}$  - середньодобова продуктивність локомотивів за рік, ткм брутто;

$S_{\hat{e}}^{\hat{i}\hat{a}\hat{n}}$  - середній середньодобовий пробіг локомотивів за рік, лок.км.

Потрібний парк маневрових локомотивів для залізниці визначається за формулою

$$N_e^{\hat{i}\hat{a}\hat{i}} = \frac{(G_i + G_a + G_{\hat{o}\hat{o}}) \hat{n}_{\hat{o}} (1 + \beta_{\hat{o}})}{365 \hat{A} (1 - \beta_{\hat{i}}) (1 - \beta_i)}, \quad (4)$$

де  $G_i$ ,  $G_a$  - відповідна кількість навантажених і вивантажених вагонів у розрахунковому році;

$G_{\hat{o}\hat{o}}$  - річна кількість транзитних вагонів з переробкою у розрахунковому році;

$\hat{A}$  - середня кількість вагонів, які переробляються одним маневровим локомотивом за добу;



$\beta_\delta, \beta_i, \beta_i$  - розрахункові емпіричні коефіцієнти.

Потреба локомотивів для господарчого руху визначається за формулою

$$N_{\dot{a}}^{\ddot{a}\ddot{m}} = \sum \frac{PL_{\ddot{a}\ddot{m}} \cdot \ddot{n}_{\ddot{a}\ddot{m}}}{365 \cdot W_{\ddot{e}}^{\ddot{a}\ddot{m}} (1 - \beta_i)}, \quad (5)$$

де  $\sum PL_{\ddot{a}\ddot{m}}$  - заданий обсяг роботи у господарчому русі, ткм брутто;

$W_{\ddot{e}}^{\ddot{a}\ddot{m}}$  - середньодобова продуктивність локомотива у господарчому русі, ткм брутто за лок.доб.

**Оперативне планування.** Потреба локомотивів для поїзної роботи (експлуатований парк) для локомотивного депо визначається як сума парків локомотивів по окремих ділянках обслуговування (роботи) бригад і ділянках обертання, які примикають до даного депо.

Кількість локомотивів для вантажного руху може бути визначено за одним з нижчеперерахованих методів.

1 За витратами загальної добової кількості локомотиво-годин  $\sum T$  на обслуговування заданої кількості пар поїздів на ділянках обертання

$$N_e^{\hat{a}\hat{i}\hat{o}} = \frac{\sum T}{24}, \quad (6)$$

де

$$\sum T = T_{\delta\delta\delta} + T_{i\delta i\ddot{n}\delta} + T_{i\ddot{m}} + T_{\dot{c}i} + T_{i\dot{a}}, \quad (7)$$

де  $T_{\delta\delta\delta}, T_{i\delta i\ddot{n}\delta}, T_{i\ddot{m}}, T_{\dot{c}i}, T_{i\dot{a}}$  - відповідно сумарний за добу час у русі, простою на проміжних станціях, в основному депо, на станціях зміни локомотивних бригад та в пункті обертання.

2 За середньодобовим пробігом локомотивів

$$N_e^{\hat{a}\hat{i}\hat{o}} = \frac{\sum MS_{\ddot{e}}^{\ddot{a}\ddot{i}}}{S_{\ddot{a}\ddot{i}\dot{a}}}, \quad (8)$$

де  $\sum MS_{\ddot{e}}^{\ddot{a}\ddot{i}}$  - планований добовий пробіг локомотивів, лок.км.

### 3 За середньодобовою продуктивністю локомотивів

$$N_e^{\hat{a}i\hat{o}} = \frac{\sum PL}{365 W_{\hat{e}}} \quad (9)$$

4 За коефіцієнтом потреби локомотивів на одну пару поїздів  $k_n$  для  $i$ -ї ділянки обслуговування (роботи бригад)

$$N_e^{\hat{a}i\hat{o}} = b \sum_1^m k_{ni} n_{\hat{a}i}, \quad (10)$$

де  $b$  - коефіцієнт, який ураховує кратність тяги;

$n_{\hat{a}i}$  - плановані середньодобові розміри руху в парах поїздів на  $i$ -й ділянці обслуговування у розрахунковому періоді або місяці з максимальним обсягом перевезень;

$m$  - кількість ділянок обслуговування.

Необхідно підкреслити, що з вищерозглянутих методів розрахунок за коефіцієнтом потреби локомотивів на одну пару поїздів є найбільш точним.

Кількість локомотивів для обслуговування пасажирського руху визначається за формулою

$$N_e^{i\hat{a}i\hat{n}} = b \sum_1^m k_{ni} n_{i\hat{a}i\hat{n}}, \quad (11)$$

де  $n_{i\hat{a}i\hat{n}}$  - середньодобова кількість пар пасажирських поїздів у розрахунковому періоді або за місяць з максимальним обсягом пасажирських перевезень на  $i$ -й ділянці обслуговування.

Кількість маневрових локомотивів  $N_e^{i\hat{a}i}$  визначається розмірами маневрової роботи на кожній станції, що розташовані на ділянках, які обслуговуються даним депо,

$$N_e^{i\hat{a}i} = \frac{\sum_1^i \sum_1^c m_{ij} t_{ij}}{1440 - (t_{\hat{a}e} + t_{ci} + t_{\hat{a}o} + t_{\tau})}, \quad (12)$$

де  $m_{ij}$  - кількість вагонів, яка переробляється на  $i$ -й станції за  $j$ -м видом маневрової роботи;

$t_{ij}$  - розрахункова норма часу для переробки одного вагона за  $j$ -м видом маневрової роботи на  $i$ -й станції, хв;

$t_{ae}$  - час на екіпірування маневрового локомотива, віднесеного до доби;

$t_{ci}$  - час на зміну локомотивної бригади за добу, хв;

$t_c$  - технологічні втрати під час виконання маневрової роботи (час на звільнення маршруту, прямування по коліях станції до місця маневрів та ін.), хв.;

$i$  - кількість станцій, де працюють маневрові локомотиви;

$c$  - кількість видів маневрової роботи на станції.

Потреба локомотивів для господарчих поїздів розраховується за відомістю і графіком обертання так само, як і для вантажних та пасажирських поїздів. Приблизний розрахунок можна виконати за формулою

$$N_e^{\bar{a}\bar{m}} = \frac{L_{\delta^{\bar{a}\bar{m}}} \delta_{\bar{a}}}{365 S_{\bar{e}}^{\bar{a}\bar{m}} 100}, \quad (13)$$

де  $\delta_{\bar{a}}$  - нормований відсоток річного пробігу локомотивів для господарчих поїздів від річного пробігу поїзних локомотивів;

$L_{\delta^{\bar{a}\bar{m}}}$  - річний пробіг усіх поїзних локомотивів депо приписки маневрових локомотивів;

$S_{\bar{e}}^{\bar{a}\bar{m}}$  - середньодобовий пробіг для господарчих поїздів.

## **6 Розрахунок потреби локомотивів графоаналітичним методом**

Уперше графіки обертання локомотивів (паровозів) за графоаналітичним методом були складені у 1935 році в локомотивному депо Ленінград-Пасажирський Московсько-Жовтневої залізниці. Ініціаторами їх розроблення та впровадження були професори Д.А. Штанге і А.П. Міхеєв.

В основу графіка обертання й відомості обертання локомотивів покладений графік руху поїздів або розклад руху поїздів. Графоаналітичний метод відзначається високим ступенем точності й дає змогу розрахувати мінімально необхідний парк локомотивів для заданого варіанта графіка руху поїздів. При

цьому графік обертання локомотивів є не тільки розрахунковим документом, але й планом роботи локомотивів і всього локомотивного господарства. Він служить сполучною ланкою в роботі локомотивного господарства й служби руху. Крім того, графік обертання локомотивів є одним із засобів забезпечення безпеки руху й високої продуктивності праці локомотивних бригад.

Важливим документом при розрахунках потреби локомотивів за графіком обертання локомотивів і руху поїздів є відомість роботи локомотивів на певній ділянці. Для розроблення відомості обертання локомотивів необхідно попередньо визначити:

- пункти зміни локомотивних бригад і окреслити їх ділянки роботи в границях тягових плечей ділянки;
- місця розміщення пунктів екіпірування локомотивів і проведення ТО-2 з урахуванням прийнятого способу роботи локомотивів;
- розробити нормативи часу на проведення екіпірування та ТО-2;
- перебування локомотивів на станції основного депо та депо обертання;
- скласти графіки технологічних операцій обертання локомотивів по станціях з урахуванням часу на приймання й здачу локомотива локомотивними бригадами.

Усі перераховані роботи необхідно виконати з огляду на прийняті способи організації роботи локомотивних бригад і способи обслуговування поїздів локомотивами.

На підставі графіка руху поїздів складаються розклад руху поїздів по станціях обертання локомотивів і відомості обертання локомотивів відповідно до розроблених нормативів за встановленими формами. Довжина тягових ділянок визначається вихідними даними. Час ходу поїздів, дільнична швидкість руху залежно від варіантів завдання можуть бути задані або визначені розрахунками. Час обертання локомотивів по станціях обертання й по станції основного депо може бути заданий або визначений з урахуванням умов руху. Спосіб обслуговування поїздів локомотивами повинен бути заданий або прийнятий за індивідуальними розрахунками з урахуванням вихідних даних.

Розглянемо порядок розрахунку потреби локомотивів графічним способом. Нехай ділянка обертання задана тяговими плечами А-В і А-Б. Станція А – станція основного депо, а на станціях Б і В розташовуються депо обертання. У даному прикладі задаються:

- спосіб обслуговування – кільцевий;
- час ходу по перегону на ділянці А-Б (відповідно окремо туди і назад) – 6 год 40 хв;
- час ходу по перегону на ділянці А-В (відповідно окремо туди і назад) – 6 год 00 хв;
- час простою: по станції А – 30 хв, по станції Б – 1 год 20 хв, по станції В – 1 год 00 хв;
- графік руху – паралельний, рівномірний.

Кількість пар поїздів у добу  $n = 5$ .

За цими даними викреслюємо графік руху поїздів. Він може бути побудований двома способами:

1) спочатку складають відомість обертання локомотивів, а потім графік руху;

2) на заданому графіку руху роблять "ув'язування" поїздів з локомотивами, а потім складають відомість обертання локомотивів.

У даному прикладі розглянутий другий варіант.

Розклад руху поїздів на заданих ділянках обертання локомотивів наведений у таблиці 1.

Почнемо роботу зі станції основного депо А з 0 год 10 хв, коли на станцію Б відправляється поїзд № 2102, куди він прибуде о 6 год 50 хв. З'єднавши точку відправлення зі станції А і точку прибуття на станцію Б прямою лінією, одержимо похилу лінію, що і буде відбивати рух поїзда 2102 від станції А до станції Б, куди він прибуде о 6 год 40 хв (рисунок 14). Непарним напрямком будемо вважати рух на графіку зверху вниз.

Таблиця 1 – Розклад руху поїздів

Парний напрямок	Непарний напрямок
-----------------	-------------------

Час прямування: $t_{AB} = 6^{40}$ на станцію $t_{BA} = 6^{00}$					Час прямування: $t_{BA} = 6^{40}$ на станцію $t_{AB} = 6^{00}$				
Номер поїзда	Час відправлення з станції А	Час прибуття на станцію Б	Час відправлення з станції Б	Час прибуття на станцію А	Номер поїзда	Час відправлення з станції Б	Час прибуття на станцію А	Час відправлення з станції А	Час прибуття на станцію Б
210 2	0 <sup>30</sup>	6 <sup>50</sup>	17 <sup>30</sup>	23 <sup>40</sup>	2101	3 <sup>30</sup>	10 <sup>10</sup>	10 <sup>30</sup>	16 <sup>40</sup>
210 4	4 <sup>50</sup>	11 <sup>30</sup>	22 <sup>20</sup>	4 <sup>20</sup>	2103	8 <sup>10</sup>	14 <sup>50</sup>	15 <sup>20</sup>	21 <sup>20</sup>
210 6	9 <sup>40</sup>	16 <sup>20</sup>	3 <sup>10</sup>	9 <sup>10</sup>	2105	13 <sup>00</sup>	19 <sup>40</sup>	20 <sup>10</sup>	2 <sup>10</sup>
210 8	14 <sup>30</sup>	21 <sup>10</sup>	8 <sup>00</sup>	14 <sup>00</sup>	2107	17 <sup>50</sup>	0 <sup>30</sup>	1 <sup>00</sup>	7 <sup>00</sup>
2110	19 <sup>20</sup>	2 <sup>00</sup>	12 <sup>50</sup>	18 <sup>50</sup>	2109	22 <sup>40</sup>	5 <sup>20</sup>	5 <sup>50</sup>	11 <sup>50</sup>

Після прибуття поїзда 2102 на станцію **Б** локомотив відчіплюється й на всі операції з його обертання умовами завдання виділяється 1 год 20 хв. Час обертання локомотива по станції **Б** на графіку показується горизонтальним відрізком прямої лінії з 6 год 40 хв до 8 год 10 хв. О 8 год 10 хв локомотив відправляється зі станції **Б** на станцію **А** з поїздом № 2103 непарного напрямку й прибуває на станцію **А** о 14 год 50 хв. При кільцевому способі обслуговування локомотив не треба відчіплювати від поїзда по станції **А**. Графіком передбачається стоянка локомотива з поїздом № 2103 протягом 30 хв для зміни локомотивних бригад. Таким чином, відправлення поїзда № 2103 зі станції **А** відбудеться о 15 год 20 хв на плече **А-В**. Знаючи час ходу поїзда по плечу **В** (6 год), визначаємо точку прибуття його на станцію **В** і проводимо похилу лінію. Вона буде відбивати рух поїзда № 2103 до станції **В** по ділянці **А-В**. Після прибуття на

станцію **В** локомотив відчіплюється й після обертання по депо причіпляється до поїзда парного напрямку. Таким порядком прокладаються всі поїзди. Над кожною лінією поїзда вказується його номер на кожному тяговому плечі.

Прийом, що застосований у цьому прикладі, припускає, умовно, що всі поїзди, закладені в графік, після ув'язування по всіх станціях обслуговуються тільки одним локомотивом послідовно, єдиним ланцюжком. Коли будуть ув'язані всі поїзди на графіку, можна приступати до побудови графіка обертання (рисунок 15).

На графіку обертання в тій же послідовності, але в горизонтальному положенні прокладаються всі поїзди, що обслуговуються одним умовним локомотивом. Тоді кількість горизонтальних рядків на цьому графіку буде відповідати кількості діб, які будуть потрібні локомотиву для обслуговування всіх заданих графіком поїздів.

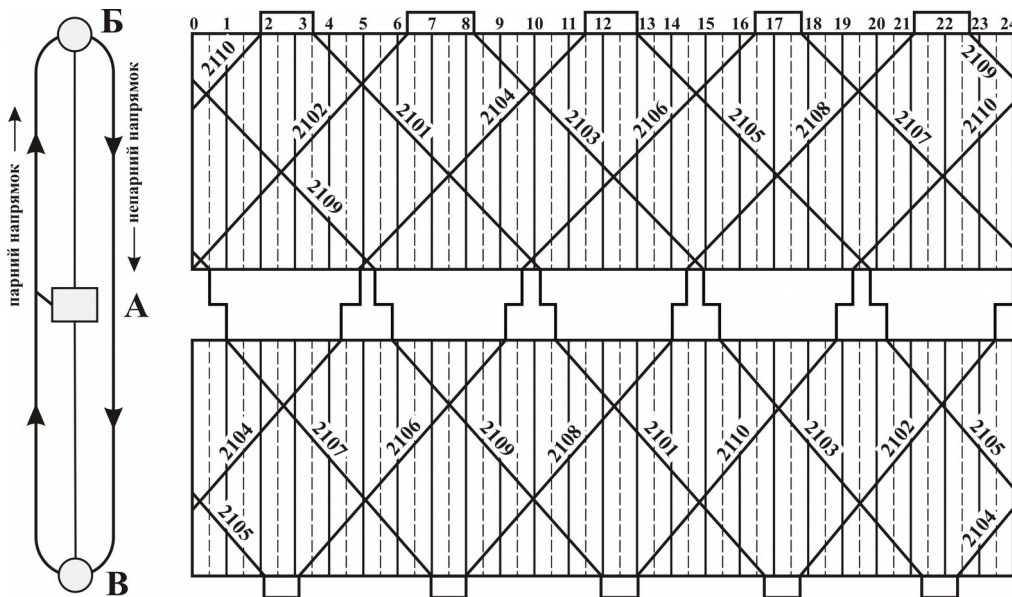


Рисунок 14 – Скорочений графік руху поїздів на ділянці Б-А-В

№ П/П	Г о д и н и д о б и																							
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24											
1	А		2102				Б		2103			А		2103			В	2104						
2		2104		А		2104			Б			2105			А			2105						
3		2105	В			2106		А		2106			Б				2107							
4	А		2107				В		2108			А		2108			Б	2109						
5		2109		А		2109			В		2110			А			2110							
6	2110		Б			2111		А		2111			В			2102								А

### Рисунок 15 – Графік обертання локомотивів на ділянці **Б-А-В**

У розглянутому прикладі для цього потрібно було шість рядків, тобто шість діб. Але тому що поїзди обслуговуються за одну добу, то робимо висновок, що для цього буде потрібно одночасно шість локомотивів, які й складуть експлуатований парк, потрібний для заданого розміру руху.

Третій документ – "Відомість обертання локомотивів" – може бути складений після ув'язування поїздів локомотивами й після цього використаний для перевірного розрахунку.

Відомість має певну кількість граф (залежно від кількості тягових плечей, що обслуговуються).

Графи відомості заповнюються послідовно за часом прибуття й відправлення поїздів на станціях, часом простою на станціях, часом у дорозі й схемою ув'язування локомотивами поїздів (тобто напрямком стрілок у графі оборот по станції).

Далі визначається сумарний час (підсумовуються колонки 3, 5, 14, 16 відомості обертання локомотивів на ділянці **А-Б** (рисунок 16) та однойменних колонок відомості обертання локомотивів на ділянці **А-В**) (рисунок 17), тобто

$$\Sigma T = \Sigma t_1 + \Sigma t_2 + \Sigma t_3 + \Sigma t_4 + \Sigma t_5 + \Sigma t_6 + \Sigma t_7 + \Sigma t_8 , \quad (14)$$

де  $\Sigma t_1$  – сумарний простій локомотивів на станції основного депо **А** (при прямуванні поїздів до станції **Б**);

$\Sigma t_2$  – сумарний час у дорозі від станції основного депо **А** до станції обертання **Б**;

$\Sigma t_3$  – сумарний простій локомотивів на станції обертання **Б**;

$\Sigma t_4$  – сумарний час перебування локомотивів у дорозі від станції обертання **Б** до станції основного депо **А**;

$\Sigma t_5$  – сумарний простій локомотивів на станції основного депо **А** (при прямуванні поїздів до станції **В**);

$\Sigma t_6$  – сумарний час у дорозі від станції основного депо **А** до станції обертання **В**;

$\Sigma t_7$  – сумарний простій локомотивів на станції обертання **В**;

$\Sigma t_8$  – час перебування локомотивів у дорозі від станції обертання **В** до станції основного депо **А**.



№ поїзда	Час прибуття поїзда на станцію основного депо А		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	Час простоя поїзда (локомотива) на станції основного депо А, год., хв.	Час відправлення поїзда зі станції основного депо А, год., хв.																		
2102	23.40	0.30	0.10	6.40	6.50	8.10														
2104	4.20	0.30	4.50	6.40	11.30	13.00														
2106	9.10	0.30	9.40	6.40	16.20	17.50														
2108	14.00	0.30	14.30	6.40	21.10	22.40														
2110	18.50	0.30	19.20	6.40	2.00	3.30														
			$\Sigma t_1$	$\Sigma t_2$										$\Sigma t_3$		$\Sigma t_4$				

Відомість обертання локомотивів депо А на ділянці А-Б

Рисунок 16 –

№ поїзда	Час прибуття поїзда на станцію основного депо А		2	3	Час простоя поїзда (локомотива) на станції основного депо А, год., хв.	4	Час управління поїзда зі станції основного депо А, год., хв.	5	Час в дорозі від станції А до станції обертяння В, год., хв.	6	Час прибуття до станції обертяння В, год., хв.	7	Час роботи локомотивних бригад від станції А до станції В, год., хв.	8	Можливий час управління локомотива з поїздом зі станції В, год., хв.	9	Додатковий час роботи бригади туди	10	11	№ поїзда	12	13	Час простоя поїзда (локомотива) на станції оборотного депо В, год., хв.	14	Час простоя поїзда на станції обороту, год., хв.	15	Загальний час знаходження бригад на станції обороту, год., хв.	16	Час в дорозі від станції обороту В до станції основного депо А, год., хв.	17	Час прибуття поїзда на станцію основного депо А, год., хв.	18	Час роботи локомотивних бригад від станції В до станції А, год., хв.	19	Час роботи локомотивних бригад за оборот локомотива, год., хв.		
	Додатковий час роботи бригади назад	Норма простоя локомотива в оборотному депо																																		Σt <sub>5</sub>	Σt <sub>6</sub>
2101	10.10	0.30	10.40	6.00	16.40	17.40	21.20	2.10	7.00	11.50	12.50	17.40	22.20	3.10	8.00	12.50	2102	17.40	22.20	3.10	8.00	12.50	2104	22.20	3.10	8.00	12.50	2106	3.10	8.00	12.50	2108	8.00	12.50	2110	12.50	18.50
2103	14.50	0.30	15.20	6.00	21.20	22.20	21.20	2.10	7.00	11.50	12.50	22.20	22.20	3.10	8.00	12.50	2104	22.20	3.10	8.00	12.50	2106	3.10	8.00	12.50	2108	8.00	14.00	2110	12.50	18.50						
2105	19.40	0.30	20.10	6.00	2.10	3.10	2.10	2.10	7.00	11.50	12.50	3.10	3.10	3.10	8.00	12.50	2106	3.10	8.00	12.50	2108	3.10	8.00	12.50	2108	3.10	9.10	2110	12.50	18.50							
2107	0.30	0.30	1.00	6.00	7.00	8.00	7.00	7.00	7.00	11.50	12.50	8.00	8.00	8.00	8.00	12.50	2108	8.00	12.50	2110	8.00	12.50	8.00	8.00	8.00	14.00	2110	12.50	18.50								
2109	5.20	0.30	5.50	6.00	11.50	12.50	11.50	11.50	11.50	11.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	2110	12.50	12.50	2110	12.50	12.50	12.50	1.00	6.00	18.50	2110	12.50	18.50								

Рисунок 17 – Відомість обертання локомотивів депо А на ділянці А-В

Підсумувавши отримані значення, будемо мати

$$\Sigma T = 2.30 + 30.00 + 5.00 + 30.00 + 2.30 + 33.20 + 7.20 + 33.20 = 144 \text{ год.}$$

Розділивши отриману суму годин на 24 (кількість годин у добі), одержимо в результаті

$$N_a = \frac{144}{24} = 6 \text{ лок.}$$

При точному підрахунку  $\Sigma T$  повинна ділитися без залишку на кількість годин у добі (24).

Таким чином, за допомогою графоаналітичного методу встановлено, що для забезпечення обслуговування всіх вантажних поїздів на ділянці обертання **Б-А-В** потрібно шість локомотивів.

## **7 Показники ефективності використання локомотивів**

Для виконання функцій управління комплексом підприємств залізничного транспорту розроблена й використовується система показників, норм і оцінок діяльності лінійних підприємств, управлінь залізниць і в цілому всього комплексу залізничного транспорту. Система показників складається з декількох груп. Частина показників розробляється з урахуванням довгострокових економічних нормативів і норм та використовується при плануванні роботи підприємств. Значна група показників отримується в результаті розрахунків та служить для організації контролю, оцінки й аналізу роботи підприємств. Показники служать і для планування й оцінки обсягу виконуваної роботи та для оцінки якості цієї роботи.

Класифікація й перелік показників подані на рисунку 18.

Робота локомотивного депо здійснюється на основі виробничого фінансового плану, що розробляється з урахуванням заданого обсягу робіт, а також за встановленими нормами і нормативами. Для локомотивного депо такими показниками є: норми використання локомотивів, витрата палива й електроенергії, витрата матеріалів і запасних частин для ремонту, нормативи трудомісткості ремонтів, нормативи на обладнання та ін.



Рисунок 18 – Показники ефективності використання локомотивів

Усі показники ефективності використання локомотивів розподіляються на кількісні та якісні.

Об'ємні (кількісні) показники не дають змоги достатньою мірою відбити ефективність використання локомотивів і проаналізувати їх роботу за певний період часу. Тому використовуються ще і якісні показники, які дають змогу одержати більш точну оцінку роботи локомотивів і локомотивного господарства.

### 7.1 Кількісні показники

**Пробіги локомотивів.** Цей показник планується й ураховується для визначення потреби локомотивів у вантажному й пасажирському русі, а також для розрахунку екіпірувальних і ремонтних засобів.

У практиці експлуатаційної роботи склалися такі поняття й визначення пробігів локомотивів:

- **загальний пробіг**, що складається з лінійного, який виконується на перегонах  $\sum MS_{\bar{e}}^{\bar{e}^3 i}$ , і умовного пробігу локомотивів  $\sum MS_{\bar{e}}^{\bar{o} i}$ , що зайняті на маневрах або в господарчій роботі:

$$\sum MS_{\bar{e}}^{\bar{c} \bar{a} \bar{a}} = \sum MS_{\bar{e}}^{\bar{e}^3 i} + \sum MS_{\bar{e}}^{\bar{o} i} ; \quad (15)$$

- **лінійний пробіг**, що складається із пробігу локомотивів по перегонах і являє собою суму пробігів у голові поїздів  $\sum MS_{\bar{e}}^{\bar{a} \bar{e}}$ , при подвійній тязі  $\sum MS_{\bar{e}}^{\bar{i} \bar{i} \bar{a} \bar{a}}$ , при підштовхуванні  $\sum MS_{\bar{e}}^{\bar{i} \bar{i} \bar{a} \bar{o} \bar{o}}$ , в одиночному прямуванні  $\sum MS_{\bar{e}}^{\bar{i} \bar{i} \bar{a} \bar{e} \bar{i}}$  й визначається за формулою

$$\sum MS_{\bar{e}}^{\bar{e}^3 i} = \sum MS_{\bar{e}}^{\bar{a} \bar{e}} + \sum MS_{\bar{e}}^{\bar{i} \bar{i} \bar{a} \bar{a}} + \sum MS_{\bar{e}}^{\bar{i} \bar{i} \bar{a} \bar{o} \bar{o}} + \sum MS_{\bar{e}}^{\bar{i} \bar{i} \bar{a} \bar{e} \bar{i}} . \quad (16)$$

За кожним видом руху пробіг ураховується окремо (у пасажирському русі, у вантажному русі та ін.). Лінійний пробіг визначається за певний або розрахунковий період часу. Пробіг устанавлюється в границях обертання локомотивів для визначення й розрахунку програми ремонтів.

Лінійний пробіг у вантажному русі можна визначити за подвійною довжиною тягових плечей і заданим розміром руху (кількість пар поїздів за добу)

$$MS_{\bar{e}}^{\bar{e}^3 i} = \sum_1^m 2l_{\bar{a} \bar{o} i} n_{\bar{a} \bar{a} \bar{i} \bar{o} i} , \quad (17)$$

де  $l_{\bar{a} \bar{o} i}$  – довжина  $i$ -ї ділянки роботи локомотивних бригад у границях ділянки або зони обертання локомотивів, які приписані до даного депо;

$n_{\bar{a} \bar{a} \bar{i} \bar{o} i}$  – розміри руху (кількість пар) вантажних поїздів на  $i$ -й ділянці роботи локомотивних бригад;

$m$  – кількість ділянок роботи локомотивних бригад у границях тягового плеча або зони обертання локомотивів.

**Пробіг при подвійній тязі** — це відстань, що проходять другі локомотиви на ділянках, де встановлюється подвійна тяга, за певний період часу у локомотиво-кілометрах. Зворотний пробіг других локомотивів ураховується як пробіг в одиночному

прямуванні. Пробіг других локомотивів, що працюють за системою багатьох одиниць та управлінням однією бригадою, вважається лінійним пробігом, а не пробігом у кратній тязі, коли на кожному локомотиві в поїзді локомотивна бригада працює самостійно, але погоджує свої дії з командами машиніста ведучого локомотива. При організації роботи здвоєних поїздів пробіг другого локомотива належить до пробігу при подвійній тязі.

**Пробіг локомотивів у підштовхуванні** — це відстань, що проходять другі локомотиви на ділянках підштовхування (важкий підйом, складний профіль або інші обставини). Пробіг при підштовхуванні встановлюється по довжині встановленої для підштовхування частини ділянки й кількості поїздів, що потребують підштовхування, за певний період часу. Зворотний пробіг підштовхувального локомотива без поїзда належить до пробігу в одиночному прямуванні.

**Подвійна тяга (кратна)** відрізняється від підштовхування використанням потужності другого локомотива на всьому шляху руху поїзда, а при підштовхуванні — тільки на окремих ділянках колії. Подвійна (кратна) тяга за своєю метою використання класифікується на вагову, швидкісну й змішану. Швидкісний варіант передбачає підвищення встановленої на ділянці швидкості руху при незмінній масі поїзда. Ваговий варіант припускає інший результат — збільшення маси поїзда при збереженні заданої швидкості руху по ділянці. Змішаний варіант припускає одночасне збільшення й швидкості, і маси поїзда.

**Пробіг локомотива в одиночному прямуванні** — це відстань, яку проходять локомотиви у парному й непарному напрямках по ділянках без поїздів. До цієї категорії пробігів належить пробіг у відрядженнях, при пересиланні локомотивів у ремонт і з ремонту, пробіг при виконанні господарчої роботи та ін. Одиночний пробіг локомотива являє собою непродуктивну роботу, при якій не виробляється транспортна продукція.

**Умовний пробіг поїзних локомотивів** — це умовний прийом, що дає змогу врахувати роботу поїзних локомотивів, які тимчасово використовуються не на поїзній роботі. Наприклад, маневрова робота на проміжній станції, водіння збірних поїздів, маневрова робота в пунктах приписки (тягова територія депо) та

ін. Умовний пробіг поїзних локомотивів при виконанні маневрів і зі збірними поїздами визначається за часом роботи й перевідним коефіцієнтом – година роботи прирівнюється за витратами пробігу від 5 км і вище. В умовний пробіг переводиться й час простою локомотивів, що очікують роботу на станційних коліях у "гарячому" робочому стані.

Використовувати поїзні локомотиви на зазначених роботах не раціонально й допускається тільки в обмежених випадках.

Умовні пробіги локомотивів, які виконують різні види робіт, наведені в таблиці 2, а розрахункові значення пробігів локомотивів наведені в таблиці 3.

Кількісні показники по пробігах локомотивів є основою для розрахунку експлуатованого парку локомотивів, розрахунку програми ремонтів і технічного обслуговування локомотивів та інших параметрів роботи локомотивного депо.

Таблиця 2 – Визначення умовного пробігу локомотивів

Вид роботи	Показник	Умовний пробіг, км
З транзитними поїздами	1 год простою на станціях, у пунктах зміни локомотивних бригад та в пунктах обертання	1
З господарчими поїздами	1 год роботи	10
Маневрова робота зі збірними поїздами	1 год роботи на проміжних станціях	5
Спеціальна	1 год роботи	5
Усі види маневрової роботи на станціях	1 год маневрів та простою під час її виконання	1

Таблиця 3 – Розрахункова таблиця пробігів локомотивів

Показник	Познач.	Метод розрахунку	Розрахункова формула
Лінійний пробіг	$\sum MS_{л}^{лін}$	Складається з пробігів локомотивів в голові поїздів, пробігів других локомотивів, які працюють за системою багатьох одиниць та допоміжних лінійних пробігів	$\sum MS_{л}^{лін} = \sum MS_{л}^{гол} + \sum MS_{л}^{ор} + \sum MS_{л}^{доп}$
Пробіг в голові поїздів	$\sum MS_{л}^{гол}$	Ураховує поїзні (вантажні і пасажирські), приміські, зборні, вивізні та передаточні перевезення	$\sum MS_{л}^{гол} = \sum MS_{л}^{поїзн} + \sum MS_{л}^{прим} + \sum MS_{л}^{зб} + \sum MS_{л}^{вив} + \sum MS_{л}^{пер}$
Допоміжний лінійний пробіг	$\sum MS_{л}^{доп}$	Включає до себе пробіги локомотивів у подвійній тязі, у підштовхуванні та одиночному слідуванні	$\sum MS_{л}^{доп} = \sum MS_{л}^{пове} + \sum MS_{л}^{підшт} + \sum MS_{л}^{один}$
Умовний пробіг спеціальних маневрових локомотивів	$\sum MS_{л}^{ман}$	Число локомотивів, які зайняті у маневровій роботі. Пробіг визначають за нормою умовного пробігу $S'_{ум}$ , який віднесений до однієї години роботи	$\sum MS_{л}^{ман} = \sum M_{ман} (23,5 S'_{ум} + 0,5)$ , де 23,5 і 0,5 число годин роботи та простою маневрового локомотива за добу, годин
Умовний пробіг локомотивів, за виключенням спеціально маневрових	$\sum MS_{л}^{ум}$	Число годин роботи локомотивів $t_i$ зі збірними поїздами на проміжних станціях, у господарчому русі, простоях з транзитними поїздами на станціях (визначають за $S'_{умi}$ )	$\sum MS_{л}^{ум} = \sum t_i S'_{умi}$



**Робота локомотивів у тонно-кілометрах.** Тонно-кілометр – вимірник виконаної роботи локомотивами депо з перевезення вантажів і пасажирів. Показник тонно-кілометри брутто є основною оцінкою виконання плану з обсягу роботи локомотивного депо. Цей показник лежить в основі планування й розрахунків продуктивності праці в депо по цеху експлуатації, розрахунку необхідних паливно-енергетичних ресурсів та інших витрат для організації роботи депо.

Розрізняють тонно-кілометри брутто й тонно-кілометри нетто. Перші характеризують перевізну роботу локомотивного депо і залізниці. За цим показником провадиться фінансування, нормується витрата палива й енергії, визначається середня вага поїзда брутто, продуктивність локомотива, ведеться розрахунок потреб локомотивів для вантажного руху при плануванні.

Робота в тонно-кілометрах брутто за певний період часу визначається як сума добутків подвійної довжини тягових плечей на кількість пар поїздів за добу й на середню вагу поїзда в тонно-кілометрах брутто. Основним джерелом даних для розрахунків цього показника є найважливіший первинний обліковий документ – маршрут машиніста.

Розрахунок роботи локомотива можна виконати за формулою

$$A = \sum_i^n 2 L_i n_i Q_{\text{до } i}, \quad (18)$$

де  $2 L_i$  – довжина  $i$ -ї ділянки обслуговування (тягового плеча), км;

$n_i$  – кількість пар поїздів на  $i$ -му тяговому плечі;

$Q_{\text{до } i}$  — середня маса поїзда брутто на  $i$ -му тяговому плечі, т.

Величина тонно-кілометр нетто теж показує виконану вантажну роботу за певний період часу. Вона розраховується за тією ж формулою, але замість ваги брутто приймається вага поїзда нетто (без урахування ваги тари вагонів). Основним джерелом даних для розрахунків цього показника є інший важливий первинний документ – натурний лист вагона.

**Робота локомотивів у локомотиво-годинах.** Ця робота підраховується за кожним родом і місцем роботи локомотивів, а також для локомотивів неексплуатованого парку та локомотивів у ремонті і ТО.

Локомотиво-години ураховуються:

- за загальним часом у дорозі;
- за простоями у депо;
- за простоями на станціях обертання;
- за простоями при зміні локомотивних бригад;
- за часом маневрової роботи.

Весь облік ведеться окремо за видами руху й робіт. Окремо враховуються години роботи на коліях депо, на коліях інших підприємств і на інших роботах.

Добова кількість локомотиво-годин чистого руху без урахування стоянок на проміжних станціях визначається за формулою

$$MT_{\pm, \delta \delta \delta \delta}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}} = \sum \frac{2 L_i n_i}{V_{\hat{o} \hat{a} \hat{o}. i}}, \quad (19)$$

де  $V_{\hat{o} \hat{a} \hat{o}. i}$  – технічна швидкість руху поїзда на відповідній  $i$ -й ділянці, км/год.

Добова кількість локомотиво-годин перебування локомотива на проміжних станціях буде визначатися за формулою

$$MT_{\hat{i} \hat{o}. \hat{n} \hat{o}}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}} = \sum \frac{2 L_i n_i}{V_{\hat{a} \hat{v}. i}} - MT_{\pm, \delta \delta \delta \delta}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}}, \quad (20)$$

де  $V_{\hat{a} \hat{v}. i}$  – дільнична швидкість руху поїзда на  $i$ -й ділянці, км/год.

Визначаючи загальну добову кількість локомотиво-годин на всій ділянці обертання, варто скласти всі результати, включивши сюди час простою на станції основного депо та у пунктах зміни локомотивних бригад з кожною парою поїздів за формулою

$$MT_{\hat{c} \hat{a} \hat{a}}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}} = MT_{\pm, \delta \delta \delta \delta}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}} + MT_{\hat{i} \hat{o}. \hat{n} \hat{o}}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}} + MT_{\hat{i} \hat{n} \hat{i}}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}} + MT_{\hat{i} \hat{a}}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}} + MT_{\hat{n} \hat{o}. \hat{i} \hat{n} \hat{i}}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}}, \quad (21)$$

де  $MT_{\hat{i} \hat{n} \hat{i}}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}}$  – локомотиво-години простою в основному депо;

$MT_{\hat{i} \hat{a}}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}}$  – локомотиво-години простою в депо обертання;

$MT_{\hat{n} \hat{o}. \hat{i} \hat{n} \hat{i}}^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{o}}$  – локомотиво-години простою на станції основного депо.

Якщо розрахунки всіх складових виконані докладно й повністю, то за загальною сумою витраченого часу за добу по всіх тягових плечах і заданим обсягом (кількістю пар поїздів)

роботи можна визначити потрібну кількість локомотивів за формулою

$$N_e^{\text{ââî ò}} = \frac{MT_{\text{çââ}}^{\text{ââî ò}}}{24}. \quad (22)$$

Аналогічно визначається потрібна кількість локомотиво-годин для обслуговування пасажирських та інших поїздів.

## 7.2 Якісні показники використання локомотивів

**Оберт локомотива.** Сумарний час, що витрачається на обслуговування однієї пари поїздів на певній ділянці залізниці, називається обертом локомотива. Він складається з багатьох елементів, які нерівномірно насичені як корисною роботою, так і часом непродуктивного простою.

Основні елементи оберту локомотива на одноплечовій ділянці зображені на рисунку 19.

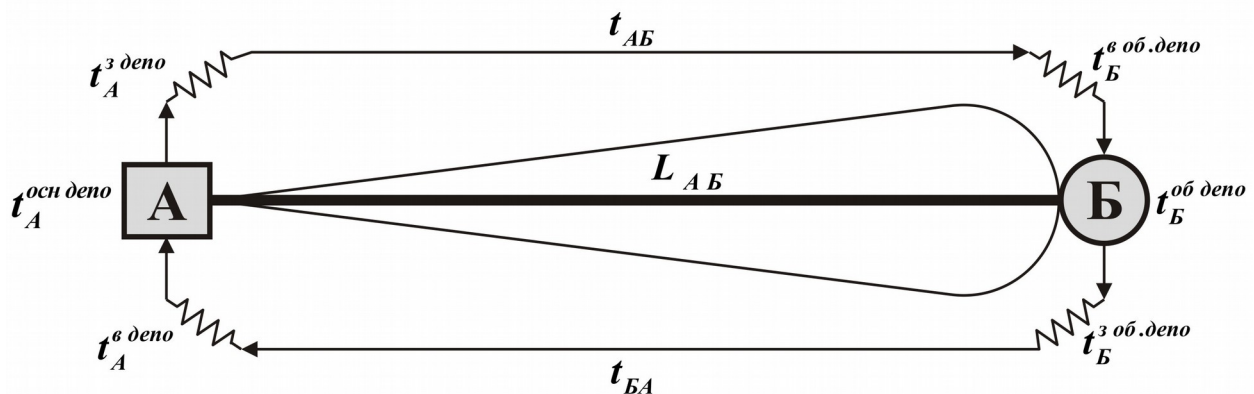


Рисунок 19 – Оберт локомотива на одноплечовій ділянці А-Б

Для даної ділянки час оберту локомотива складе

$$T_{i\acute{a}} = t_A^{\text{ç äâî î}} + t_{\text{ââ}} + t_A^{\text{â î á äâî î}} + t_A^{\text{î á äâî î}} + t_A^{\text{ç î á äâî î}} + t_{\text{ââ}} + t_A^{\text{â äâî î}} + t_A^{\text{î ñî äâî î}}, \quad (23)$$

де  $t_A^{\text{ç äâî î}}$  – час виїзду локомотива з основного депо А на станцію;

$t_{\text{ââ}}$  – час прямування по ділянці А-Б;

$t_A^{\text{â î á äâî î}}$  – час на заїзд у депо обертання Б;

$t_A^{\hat{a} \hat{a} \hat{a} \hat{i}}$  – час перебування під технічними операціями в депо обертання **Б**;

$t_A^{\hat{c} \hat{a} \hat{a} \hat{i}}$  – час на виїзд із депо обертання **Б**;

$t_{AA}$  – час прямування по ділянці **Б-А**;

$t_A^{\hat{a} \hat{a} \hat{i}}$  – час на заїзд в основне депо **А**;

$t_A^{\hat{m} \hat{a} \hat{i}}$  – час перебування під технічними операціями в основному депо **А**.

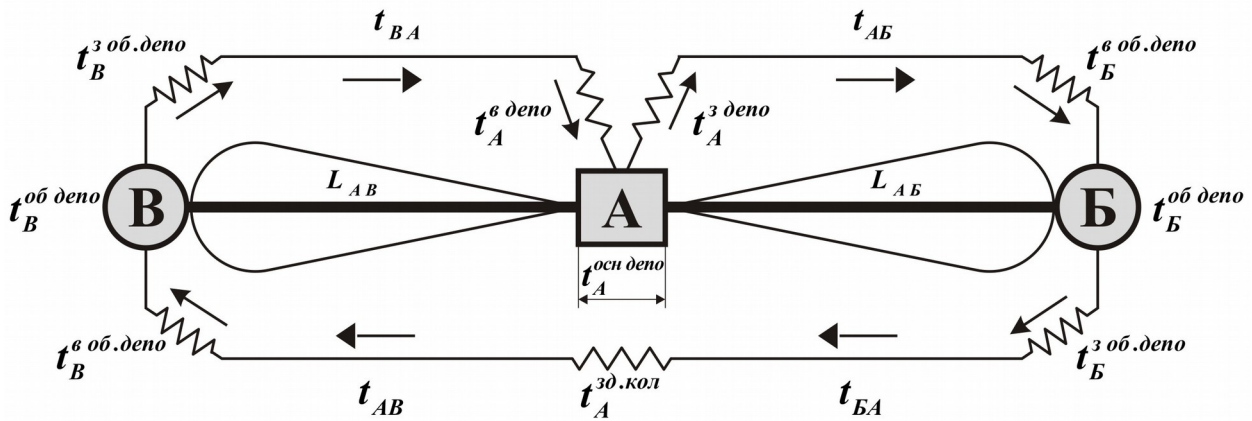


Рисунок 20 – Оберт локомотива на двоплечовій ділянці **В-А-Б**

Для двоплечової ділянки, що зображена на рисунку 20, оберт локомотива буде складати

$$\begin{aligned} \dot{O}_{i\hat{a}} = & t_A^{\hat{c} \hat{a} \hat{a} \hat{i}} + t_{AA} + t_A^{\hat{a} \hat{a} \hat{i}} + t_A^{\hat{i} \hat{a} \hat{a} \hat{i}} + t_A^{\hat{c} \hat{a} \hat{a} \hat{i}} + t_{AA} + t_A^{\hat{c} \hat{a} \hat{e} \hat{i} \hat{e}} + \\ & + t_{AA} + t_A^{\hat{a} \hat{i} \hat{a} \hat{a} \hat{i}} + t_A^{\hat{i} \hat{a} \hat{a} \hat{i}} + t_A^{\hat{c} \hat{i} \hat{a} \hat{a} \hat{i}} + t_{AA} + t_A^{\hat{a} \hat{a} \hat{i}} + t_A^{\hat{i} \hat{m} \hat{a} \hat{i}} \end{aligned} \quad (24)$$

де  $t_A^{\hat{c} \hat{a} \hat{a} \hat{i}}$  – час виїзду локомотива на станцію з основного депо **А**;

$t_{AA}$  – час прямування по ділянці **А-Б**;

$t_A^{\hat{a} \hat{a} \hat{i}}$  – час на заїзд у депо обертання **Б**;

$t_A^{\hat{i} \hat{a} \hat{a} \hat{i}}$  – час перебування під технічними операціями в депо обертання **Б**;

$t_A^{\hat{c} \hat{a} \hat{a} \hat{i}}$  – час на виїзд із депо обертання **Б**;

$t_{AA}$  – час прямування по ділянці **Б-А**;

$t_A^{\hat{c} \hat{a} \hat{e} \hat{i} \hat{e}}$  – час простою на коліях станції **А** (приймання й здача локомотива локомотивними бригадами на станційних коліях);



в нього не включається час, що витрачається на екіпірування локомотива й інші простої в основному депо).

Величина експлуатаційного оберту може бути визначена за формулою

$$T_{\hat{a}\hat{e}\hat{m}\hat{e}}^{\hat{i}\hat{a}} = T_{\hat{i}\hat{i}\hat{a}\hat{i}}^{\hat{i}\hat{a}} - t'_{\hat{i}\hat{m}}, \quad (26)$$

де  $t'_{\hat{i}\hat{m}}$  – час перебування локомотива в основному депо від моменту проходження КП при заїзді на територію депо до моменту виїзду на КП при прямованні з депо під поїзд, год.

**Дільничний оберт** – це час, витрачений на обслуговування однієї пари поїздів на  $i$ -й ділянці роботи однієї локомотивної бригади. Він може бути визначений за формулою

$$T_{\hat{a}\hat{e}}^{\hat{i}\hat{a}} = \sum \frac{2l_{\hat{a}\hat{o}\hat{i}}}{V_{\hat{a}\hat{e}\hat{i}}} + \sum t_{\hat{c}\hat{i}\hat{i}}, \quad (27)$$

де  $l_{\hat{a}\hat{o}\hat{i}}$  – довжина  $i$ -ї ділянки обслуговування локомотива локомотивною бригадою, км;

$V_{\hat{a}\hat{e}\hat{i}}$  – дільнична швидкість на  $i$ -й ділянці, км/год;

$t_{\hat{c}\hat{i}\hat{i}}$  – сумарний простій у пунктах зміни локомотивних бригад на  $i$ -ї ділянці, год.

Дільничний оберт дає змогу вирішувати питання нормування локомотивних парків і показників їх використання в різних варіантах експлуатаційної роботи.

Норми деяких елементів оберту можуть бути визначені з розрахунку або прийняті відповідно до наявних розпоряджень, інструкцій або інших регламентуючих документів.

Визначивши час повного оберту локомотива при обслуговуванні пари поїздів на заданій ділянці роботи можна обчислити коефіцієнт потреби локомотивів за добу на одну пару поїздів за формулою

$$k_{\hat{e}} = \frac{T_{\hat{i}\hat{i}\hat{a}\hat{i}}^{\hat{i}\hat{a}}}{24}, \quad (28)$$

Це дає змогу аналітичним способом легко визначити потребу локомотивів експлуатованого парку для заданої кількості пар поїздів за добу на заданій ділянці.

Приблизні норми часу для визначення елементів оборту локомотива подано в таблиці 4.

Таблиця 4 – Приблизні норми часу для визначення елементів оборту локомотива

Елементи оборту локомотива по станціях	Тривалість, хв	
	Станція основного депо	Станція обертання депо
Прямуювання від контрольного поста під поїзд на станцію	5-10	5-10
Причеплення до поїзда	2	2
Випробування гальм:		
повне	7-10	7-10
скорочене	5-7	-
Відправлення	2-5	2-5
Відчеплення від поїзда	1-3	1-3
Прямуювання від поїзда до контрольного поста	5-10	5-10

**Технічною швидкістю** називається середня швидкість руху поїзда по ділянці (на тяговому плечі) між двома кінцевими технічними станціями. При цьому час для розрахунку береться без урахування часу стоянок на проміжних станціях, але з урахуванням часу на розгін і гальмування при зупинках та при обмеженні швидкості, а також на зупинки, не передбачені графіком руху.

Розрахунок ведеться за формулою

$$V_{\text{д}} = \frac{L}{t_{\text{д}} - \sum t_{\text{ст}}}, \quad (29)$$

де  $L$  – відстань між станціями, які обмежують тягове плече, км;

$t_{\text{д}}$  – час перебування поїзда на ділянці, год;

$t_{\text{ст}}$  – час стоянок на проміжних станціях, год.

**Дільничною швидкістю** називається середня швидкість руху поїзда по ділянці (на тяговому плечі) між двома кінцевими

технічними станціями. При цьому час для розрахунку  $t_{\bar{a}^2\bar{e}}$  береться з урахуванням часу стоянок на проміжних станціях і часу на розгін та уповільнення. Розрахунок ведеться за формулою

$$V_{\bar{a}^2\bar{e}} = \frac{L}{t_{\bar{a}^2\bar{e}}}. \quad (30)$$

**Ходовою швидкістю** називається середня швидкість руху поїзда по ділянці між двома кінцевими технічними станціями (на тяговому плечі). При цьому час для розрахунку береться без урахування часу стоянок на проміжних станціях і часу на розгін та уповільнення

$$V_{\delta\bar{i}\bar{a}} = \frac{L}{t_{\bar{a}^2\bar{e}} - \sum (t_{\delta\bar{o}\bar{i}} + t_{\delta\bar{o}\bar{i}\bar{c}\bar{a}} + t_{\bar{m}\bar{i}\bar{a}})}, \quad (31)$$

де  $t_{\delta\bar{o}\bar{i}\bar{c}\bar{a}}$ ,  $t_{\bar{m}\bar{i}\bar{a}}$  – відповідно час, що витрачається на розгін та уповільнення, год.

**Середня маса поїзда.** Цей показник дає змогу оцінювати ефективність використання потужності локомотива й може бути визначений як співвідношення виконаних тонно-кілометрів брутто за добу до пробігу локомотивів у голові поїзда за той же період і на тій же ділянці, ткм брутто:

$$Q_{\bar{a}\bar{o}.\bar{m}\bar{i}\bar{o}} = \frac{\sum 2 L_i n_i Q_{\bar{a}\bar{o}.i}}{S_{\bar{m}\bar{i}\bar{a}}}, \quad (32)$$

де  $S_{\bar{m}\bar{i}\bar{a}}$  – пробіг локомотивів у голові поїзда за добу, лок.км.

Середня маса поїзда встановлюється для кожної ділянки обертання окремо для парного й непарного напрямків.

**Середньодобовий пробіг** показує кількість кілометрів, що припадають у середньому за добу на один локомотив експлуатованого парку. Його можна визначити за формулою

$$S_{\bar{m}\bar{i}\bar{a}} = \frac{24 \sum N_{\bar{a}} L_i}{\sum N_{\bar{a}} T_{\bar{i}\bar{i}\bar{a}\bar{i}}}, \quad (33)$$



де  $\sum N_a L_i$  – загальний пробіг локомотивів депо без урахування пробігу локомотивів, зайнятих на підштовхуванні поїздів за певний період часу;

$\sum N_a T_{i\dot{a}\dot{a}}^{i\dot{a}}$  – загальна витрата локомотиво-годин за той же період (включаючи час руху і час простоїв на станціях).

Середньодобовий пробіг можна визначити також як співвідношення кількості локомотиво-кілометрів лінійного пробігу у голові поїздів, подвійною тягою та в одиночному прямуванні, виконаних за добу на ділянці роботи локомотивних бригад, до експлуатованого парку

$$S_{\dot{a}\dot{a}} = \frac{\sum 2 L_i n_i}{N_a}. \quad (34)$$

**Середньодобова продуктивність** локомотива виражає перевізну роботу його в тонно-кілометрах бруто і є комплексним вимірником використання локомотива.

Середньодобова продуктивність поїзного локомотива вантажного руху, ткм бруто/доб, визначається за формулою

$$W_{i\dot{\delta}} = \frac{S_{\dot{a}\dot{a}} \cdot Q_{\dot{a}\dot{\delta}} \cdot \dot{n}_{i\dot{\delta}}}{1 + \beta_{\dot{a}}}, \quad (35)$$

де  $\beta_{\dot{a}}$  – коефіцієнт, який урахує допоміжний пробіг локомотивів (приймається  $\beta_{\dot{a}}=0,05\dots 0,1$ ).

**Час корисної роботи локомотива**, год, протягом доби може бути визначений за формулою

$$t_{\dot{e}i\dot{\delta}} = \frac{S_{\dot{a}\dot{a}}}{V_{\dot{a}\dot{e}}}. \quad (36)$$

**Час роботи локомотива в чистому русі** (за добу), год:

$$t_{\dot{\delta}} = \frac{S_{\dot{a}\dot{a}}}{V_{\dot{\delta}\dot{a}\dot{i}}}. \quad (37)$$

де  $V_{\dot{\delta}\dot{a}\dot{i}}$  – технічна швидкість, км/год.

**Бюджет часу локомотива** є показником, що дає змогу встановити час руху та простою локомотива за добу. Цей

показник виражається в годинах. Його можна визначити за формулою

$$t_{\div \delta} + t_{i \delta \tilde{n} \delta} + t_{ci} + t_{i \tilde{m}} + t_{i \acute{a}} = 24, \quad (38)$$

де  $t_{\div \delta}$  – час роботи локомотива в чистому русі за добу, год;

$t_{i \delta \tilde{n} \delta}$  – час простою локомотива на проміжних станціях за добу, год;

$t_{ci}$  – час перебування локомотива в пунктах зміни локомотивних бригад за добу, год;

$t_{i \tilde{m}}$  – час простою локомотива за добу на станції основного депо, год;

$t_{i \acute{a}}$  – час простою локомотива за добу в пунктах обертання, год.

Час простою локомотива на проміжних станціях за добу, год:

$$t_{i \delta \tilde{n} \delta} = t_{\hat{e} i \delta} - t_{\div \delta} - t_{ci}, \quad (39)$$

де  $t_{ci}$  – підраховується згідно зі схемою обслуговування локомотивів бригадами.

**Використання потужності локомотивів** характеризується кількістю тонно-кілометрів брутто, що припадають на одиницю потужності. Сумарна потужність локомотивів, кВт, буде складати

$$\sum N_{\ddot{a}} = N_{\ddot{a}} \cdot N_e, \quad (40)$$

де  $N_{\ddot{a}}$  – дотична потужність одного локомотива, який працює на заданій ділянці обертання;

$N_e$  - експлуатований парк локомотивів.

Дотичну потужність одного локомотива, який працює на заданій ділянці обертання, можна визначити за формулою

$$N_{\ddot{a}} = \frac{F_{\hat{e} \delta} \cdot V_{\delta}}{3,67}, \quad (41)$$

де  $F_{\hat{e} \delta}$  – розрахункове значення дотичної сили тяги заданого локомотива, кН;

$V_{\delta}$  – розрахункова швидкість локомотива, км/ год.

Тоді кількість тонно-кілометрів брутто на одиницю потужності, ткм брутто/кВт·год, буде складати

$$q_{\text{нбд}} = \frac{L_{\delta} \cdot Q_{\text{дбд}}}{\sum N_{\text{дбд}}}, \quad (42)$$

### Питання для модульного контролю

1 Надайте перелік тягового рухомого складу залізниць України.

2 Які показники роботи ТРС належать до тягових?

3 Які показники ТРС належать до експлуатаційних?

4 Які показники роботи ТРС належать до економічних?

5 Яким ТРС виконується перевезення вантажів та пасажирів на електрифікованих ділянках?

6 Надайте перелік вантажних та пасажирських електровозів?

7 Яка різниця між електровозами постійного та змінного струму? Наведіть особливості енергопостачання електровозів.

8 Надайте перелік електричного МВРС залізниць України, у т.ч. вітчизняного виробництва.

9 Надайте перелік рухомого складу, який працює на неелектрифікованих ділянках залізниць.

10 Надайте перелік дизельного МВРС залізниць України, у т.ч. вітчизняного виробництва.

11 Назвіть пасажирський ТРС прискореного руху, його подальший розвиток.

12 Надайте характеристику структури інвентарного парку локомотивів.

13 Яким чином регулюється локомотивний парк залізниць? Порядок передачі ТРС у межах залізниці та ПАТ «Укрзалізниця».

14 Який документ є основним для обліку інвентарного парку. Порядок його ведення.

15 Які локомотиви належать до парку у розпорядженні залізниці (депо), а які поза розпорядженням залізниці (депо).

16 Яким чином створюється запас локомотивів ПАТ «Укрзалізниця» та резерв залізниці?

17 На які групи підрозділяється локомотивний парк залізниці?

18 Які локомотиви належать до експлуатованого парку, а які до неексплуатованого?

19 На які групи розподіляються локомотиви експлуатованого парку за родом руху та видом виконуваної роботи?

20 Які локомотиви виконують попутно маневрову роботу, а які спеціальну?

21 На які групи розподіляються локомотиви та МВРС неексплуатованого парку.

22 Які локомотиви та МВРС належать до групи несправних?

23 Призначення графіків руху поїздів та їх класифікація.

24 Надайте характеристики пропускної та провізної спроможності залізничних напрямів.

25 Яка ділянка залізниці називається перегоном? Розподіл станцій у залежності від їх основного призначення.

26 Надайте класифікацію ділянок залізниць, на яких працюють локомотиви, та складових ділянок обертання локомотивів.

27 Від яких факторів залежить довжина тягових плечей, ділянок обертання та зон обслуговування поїздів локомотивами.

28 Надайте перелік способів обслуговування поїздів локомотивами та доцільність застосування того чи іншого. Які переваги має кільцевий спосіб?

29 Назвіть методи розрахунку потреби локомотивів як у перспективному, так і в оперативному плануванні.

30 Способи розрахунку потреби локомотивів на перспективу й у оперативному плануванні.

31 Методи визначення локомотивів вантажного руху.

32 Як визначити кількість локомотивів для пасажирського руху та для маневрової роботи?

33 Порядок визначення потреби локомотивів графоаналітичним методом.

34 Які дані потрібні для складання відомості обертання локомотивів?

35 Порядок складання графіка обертання локомотивів, складові, які потрібні для цього. Визначення експлуатованого парку за графіком обертання.

36 Показники ефективності використання локомотивів, їх класифікація. Кількісні показники. Що позначає умовний пробіг поїзних локомотивів.

37 Як можливо визначити роботу локомотива та в яких одиницях вона вимірюється.

38 Якісні показники використання локомотивів (навести перелік). Види обертання локомотивів.

39 Які існують види швидкостей руху поїздів?

40 Методи підвищення середньої маси поїзда, продуктивності локомотива, часу корисної роботи та середньодобового пробігу.

41 Техніка безпеки під час експлуатації локомотивів.

## **Список літератури**

1 Айзинбуд, С. Я. Локомотивное хозяйство [Текст] / С. Я. Айзинбуд, В. А. Гутковский, П. И. Кельперис; под ред. С. Я. Айзинбуда. – М.: Транспорт, 1986. – 263 с.

2 Айзинбуд, С. Я. Эксплуатация локомотивов [Текст] / С. Я. Айзинбуд, П. Н. Кельперис. – М.: Транспорт, 1990. – 261 с.

3 Раков, В. А. Локомотивы отечественных железных дорог (1956-1975гг.) [Текст] / В. А. Раков. – М.: Транспорт, 1999. – 443 с.

4 Луганские тепловозы (1956-2006). Каталог-справочник [Текст]. – Луганск: ОАО ХК "Лугансктепловоз", 2006. – 512 с.

5 Басов, Г. Г. Розвиток електричного моторвагонного рухомого складу [Текст] / Г. Г. Басов, С. І. Яцько. – Харків: Апекс+, 2005. – 248 с.

6 Басов, Г. Г. Прогнозування розвитку дизель-поїздів для залізниць України [Текст] / Г. Г. Басов. – Харків: Апекс+, 2004. – 240 с.

7 Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст]. – К., 2005. – 133 с.

8 Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни "Основи експлуатації локомотивів" [Текст]. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – 32 с.