

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра колії та колійного господарства

КОЛІЙНЕ ГОСПОДАРСТВО

Конспект лекцій

Харків – 2020

Колійне господарство: Конспект лекцій / А. М. Штомпель, Н. В. Бугаєць, А. С. Малішевська, Н. О. Муригіна. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 78 с.

У конспекті наводяться характеристика сучасного стану колійного господарства залізниць, основи системи його ведення, а також розглядаються питання, пов'язані з плануванням та організацією виконання ремонтів залізничної колії.

Рекомендується для студентів усіх форм навчання, які вивчають дисципліну «Колійне господарство».

Іл. 3 , табл. 38, бібліогр.: 20 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри колії та колійного господарства 25 листопада 2019 р., протокол № 5.

Рецензент

доц. Д. А. Фаст

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Характеристика колійного господарства українських залізниць.....	4
1.1 Місце залізничної галузі у транспортно-дорожньому комплексі.....	4
1.2 Складові колійного господарства залізниць.....	6
1.3 Сучасний парк техніки колійного господарства.....	15
1.4 Виробничі підприємства колійного комплексу.....	17
1.5 Організаційна структура управління колійним господарством.....	19
1.6 Стратегічна спрямованість діяльності колійного господарства.....	21
1.7 Система функціонування залізничної колії.....	22
2 Силове навантаження конструкції залізничної колії.....	27
3 Основи системи ведення колійного господарства.....	34
3.1 Категорійність залізничних колій.....	35
3.2 Нормативно-технічні вимоги до конструкцій верхньої будови колії та її елементів.....	37
3.3 Класифікація ремонтно-колійних робіт.....	42
3.4 Норми витрат нових та старопридатних матеріалів при ремонтах колії.....	52
3.5 Міжремонтні норми та критерії призначення ремонтно-колійних робіт.....	53
3.6 Міжремонтні схеми виконання ремонтно- колійних робіт.....	66
3.7 Технічна паспортизація залізничної колії й споруд.....	66
4 Планування та організація ремонтів залізничної колії.....	67
4.1 Загальні положення.....	67
4.2 Проект організації ремонту залізничної колії.....	71
4.3 Загальні положення з експлуатації та ремонту земляного полотна.....	73
4.4 Загальні положення з поточного утримання та ремонтну штучних споруд.....	76
Список літератури.....	77

ВСТУП

Залізничний транспорт є основним у транспортній системі країни й складається з ряду господарств, які взаємодіють між собою та взаємно залежать одне від іншого.

Колійне господарство (КГ) – найважливіша галузь залізничного транспорту, на частку якої припадає понад 50 % усіх основних фондів та майже 25 % загальних експлуатаційних витрат залізничного транспорту.

Головним завданням КГ є утримання залізничної колії (ЗК) у працездатному стані, який забезпечує безперебійний та безпечний рух поїздів з установленою швидкістю.

На реалізацію цього завдання спрямована система ведення КГ залізниць.

У цьому конспекті наводиться характеристика сучасного стану КГ залізниць та основи системи його ведення, а також розглядаються питання, пов'язані з плануванням та організацією виконання ремонтів ЗК.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛІЙНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНСЬКИХ ЗАЛІЗНИЦЬ

Транспортно-дорожній комплекс (ТДК) України являє собою систему транспортних комунікацій, що об'єднує всі сучасні види транспорту: авіаційний, автомобільний, залізничний, морський, річковий, трубопровідний.

1.1 Місце залізничної галузі у транспортно-дорожньому комплексі

Завданням транспортних комунікацій (і-го виду) є забезпечення потреб національної економіки і населення в перевезеннях.

Показники роботи транспорту характеризуються зокрема такими параметрами, як вантажообіг та пасажирооборот.

Експлуатаційний вантажообіг $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$, млн ткм брутто, використовується для визначення обсягів виконаної роботи з

перевезень на залізниці протягом року. Цей показник установлюється як добуток маси перевезеного вантажу на відповідну відстань перевезення:

$$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = \sum(q_l) = q_1 l_1 + q_2 l_2 + \dots + q_n l_n, \quad (1.1)$$

де, q_1, q_2, \dots, q_n – маса перевезених вантажів, млн т брутто;
 l_1, l_2, \dots, l_n – відповідні відстані перевезення вантажу, км.

Пасажиरोоборот (пасажиро-кілометр) ураховує роботу залізниці з переміщення пасажирів і визначається як сума добутоків кількості пасажирів на відстані їх перевезень:

$$\sum(al) = a_1 l_1 + a_2 l_2 + \dots + a_n l_n, \quad (1.2)$$

де, a_1, a_2, \dots, a_n – кількість пасажирів, які перевезені і-ою залізничною станцією;

l_1, l_2, \dots, l_n – відповідна відстань перевезення пасажирів, км.

За результатами роботи ТДК (розглядається 2011 р. [1]) розподіл вантажообігу за видами транспорту характеризується даними, які наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Розподіл вантажообігу за окремими видами ТДК

Вид транспорту	Відсоток від загального вантажообігу
Авіаційний	0,1
Автомобільний	≈13
Залізничний	55
Морський	1
Річковий	0,5
Трубопровідний	30

Залізничний транспорт, тобто «виробничо-технологічний комплекс організацій і підприємств..., призначений для забезпечення потреб суспільного виробництва і населення країни в перевезеннях...» (Закон України «Про залізничний транспорт») є базовою галуззю економіки країни.

Основними складовими, що забезпечують здійснення залізничних перевезень, є залізнична інфраструктура та рухомий склад (локомотиви, вагони, електро- та дизель- поїзди).

«Інфраструктура» в перекладі з латинської: *infra* – нижче; *structura* – будова.

Під інфраструктурою залізничного транспорту (загального користування) розуміють технологічний комплекс, до складу якого входять ЗК зі штучними спорудами; залізничні станції (інші роздільні пункти); системи енергопостачання, зв'язку, сигналізації, централізації й блокування; системи керування рухом поїздів, а також об'єкти (споруди) підприємств, що забезпечують функціонування цього комплексу.

ЗК є основою залізничного транспорту. Згідно з вимогами пункту 3.1 [2] «усі елементи залізничної колії (земляне полотно, верхня будова та штучні споруди) за міцністю, стійкістю і станом мають забезпечувати безпечний і плавний рух поїздів із швидкостями, встановленими на даній ділянці». У цьому полягає основне призначення функціонування КГ (колійного комплексу) залізниць.

1.2 Складові колійного господарства залізниць

Колійне господарство – одна з основних складових залізничного транспорту.

До складу КГ входять безпосередньо ЗК (зі всіма пристроями й облаштуваннями) та комплекс спеціалізованих виробничих підприємств.

Головне завдання КГ полягає в утриманні конструкції ЗК в працездатному стані, що забезпечує безпечний та безперебійний рух поїздів зі встановленими швидкостями.

Ця мета досягається через реалізацію (на певній ділянці залізниці) відповідної системи технічного обслуговування колії.

Основна продукція КГ – це технічний стан ЗК.

На частку КГ припадає близько 50 % всіх основних фондів (засобів) залізничного транспорту, експлуатаційні витрати на утримання та ремонт конструкції ЗК становлять майже 25 % відповідних витрат Укрзалізниці.

Розподіл основних фондів (засобів) КГ наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Основні фонди КГ залізниць

Основні фонди	Відсоток від загальної вартості
Земляне полотно	25 %
Верхня будова колії	45 %
Мости та інші штучні споруди	22 %
Колійна техніка, механізми, інструмент та транспортні засоби	6 %
Будівлі підприємств	2 %

Загальна протяжність ЗК становить приблизно 41,5 тис. км (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Структура залізничних колій

Показник	Протяжність колій, тис. км, за станом на початок 2016 р.
Експлуатаційна довжина головної колії, в тому числі двоколійних ділянок	~ 20 ~ 8
Розгорнута довжина головної колії	~ 27
Розгорнута довжина станційних колій	12,2
Розгорнута довжина під'їзних колій	2,3

Протяжність кривих ділянок ЗК становить приблизно 29 % експлуатаційної довжини головних колій, з них криві радіусом більш ніж 800 м становлять ~ 14 %, криві радіусом 500-800 м – ~ 10 %, криві радіусом менше ніж 500 м ~ 4,5 % протяжності головної колії.

Структура головних колій залізниць така [3]:

- лінії з малою вантажонапруженістю ($\Gamma = 0,51 \div 2,0$ млн ткм брутто/км за рік) загальною протяжністю 4,54 тис. км (таблиця 1.4);

- дільниці (консольного типу) з тупиковими станціями загальною довжиною 2 тис. км;

- понад 7 тис. км головних колій з вантажонапруженістю до 14 млн ткм брутто/км за рік;
- приблизно 9 тис. км експлуатаційної довжини залізничних ліній, де здійснюється основний обсяг перевезень.

Таблиця 1.4 – Зведені дані про малодіяльні лінії та тупикові дільниці залізниць [3]

Залізниця	Малодіяльні лінії			Тупикові дільниці		
	кількість (відсоток від загальної кількості)	Загальна протяжність, км	$\Gamma_{\text{серед}}$, млн ткм брутто/км за рік	кількість (відсоток від загальної кількості)	Протяжність дільниць, км	
					загальна	середня
Донецька	5 (6,7)	382	0,51	24 (22,0)	254	10,6
Львівська	31 (41,4)	1470	1,10	20 (18,3)	555	27,8
Одеська	7 (9,3)	645	1,44	18 (16,5)	396	22,0
Південна	10 (13,3)	678	1,36	12 (11,0)	194	16,2
Півд.-Західна	15 (20,0)	914	0,79	20 (18,4)	398	19,9
Придніпровська	7 (9,3)	452	2,0	15 (13,8)	203	13,5

Малодіяльна лінія розуміється як залізнична лінія із незначною продуктивністю (із сумарними розмірами руху пасажирських та вантажних поїздів не більше 8 пар поїздів за добу з приведеною вантажонапруженістю 5 млн ткм брутто/км за рік та менше).

Вантажонапруженість Γ визначається як вантажообіг, який віднесений до 1 км розгорнутої довжини (головної колії) підрозділу мережі (залізниця, відділення, дільниця), який виконав цей вантажообіг:

$$\Gamma = Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} / L_{\text{розг}}, \quad (1.3)$$

де $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$, $L_{\text{розг}}$ – відповідно вантажообіг та розгорнута довжина головної колії підрозділу, що розглядається.

Залежність $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = f(t)$ для певного періоду часу (t – поточний рік періоду) має практичне значення для КГ й напряду пов'язана з питаннями організації технічного обслуговування конструкції ЗК.

Величина показника $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$, млрд. ткм брутто, залежить від обсягу перевезених вантажів $Q_{\text{вант.}}$, млн т. Аналіз відповідних звітних даних [1] дав змогу визначити математичну модель залежності $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = f(Q_{\text{вант.}})$, яка має такий вигляд:

$$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = 0,987 Q_{\text{вант.}} \quad (1.4)$$

Правильність застосування цієї математичної моделі підтверджується коефіцієнтом кореляції $r=0,998$ та коефіцієнтом детермінації $r^2=0,995$.

За методикою регресійного аналізу статистичних даних зв'язок між параметрами функції $y = f(x)$ вважається тісним при $r > 0,9$, добрим – при $r = 0,8 \div 0,85$ і задовільним – при $r \geq 0,5$, а коефіцієнт детермінації r^2 характеризує рівень змінювання функції y залежно від аргументу x .

Установлена [4] математична залежність зміни експлуатаційного вантажообігу по мережі залізниць у 1997-2007 рр.:

$$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = 298,79 + 17,48 t, \quad (1.5)$$

де t – поточний рік у межах розрахункового періоду.

Аналіз звітних даних залізниць показав, що протягом 2008-2017 р.р. зміна експлуатаційного вантажообігу описується графічною моделлю у вигляді ламаної: у 2008-2009 рр. спостерігається зниження показника $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$ з 490,9 до 394,6 млрд ткм брутто, потім (2009-2012 рр.) – його певне зростання за лінійною залежністю

$$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = 377,1 + 24,38 t \quad (r=0,92; r^2=0,85) \quad (1.6)$$

та етап (2012-2017 рр.) – падіння вантажообігу [6]

$$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = 493,97 - 34,05 t \quad (r=0,967; r^2=0,935). \quad (1.7)$$

Якщо розглядати означений період (2008-2017 р.р.) в цілому, то можна зазначити його характерну особливість – зниження величини показника $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$:

$$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = 510 - 19,09 t. \quad (1.8)$$

Через експлуатаційний вантажообіг визначається середня (по мережі залізниць) вантажонапруженість головної колії $\Gamma_{\text{сер}}$.

Протягом розрахункового періоду параметр $\Gamma_{\text{сер}}$ змінювався неоднозначно:

$$2009-2011 \text{ рр. } \Gamma_{\text{сер}} = 12 + 1,23 t, \quad (1.9)$$

$$2011-2017 \text{ рр. } \Gamma_{\text{сер}} = 16,7 - 0,66 t, \quad (1.10)$$

$$2008-2017 \text{ рр. } \Gamma_{\text{сер}} = 16 - 0,29 t. \quad (1.11)$$

Характеристика верхньої будови колій (ВБК) на мережі залізниць наведена в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Характеристика ВБК (на початок 2016 р.)

Показник	Протяжність, тис. км		Співвідношення, %	
	головна колія	станційна колія	головна колія	станційна колія
Конструкція ВБК:				
безстикової колії	20,25	1,9	75	15
ланкової колії	6,73	10,33	25	85
Рейки типу:				
UIC 60 (P60)	0,14	-	0,5	-
P65	24,3	7,35	~ 90	~ 60
P50 й легші	~ 2,5	4,88	9,5	40
Рейки термозміцнені	~ 19	-	~70	-
Шпали:				
залізобетонні	23,64	8,06	~ 88	~ 66
дерев'яні *	3,34 (42%)	4,17 (38%)	12,4	35
Проміжне скріплення:				
КПП	~ 5	-	~0,2	-
КБ	18,64	8,06	~ 88	66
ДО	3,34	4,17	12,4	34
Баласт щебеновий	~ 26	~ 9	96	73

* Відсоток непридатних шпал, що містяться у колії

На мережі залізниць експлуатується два види конструкції ВБК: ланкова колія на дерев'яних шпалах (ЛК) та безстикова колія на залізобетонних шпалах (БК).

БК температурно-напруженого типу є основною конструкцією, яка має відомі переваги порівняно з ланковою.

Технічна політика Департаменту колії та споруд Укрзалізниці спрямована на розширення полігона укладання БК.

Установлено [6-7] функціональні залежності зміни протяжності БК $L_{\text{безст}}$, тис. км, на головних коліях залізниць:

- протягом 1997-2007 рр.:

$$L_{\text{безст}} = 14,87 + 0,50t, \quad (1.12)$$

- протягом 2007-2012 рр.:

$$L_{\text{безст}} = 19,9 + 0,37t, \quad (1.13)$$

де t – поточний рік експлуатації конструкції БК в межах розрахункового періоду.

На початок 2017 р. (згідно з [8]) протяжність БК сягає приблизно 22 тис. км (з них рейкові пліті довжиною з блок-ділянку 15 %, довжиною в перегін 13 % від $L_{\text{безст}}$). Таким чином, конструкція БК з рейковими плітями довжиною до 800 м експлуатується на $0,75 L_{\text{безст}} = 15,84$ тис. км головної колії.

Конструкція ЛК на дерев'яних шпалах укладена на 3,34 тис. км головної колії (при цьому майже 42 % дерев'яних шпал є непридатними).

При ланковій конструкції ВБК на ділянцях переважно застосовуються рейки типу Р50 та проміжне костильне скріплення типу ДО.

Розрахунковий термін служби (у роках) дерев'яних шпал (при епюрі 1840 шпал/км) визначається [9] за формулою

$$t_{\text{шип}} = 20 - 0,27 \Gamma^{0,8}. \quad (1.14)$$

Конструкція ВБК з дерев'яними шпалами експлуатується переважно на ділянках з вантажонапруженістю до 15 млн ткм

брутто/км за рік, тобто розрахунковий термін служби дерев'яних шпал становить 15-20 років.

Наявність в експлуатації дефектних дерев'яних шпал (таблиця 1.5) погіршує умови безпеки руху поїздів і вимагає відповідного обмеження їх швидкості на певних ділянках залізниць.

Проблема підсилення конструкції ВБК на дерев'яних шпалах залишається актуальною й зараз. Одним з напрямків її вирішення є часткова заміна непридатних дерев'яних шпал залізобетонними.

Загальна протяжність головної колії з ланковою конструкцією становить 6,73 тис. км (таблиця 1.5). Отже, ЛК на залізобетонних шпалах експлуатується на 3,39 тис. км головної колії.

За оцінкою [10], на 90 % протяжності $L_{гол}$ експлуатуються рейки типу Р65 (основним виробником яких є ВАТ МК «Азовсталь»).

Таким чином, на головних коліях залізниць переважно експлуатується БК з рейковими плітями довжиною до 800 м на залізобетонних шпалах (епюра 1840 шпал/км) з проміжним скріпленням типу КБ й на щебеневому баласті.

На теперішній час середньозважена вантажнапруженість головних колій по мережі залізниць становить близько 16 млн ткм брутто/ км за рік.

При встановленні необхідної потужності конструкції ВБК, яка підлягає укладанню та експлуатації на конкретній ділянці залізниці, орієнтуються на розрахункову масу, кг, 1 пог.м рейки, яка визначається за формулою

$$q = a \left[1 + \left(\frac{\Gamma}{\lambda} \right)^{0,25} \right] \left[(1 + 0,012 \cdot V) P \right]^{0,667}, \quad (1.15)$$

де Γ – вантажнапруженість ділянки, млн. ткм брутто / км за рік;

V – установлена швидкість руху поїздів, км/год;

P – осьове навантаження рухомого складу, т/вісь;

a – коефіцієнт, який ураховує тип рухомого складу (для вагонів $a = 1,2$; для локомотивів $a = 1,13$);

λ – коефіцієнт, що враховує якість рейок (для рейок без термозміцнення $\lambda=1$; для рейок з термічною обробкою $\lambda=1,5-2$).

Величина q повинна відповідати таким умовам:

$$q \geq A \cdot P; \quad q \geq B \cdot V; \quad q \geq C \left[\left(\frac{r}{\lambda} \right)^{0,25} \right], \quad (1.16)$$

де A, B, C – коефіцієнти пропорційності; значення їх містяться в межах $A = 2-3$; $B = 0,33-0,59$; $C = 28-31$.

Експлуатаційні умови ЗК характеризуються значеннями, які містяться в певному діапазоні (таблиця 1.6).

Для вище вказаних експлуатаційних умов за формулами, що наведені вище, встановлено розрахункову масу рейки: при мінімальних значеннях $q = 23$ кг; при середніх значеннях $q=48$ кг; при максимальних значеннях $q = 66$ кг.

Таблиця 1.6 – Умови експлуатації залізничних колій

Експлуатаційний фактор	Значення експлуатаційного фактора		
	мінімальне	середнє	максимальне
Вантажонапруженість, млн ткм брутто/км за рік	0,5	16	80
Швидкість руху поїздів, км/год	50	70	120
Осьове навантаження, кН/вісь	55	145	235

Зіставлення одержаних результатів розрахунку з даними таблиці 1.5 дає змогу зробити висновок про те, що існуюча конструкція ВБК на залізницях по основному елементу (по рейках) у цілому відповідає експлуатаційним умовам, що склалися на поточний момент, і має певні запаси потужності (для мінімальних та середніх умов експлуатації).

У таблиці 1.7 наведена інформація щодо рівня встановлених швидкостей руху поїздів по дільницях мережі залізниць.

Таблиця 1.7 – Допустимий рівень швидкості руху поїздів, що встановлений на головних коліях залізниць

Установлена швидкість руху, км/год	Протяжність головної колії, тис. км, з $V_{вст}$			
	2007 р.	2008 р.	2010 р.	2016 р.
$V_{вст} \leq 160$	-	-	-	1,08
$V_{вст} \leq 140$	0,94	1,16	1,27	1,37
$V_{вст} \leq 120$	3,79	4,82	5,32	4,41
$V_{вст} \leq 100$	7,72	8,89	10,39	9,42

Аналіз даних таблиці 1.7 показує, що на теперішній час майже на 11 тис. км головної колії встановлена швидкість руху поїздів не перевищує 90 км/год.

На мережі залізниць на початок 2016 р. експлуатувалося приблизно 44,4 тис. комплектів стрілочних переводів, з них майже 23,8 тис. комплектів на залізобетонних брусах (тобто 54 % від загальної кількості стрілочних переводів). При цьому наявний такий розподіл за сферами їх експлуатації: головна колія – 33 %, приймально-відправна колія – 25 %, інші станційні колії – 33 %, під'їзні колії – 9 % від загальної кількості стрілочних переводів.

У таблиці 1.8 наводиться динаміка зміни кількості стрілочних переводів, що експлуатувалися на мережі залізниць.

Таблиця 1.8 – Кількість стрілочних переводів на мережі залізниць

Показник	Значення показника, тис. комплектів, за станом на початок			
	2010 р.	2012 р.	2014 р.	2016 р.
Усього стрілочних переводів	53,08	52,59	50,27	44,38
у тому числі на залізобетонних брусах	25,92	26,97	26,68	23,78

Загальна протяжність земляного полотна по мережі залізниць (на початок 2017 р.) становила 20,07 тис. км, з них виїмки – 3,75 тис. км, насипи – 14,25 тис. км.

На залізницях експлуатуються майже 17,6 тис. штучних споруд (в тому числі 34 залізничних тунелів (30 одноколієних тунелів протяжністю 12,142 км; 4 двоколієних тунелі

протяжністю 0,818 км) і 7132 мости: 6786 залізничних, 251 пішохідний, 95 шляхопроводів) загальною протяжністю 556 км.

У КГ залізниць налічується (на початок 2013 р.) 5422 залізничних переїзди, з них 1494 одиниці, що охороняються.

У таблиці 1.9 наведені функціональні залежності зміни (починаючи з 1992 р.) деяких показників, що характеризують головні колії залізниць.

Таблиця 1.9 – Протяжність головної колії залізниць

Показник	Одиниця виміру	Функціональна залежність (розрахунковий період)	Коефіцієнт	
			r	r^2
Розгорнута довжина головної колії	тис. км	$L_{розг} = 31,91 - 0,001t^3 + 0,03 t^2 - 0,4t$ (1992-2016 рр.)	0,91	0,83
Протяжність колії на залізобетонних шпалах	тис. км	$L_{з/б шп} = 15,15 - 0,002t^3 + 0,07 t^2 - 0,08t$ (1992-2016 рр.)	0,99	0,98
Протяжність БК	тис. км	$L_{безст} = 12,62 - 0,002t^2 + 0,5t$ (1992-2016 рр.)	0,997	0,993

Примітка – t – поточний рік експлуатації колії в межах розрахункового періоду

Аналіз звітних даних дав змогу зазначити, що протягом 1992-2016 рр.:

- показник $L_{розг}$ має тенденцію до зниження (у 1992 р. $L_{розг} = 31,11$ тис. км; у 2016 р. $L_{розг} = 26,99$ тис. км);

- показники $L_{з/б шп}$ та $L_{безст}$ стабільно зростали (у 1992 р. $L_{з/б шп} = 14,65$ тис. км та $L_{безст} = 13,48$ тис. км, у 2016 р. $L_{з/б шп} = 23,64$ тис. км та $L_{безст} = 24,3$ тис. км).

1.3 Сучасний парк техніки колійного господарства

У колійному комплексі залізниць для виконання ремонтно-колійних робіт (РКР) використовується відповідний парк колійної техніки, який налічує понад 1500 од. [11] (виправлювальні та щербенеочисні машини, планувальники баласту, стабілізатори колії, кюветоочисні машини, укладальні крани, моторні платформи, дрезини, мотовози та ін.).

Із загального парку колійних машин експлуатується 110 од. високопродуктивної техніки: виправлювальні машини Duomatic 09-32, 09-32 DYN, 09-3X, Unimat – 08, стабілізатори колії DGS – 62, ДСП – С4, планувальники баласту SSP 110 SW, USP – 2000SWS, АФМ-2000, СПЗ-5/UA, щибенеочисні машини RM-80, СЧ-1000/UA, рейкошліфувальний поїзд РШП – 48К, укладальні крани TL-70, вакуумні навантажувачі баласту, кюветоочисні машини КОМ-300, МКТ.

Останнім часом [13] парк колійної техніки поповнився новими колійними машинами:

- щибенеочисні машини RM-80 – 12 од.;
- виправлювально-підбивально-рихтувальні машини Дуоматік 09-32 – 7 од.;
- виправлювально-підбивально-рихтувальні машини Дуоматік 09-32XDYN із динамічним стабілізатором колії – 8 од.;
- виправлювально-підбивально-рихтувальні машини Дуоматік 09-3X для одночасного підбивання трьох шпал із стабілізацією колії – 7 од.;
- планувальники баласту SSP, СПЗ-5/UA – 13 од.;
- динамічний стабілізатор колії ДГС-62 – 1 од.;
- машини для виправлення та рихтування колії та стрілочних переводів – ДКМ – 14 од.;
- рейкозварювальні машини КСМ – 005, КРС-1 – 14 одиниць.

З нових високопродуктивних колійних машин створено комплекси, які забезпечують упровадження сучасних технологій з підвищеною якістю виконання ремонтно-колійних робіт.

Реконструкція (модернізація), капітальний та середній ремонт колії проводяться з глибоким очищенням баласту машинами RM-80, остаточне виправлення машинами Дуоматік, стабілізація колії машинами DGS, опоряджувальні роботи машинами SSP, USP. Ремонт і заміна стрілочних переводів реалізується таким комплексом: вакуумна машина ВНБ, кран TL-70, фронтальний навантажувач, вібраційний коток, машина УНІМАТ-08.

Слід зазначити, що наявний парк колійних машин застарілий і повинен постійно оновлюватись. За проектом «Програми оздоровлення технічного стану залізничного

транспорту України на 2016 – 2025 роки» [11] необхідно придбати: машини для виправлення та рихтування колії — 24 од.; машини для виправлення та рихтування стрілочних переводів — 19 од.; планувальник баласту — 17 од.; вакуумний навантажувач — 7 од.; стабілізатор колії — 11 од.; вантажні дрезини — 110 од.; машини для глибокого очищення баласту — 16 од.; снігоприбиральні машини — 20 од.; рейкошліфувальні (рейкофрезерні) поїзди — 2 од.; самохідні зварювальні машини — 43 од.; моторні платформи — 95 од.; колієукладальні крани — 71 од.; рухомий склад для забруднювачів — 53 од.; вагони-дефектоскопи — 4 од.; колієвимірювальні вагони — 2 од.; кюветоочисні машини — 13 од.

За оцінкою [12], з простроченими термінами ремонтів експлуатуються 27,5 % головних колій. Для забезпечення безпеки руху поїздів і підвищення швидкостей руху необхідно щорічно виконувати ремонтно-колійні роботи всіх видів орієнтовно в обсязі 8000 км (в тому числі з реконструкції (модернізації) ВБК – 530 км, посилений капітальний ремонт колії – 575 км, капітальний ремонт колії – 1000 км, реконструкція (модернізація) стрілочних переводів – 960 комплектів, капітальний ремонт стрілочних переводів – 1630 комплектів).

1.4 Виробничі підприємства колійного комплексу

КГ Укрзалізниці являє собою багатofункціональну підгалузь залізничного транспорту. До структури КГ входять підрозділи, які здійснюють експлуатацію колії та захисних лісонасаджень, реконструкцію (модернізацію), технічне переоснащення і ремонт колії та штучних споруд, діагностику технічного стану ЗК та споруд, експлуатацію та ремонт залізнично-будівельних і колійних машин, виробництво матеріалів ВБК (залізобетонні шпали, мостові конструкції, щебенева продукція та ін.) [12].

Для реалізації головного завдання КГ залізниць задіяний комплекс спеціалізованих виробничих підприємств (таблиця 1.10).

Провідними в цьому комплексі підприємств є дистанції колії (ПЧ), які забезпечують поточне утримання конструкції ЗК в

процесі її експлуатації, та колійні машинні станції (КМС), які виконують відповідні ремонти колії протягом терміну її служби.

Діяльність інших виробничих підприємств спрямована на забезпечення потреб КГ щодо реалізації його головного завдання.

Таблиця 1.10 – Підприємства колійного комплексу залізниць

Підприємство	Призначення підприємства	Кількість підприємств на мережі
Дистанція колії (ПЧ)	Організація поточного утримання ЗК на відповідній ділянці залізниці	92
Колійна машинна станція (КМС)	Виконання ремонтів ЗК на відповідному полігоні залізниці	38
Центр механізації колійних робіт (ЦМКР)	Забезпечення технічного обслуговування та ремонту спеціалізованих колійних машин, що застосовуються при виконанні РКР	6
Рейкозварювальний поїзд (РЗП)	Виготовлення зварних рейкових плітей із нових й старопритатних рейок, ремонт старопритатних рейкових плітей і металевих частин стрілочних переводів, виготовлення ізолювальних клеєболтових стиків	6
Дистанція захисних лісонасаджень (ПЧЛ)	Забезпечення поточного утримання захисних лісонасаджень	20
Щебеновий завод (РПЗ) та піщаний кар'єр (ПЧП)	Виготовлення щебеневого, гравійного та піщаного баласту	20
Шпалопросочувальний завод (ШПЗ)	Просочування антисептиками дерев'яних шпал, мостових та стрілочних брусів	2
Завод залізобетонних шпал	Виготовлення залізобетонних шпал, мостових та стрілочних брусів	3
Стрілочний завод	Виготовлення стрілочних переводів та металевих елементів до них	1
Мостобудівний поїзд (МБП)	Будівництво та ремонт штучних споруд ЗК	5
Колійно-ремонтний завод (КРМЗ)	Ремонт колійної техніки	5
Колійно-механічні майстерні (КДМ)	Ремонт колійної техніки, виготовлення колійного інструменту	2

1.5 Організаційна структура управління колійним господарством

У сучасній організаційній структурі управління КГ, що склалася на поточний момент часу, (з точки зору забезпечення системи технічного обслуговування конструкції ЗК) можна виділити три рівні.

Перший рівень (вищий) – «Департамент колії та споруд» Укрзалізниці (ЦП УЗ): здійснює загальне керівництво колійним комплексом на мережі залізниць; визначає єдину технічну політику ведення КГ й напрями його розвитку; формує необхідну нормативну базу з улаштування, утримання та ремонту ЗК; централізує матеріально-технічне постачання КГ залізниць; забезпечує розробку й впровадження сучасних технологій утримання та ремонту ЗК.

З урахуванням умов, що склалися на теперішній час, пріоритетним у КГ є недопущення погіршення технічного стану ЗК, тобто зменшення кількості діючих та довгострокових попереджень про обмеження встановленої швидкості руху поїздів.

У системі ведення КГ останнім часом відбулися структурні перетворення, які спрямовані на розмежування виконання відповідних робіт за видами діяльності.

У результаті цих змін відбулося утворення філій ЦП УЗ:

- «Центр з ремонту та експлуатації колійних машин» (до філії передані всі дорожні центри механізації колійних робіт (ЦМКР) та ремонтно-механічні заводи залізниць; спрямованість діяльності філії полягає у виконанні РКР на замовлення залізниць (а саме: очищення щебеневого баласту, виправлення, рихтування і підбивання колії та стрілочних переводів, стабілізація колії, планування баласту, шліфування рейок, нарізання кюветів та очищення водовідвідних споруд, укладання та ремонт стрілочних переводів) та утримання в належному стані парку колійних машин, що закріплені за філією);

- «Центр управління промисловістю» (виробництво баластних матеріалів (щебінь, гравій, крупно-середньозернистий пісок) та виготовлення дерев'яних підрейкових опор (шпали, мостові і стрілочні бруси));

- «Центр діагностики колії» (об'єднує всі лабораторії діагностики колії залізниць, мобільні засоби діагностики: вагони-колівимірювачі, вагони-дефектоскопи; спрямованість діяльності філії полягає в оцінюванні технічного стану колії та споруд і прийнятті рішень щодо потрібних обсягів робіт з реконструкції (модернізації), капітального та інших видів ремонтів колійної інфраструктури);

- «Старокостянтинівський завод залізобетонних шпал» (виробництво залізобетонних шпал, мостових прогонових будов та інших залізобетонних виробів для потреб КГ).

Другий рівень – служба колії залізниці (служба П): здійснює управління станом колійної інфраструктури в межах залізниці; забезпечує через підпорядковані підприємства реалізацію системи технічного обслуговування конструкції ЗК на залізниці;

третій рівень – дистанція колії (ПЧ): забезпечує систему технічного обслуговування конструкції колії на закріпленому полігоні залізниці.

Розвиток колійного комплексу залізниць передбачає реалізацію таких заходів:

- розширення сфери застосування БК;
- удосконалення існуючої конструкції ВБК;
- корегування норм улаштування та утримання конструкції колії;
- впровадження нових технологій ремонту та поточного утримання ЗК;
- впровадження діагностики та моніторингу технічного стану конструкції ВБК з системою прогнозу її залишкового ресурсу;
- оптимізація вартості «життєвого» циклу конструкції ВБК;
- мінімізація сумарного часу перерв (надання «вікон») у перевізному процесі на технічне обслуговування конструкції ЗК;
- зменшення (до оптимального рівня) втрат процесу перевезень, що обумовлюються обмеженнями швидкості руху поїздів за технічним станом конструкції ЗК.

1.6 Стратегічна спрямованість діяльності колійного господарства

Основною продукцією колійного комплексу є технічний стан конструкції ЗК, що експлуатується.

Якість продукції КГ (технічний стан колії) визначається рівнем відповідності її показників діючим вимогам. Означений параметр (якість продукції) є результатом відповідного виробничого процесу (технічне обслуговування колії (ТОК)).

Споживачем продукції КГ є перевізний процес, вартість і якість (швидкість, безпека) якого значною мірою залежать від технічного стану колії.

На рисунку 1.1 схематично зображена стратегія розвитку колійного комплексу у частині, що стосується системи технічного обслуговування конструкції ЗК [13].

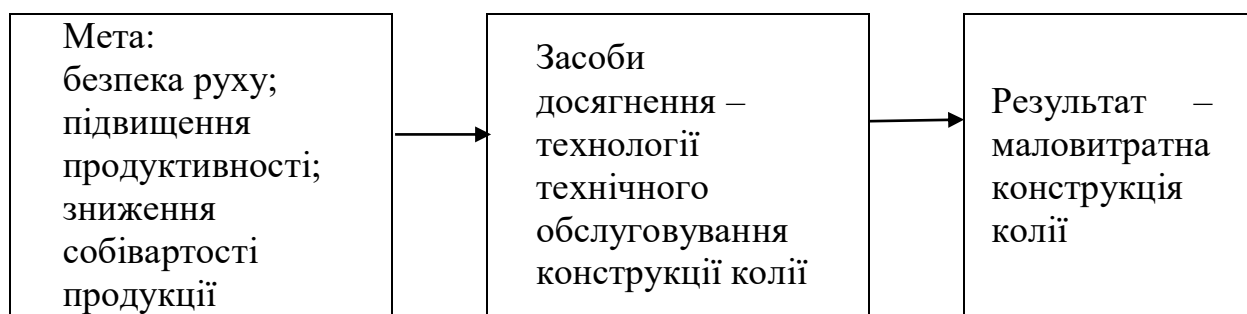


Рисунок 1.1 – Схема стратегії розвитку системи ТОК

Ця стратегія визначає головні цілі, що взаємопов'язані, а саме: безпека руху, підвищення продуктивності, зниження собівартості продукції. Досягнення встановленої мети передбачається через упровадження у системі ТОК раціональної технології її виконання. Кінцевий результат стратегії КГ – утворення маловитратної конструкції ЗК.

У таблиці 1.11 наведені критерії та заходи щодо досягнення маловитратної конструкції ЗК.

Таблиця 1.11 – Критерії та заходи щодо досягнення маловитратної конструкції колії.

Критерії до конструкції ЗК	Заходи досягнення
Мінімум залишкових деформацій Мінімум витрат на улаштування та експлуатацію Максимальний термін служби найменший опір руху поїздів	Оптимізація деформативних характеристик колії Оптимізація конструкції елементів колії; Оптимізація технічних вимог до конструкції колії; Оптимізація технології ТОК

У цьому випадку під технологією ТОК розуміється більш широке поняття, ніж технологічні процеси виконання РКР. Технологія ТОК повинна комплексно пов'язувати роботу підприємств КГ й основні види їх діяльності. Комплексність полягає у розв'язанні оптимізаційної задачі щодо забезпечення найбільш ефективного функціонування конструкції ЗК (на певній ділянці) протягом її «життєвого» циклу.

Вирішення вказаного завдання базується на результатах моніторингу відповідності існуючої (на певній ділянці) системи ТОК заданим параметрам експлуатації (до них, зокрема, належать: швидкість руху; маса та довжина поїзда; осьове навантаження). Цей моніторинг повинен передбачати систему збору даних про витрати на утримання конструкції ЗК, їх аналіз і оцінку. При цьому ТОК повинне здійснюватись з мінімальними перешкодами для процесу перевезень.

1.7 Система функціонування залізничної колії

Під час експлуатації (функціонування) у конструкції ЗК (в цілому та зокрема у кожному її елементі) відбуваються відповідні процеси (під дією поїзного навантаження та впливом погодо-кліматичних факторів). Це обумовлює певну зміну технічного стану конструкції ЗК при напрацюванні тоннажу з тенденцією на його погіршення.

Функціонування конструкції ЗК супроводжується іншим процесом (ТОК), мета якого полягає у мінімізації негативних (дестабілізуючих технічний стан колії) наслідків.

Принципова схема функціонування конструкції ЗК наведена на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Узагальнена схема функціонування конструкції ЗК

Нижче наводяться деякі специфічні поняття (визначення), які стосуються системи функціонування колії.

Стратегія функціонування конструкції ЗК – сукупність прийнятих принципів, правил та керуючих дій, що визначають комплексний розвиток функціональних властивостей конструкції ЗК, технологій ТОК, матеріально-технічної бази КГ.

Стратегія використання конструкції ЗК – сукупність принципів та правил, які певним чином впливають на систему функціонування колії з метою досягнення безпечного і безперебійного руху поїздів із встановленими швидкостями.

Стратегія ТОК (з контролем її параметрів) – сукупність правил з визначення режиму й технічного регламенту діагностики стану конструкції ЗК та ухвалення рішень щодо необхідності, обсягів і термінів виконання РКР на основі інформації про фактичний стан колії.

Система функціонування конструкції колії може розглядатися як певна послідовність зміни режимів її використання, а саме:

- режим використання колії за призначенням (по колії проходить графіковий поїзд);

- режим технічної діагностики конструкції ЗК (на колії перебуває вагон-колієвимірювач, вагон-дефектоскоп тощо);
 - режим ТОК (на колії виконується відповідний комплекс РКР);
 - режим очікування – період часу, коли конструкція ЗК перебуває поза рамками вищевказаних режимів.
- Один з варіантів системи функціонування колії наведено на рисунку 1.3.

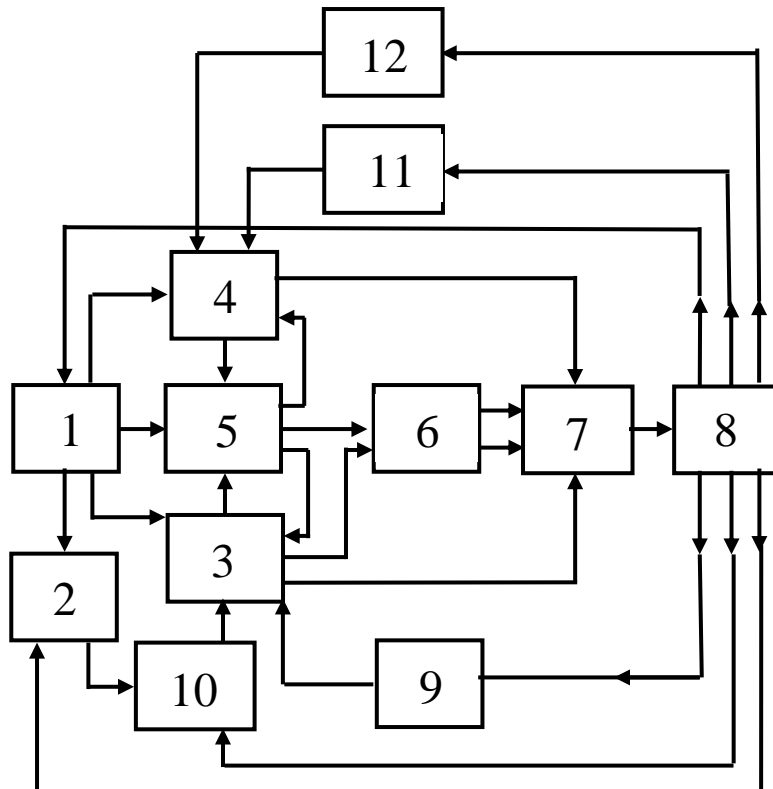


Рисунок 1.3 – Схема функціонування конструкції ЗК

Ця схема передбачає у своїй структурі наявність низки блоків (таблиця 1.12) з відповідними взаємозв'язками.

Таблиця 1.12 – Характеристика блоків у системі функціонування ЗК

Блок	Характеристика підсистеми
1	Блок управління функціонуванням системи
2	Монтаж рейко-шпальної решітки (РШР) на виробничій базі КМС
3	Конструкція колії, що укладена на ділянці залізниці
4	Решта частини системи (за виключенням конструкції ЗК – блока 3)
5	Взаємодія конструкції ЗК з блоком 4
6	Контроль та оцінка технічного стану конструкції ЗК
7	Прогноз технічного стану конструкції ЗК
8	Оцінка відповідності технічного стану конструкції ЗК вимогам діючих нормативно-технічних документів
9	Виконання РКР при поточному утриманні колії
10	Виконання ремонтів колії, що передбачені міжремонтною схемою (для умов ділянки залізниці)
11	Оцінка рівня впливу технічного стану конструкції колії на витрати, що пов'язані з обслуговуванням решти частини системи (блок 4)
12	Оцінка рівня впливу технічного стану конструкції колії на витрати, що пов'язані з ремонтом решти частини системи (блок 4)

При вирішенні низки питань, що стосуються надійності та ефективності функціонування конструкції ЗК, основне місце посідає моніторинг технічного стану колії та інтенсивності зміни його (стану) за сукупністю певних показників (критеріїв).

Технічний стан конструкції ЗК в процесі експлуатації оцінюється наступними критеріями [13], поданими в таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 – Критерії якості функціонування конструкції ЗК

Умовне позначення	Зміст критерію
Кр ₁	Критерій напружено-деформованого стану колії (конструкції в цілому та окремих її елементів)
Кр ₂	Критерій силової дії рухомого складу на конструкцію ЗК
Кр ₃	Критерій повздовжньої стійкості РШР
Кр ₄	Критерій горизонтальної стійкості РШР
Кр ₅	Критерій стійкості колеса на рейці (недопущення наповзання гребенів коліс екіпажа на головку рейки)
Кр ₆	Критерій комфортабельності руху екіпажа
Кр ₇	Критерій цілісності елементів конструкції колії
Кр ₈	Критерій параметричної надійності рейкової колії
Кр ₉	Критерій ефективності функціонування конструкції колії
Кр ₁₀	Критерій інтенсивності зміни технічного стану конструкції колії

Значення вищенаведених критеріїв для експлуатаційних умов певної ділянки колії встановлюються за діючими методиками.

Якість планування робіт, які виконуються в рамках ТОК, значною мірою визначається обсягом та достовірністю інформації про стан конструкції ЗК, про інтенсивність процесів накопичення деформацій і «старіння» конструкції колії у конкретних експлуатаційних умовах, можливістю передбачати (прогнозувати) спрямованість та інтенсивність їх (процесів) розвитку. У зв'язку з цим особливого значення набувають питання прогнозування мінливості технічного стану колії.

Моніторинг стану конструкції ЗК є основою при оцінці якості функціонування колії та містить:

- виявлення і контроль розвитку несправностей колії;
- оцінювання параметрів улаштування рейкової колії та їх відповідності проектним значенням;
- визначення стану елементів колії, їх залишкового ресурсу та на цій основі формування управлінських рішень на проведення РКР;

- аналіз отриманих параметрів та характеристик колії і формування показників її технічного стану;
- оцінку технічного стану конструкції ЗК за встановленими показниками;
- прогнозування наступного стану колії на основі отриманих протягом тривалого періоду часу даних;
- оцінку якості виконання РКР і загального рівня системи ТОК на певній ділянці.

Удосконалення ТОК можливе на основі відповідної інформаційно-діагностичної системи, яка передбачає:

- контроль стану конструкції ЗК усіма видами діагностичної техніки;
- оцінка технічного стану колії на поточний момент часу;
- прогнозування цього стану (на пікеті, кілометрі, ділянці тощо) при плануванні робіт з ТОК.

На сьогодні основним методом контролю за процесом функціонування конструкції ЗК є виявлення (за допомогою спеціальних вимірювальних засобів) відхилень рейкових ниток від установлених норм утримання рейкової колії. Практичний досвід підтвердив достатню ефективність цього методу.

2 СИЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

Як основний виробничий процес КГ розглядається ТОК, результатом якого є технічний стан конструкції колії (на певній ділянці залізниці).

Ефективність ТОК безпосередньо пов'язана з приведенням стану конструкції ЗК у відповідність до експлуатаційних умов певної дільниці, в тому числі й за показниками перевізного процесу.

На елементи конструкції колії передається силова дія від поїздів, рівень якої залежить, зокрема, від середнього осьового навантаження рухомого складу $P_{oc}^{брутто}$, середньої маси (ваги бруто) поїзда $Q_{поїзд}$ та середньої технічної швидкості його руху $V_{тех}$.

Визначення рівня силового навантаження конструкції ЗК від вищевказаних факторів напряду пов'язано з питаннями організації системи ТОК.

Середнє осьове навантаження вагона існуючого парку знаходиться за формулою

$$P_{ос}^{брутто} = \frac{P_{стат}^{нетто} + P_{тари}}{n}, \quad (2.1)$$

де $P_{стат}^{нетто}$ – статичне навантаження (нетто) на вагон;

$P_{тари}$ – середня маса (вага) вагона;

n – кількість осей у вагоні (при розрахунках приймається $n=4$).

Середня маса (вага) тари вантажного вагона існуючого парку встановлюється за формулою

$$P_{тари} = \frac{Q_{експл.}^{брутто} - Q_{експл.}^{нетто}}{W_{загал.}}, \quad (2.2)$$

де $Q_{експл.}^{брутто}$; $Q_{експл.}^{нетто}$ – загальний експлуатаційний вантажообіг відповідно з урахуванням та без урахування тари вагонів;

$W_{загал.}$ – загальний пробіг вагонів.

Результати статистичної обробки деяких показників роботи залізниць (починаючи з 1992 р.) наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Експлуатаційні показники роботи залізниць

Показник	Одиниця виміру	Функціональна залежність (розрахунковий період)	Коефіцієнт	
			r	r ²
1	2	3	4	5
Експлуатаційний вантажообіг бруто (усього)	млрд ткм бруто	$Q_{експл.}^{брутто} = 858 - 0,38t^3 + 14,37t^2 - 156,4t$ (1992-2016 pp.)	0,93	0,86
Відправлено вантажів	млн т	$Q_{вант} = 738 - 0,22t^3 + 9,45t^2 - 117,53t$ (1992-2016 pp.)	0,87	0,75
$Q_{експл.}^{брутто} = f(Q_{експл.}^{нетто})$	млрд ткм бруто	$Q_{експл.}^{брутто} = 2,11Q_{експл.}^{нетто} - 15,1$ (1992-2016 pp.)	0,97	0,95

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = f(Q_{\text{вант}})$	млрд ТКМ брутто	$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = 0,987 Q_{\text{вант}}$ (1992-2016 pp.)	0,998	0,995
Відправлено пасажирів	млн осіб	$N_{\text{пас}} = 590 + 0,02t^3 - 0,22t^2 - 10,03t$ (1992-2012 pp.)	0,92	0,84
Пасажирооборот	млрд пас. км	$Q_{\text{пас}} = 84,37 - 0,01t^3 + 0,59t^2 - 7,83t$ (1992-2012 pp.)	0,93	0,87
Середня маса (вага) вантажного поїзда	тис. т брутто	$Q_{\text{поїзд}} = 2,91 + 0,04t$ (1992-2012 pp.)	0,98	0,96
Статичне навантаження (нетто) на вагон	т нетто	$P_{\text{стат.}}^{\text{нетто}} = 61,7 + 0,02t$ (1997-2007 pp.)	0,89	0,80
Середня технічна швидкість руху поїзда	км/год	$V_{\text{тех}} = 40,81 + 0,04t^2 - 0,49t$ (1992-2012 pp.)	0,91	0,83
Загальний пробіг вагонів	млрд ваг. км	$W_{\text{загал}} = 4,98 + 0,27t$ (1997-2007 pp.)	0,92	0,85
Середня маса (вага) тари «умовного» вагона	т	За формулою (2.2) $P_{\text{тари}} \approx 32$		
Середнє осьове навантаження від «умовного» вагона	т/вісь	$P_{\text{ос}}^{\text{брутто}} = 23,43 + 0,005t$ (1997-2007 pp.)	0,89	0,80
Кількість «умовних» вагонів у складі поїзда (у завантаженому стані)	«УМОВ- НИЙ» вагон	$n_{\text{ваг.}} = \frac{Q_{\text{поїзд.}}}{P_{\text{стат.}}^{\text{брутто}}} = 33,4$		
Примітка – t – поточний рік експлуатації колії в межах розрахункового періоду				

Аналіз даних таблиці 2.1 дає змогу констатувати, що протягом відповідного періоду:

- такі показники, як $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$, $Q_{\text{вант}}$, $N_{\text{пас}}$ та $Q_{\text{пас}}$, змінювалися неоднозначно за хвилеподібною кривою виду $y=ax^3+bx^2+cx+d$, маючи загальну тенденцію до зниження;

- зміна показників $Q_{\text{поїзд}}$ та $V_{\text{тех}}$ відбувалася майже за лінійним законом з певним зростанням їх величини.

Вплив маси поїзда і швидкості його руху на конструкцію колії характеризується частотою та тривалістю дії колісних пар (з певним осьовим навантаженням) на рейки.

У випадку, коли «умовний» поїзд у завантаженому стані складається з 33,4 «умовних» 4-вісних вагонів з осьовим навантаженням $P_{\text{ос}}^{\text{брутто}}$, а швидкість його (поїзда) руху становить $V_{\text{тех}}$, частота й тривалість дії колісних пар на конкретний переріз колії визначаються за формулами:

- частота дії колісних пар, Гц:

$$\tau = 0,079V_{\text{тех}}; \quad (2.3)$$

- тривалість дії колісних пар поїзда, с:

$$t_{\text{поїзд}} = 1688 / V_{\text{тех}}. \quad (2.4)$$

Для оцінки рівня дії поїзного навантаження на конструкцію ЗК застосовується показник кінетичної енергії вантажного потоку, математична модель якого базується на відомому класичному законі $0,5mV^2$:

$$K_{\text{кінет}} = 0,5 (Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} / L_{\text{розг}}) V_{\text{тех}}^2, \quad (2.5)$$

де $L_{\text{розг}}$ – розгорнута довжина головних колій, км.

У таблиці 2.2 наведені результати розрахунків параметра $K_{\text{кінет}}$ за показниками роботи залізниць у 1992 та 2016 рр.

Таблиця 2.2 – Показник кінетичної енергії вантажного потоку.

Показник	Значення показника		
	1992 р.	2016 р.	Співвідношення
$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$, млрд ткм брутто	787	339	1: 0,43
$Q_{\text{вант}}$, млн т	737	343	1: 0,46
$L_{\text{розг}}$, тис. км	31,11	26,99	1: 0,86
$V_{\text{тех}}$, км/год	41,8	44,8	1 : 1,07
$K_{\text{кінет}}$, частка від умов. од.	1,0	0,57	1: 0,57

Конструкція колії функціонує в умовах силового навантаження від коліс рухомого складу. Рівень цього навантаження суттєво впливає на її роботу й обумовлює зміну її технічного стану в процесі експлуатації.

Динамічна дія рухомого складу на конструкцію колії поділяється на такі групи:

- вертикальні сили $P_{\text{верт}}$;
- горизонтальні поперечні (бокові) сили $P_{\text{бок}}$;
- горизонтальні повздовжні сили $P_{\text{позд}}$.

Нижче наводяться розрахункові формули для визначення величини означених динамічних сил, що передаються на колію від коліс найбільш поширеного виду рухомого складу – 4-вісного вантажного вагона.

Розрахункова величина сили $P_{\text{верт}}$ встановлюється за формулою

$$P_{\text{верт}} = P_{\text{ст}} + 0,75j_{\text{рес}}z_{\text{рес}} + 2,5S, \quad (2.6)$$

де $P_{\text{ст}}$ – статичне навантаження колеса на рейку ($P_{\text{ст}} = 116$ кН);

$j_{\text{рес}}$ – жорсткість ресорного підвішування візка, яка приведена до одного колеса ($j_{\text{рес}} = 2000$ кН/м);

$z_{\text{рес}}$ – максимальний динамічний прогин ресор ($z_{\text{рес}} = 0,01 + 16 \cdot 10^{-7} V^2$ м);

S – середнє квадратичне відхилення динамічного навантаження колеса на рейку.

У кривих ділянках колії динамічна вертикальна сила $P_{\text{вертR}}$, що передається від коліс рухомого складу на рейки зовнішньої нитки, встановлюється за формулою

$$P_{\text{вертR}} = P_{\text{верт}} + P_{\text{R}}, \quad (2.7)$$

де P_{R} – додаткове вертикальне навантаження на рейки зовнішньої нитки кривої від дії рамної сили екіпажа $Z_{\text{рам}}$, величина якої для 4-вісного вантажного вагона визначається за формулою:

$$Z_{\text{рам}} = (1 + 0,0024V)(31,5 + 26a_{\text{нп}}), \quad (2.8)$$

де $a_{\text{нп}}$ – непогашене поперечне прискорення (при цих розрахунках прийнято $a_{\text{нп}} = 0,7 \text{ м/с}^2$).

Величина сили P_R знаходиться за формулою

$$P_R = Z_{\text{рам}} r_{\text{кол}} / 1,6, \quad (2.9)$$

де $r_{\text{кол}}$ – радіус колеса, м;

1,6 – відстань між осями рейок зовнішньої та внутрішньої ниток у кривій, м.

Під час руху екіпажа по кривій рамна сила $Z_{\text{рам}}$ зумовлює появу горизонтального поперечного навантаження $P_{\text{бокR}}$, що передається від колеса на рейку. При дії 4-вісного вантажного вагона величина цього навантаження встановлюється за формулою

$$P_{\text{бокR}} = (1+0,003V)(54 + 25a_{\text{нп}}). \quad (2.10)$$

На прямих ділянках колії при вилянні екіпажа від його коліс передається на рейки горизонтальна поперечна сила $P_{\text{бок}}$:

$$P_{\text{бок}} = \mu P_{\text{верт}} V \sin \alpha (m_{\text{екв}} \beta_{\text{екв}})^{0,5} \Pi n_i, \quad (2.11)$$

де μ – коефіцієнт тертя псевдоковзання у зоні контакту колеса і рейки;

α – кут набігання гребеня колеса на рейку;

$m_{\text{екв}}$ – еквівалентна маса взаємодії колеса з рейкою у горизонтальній площині;

$\beta_{\text{екв}}$ – еквівалентна жорсткість колеса і рейки у горизонтальній площині;

Πn_i – добуток коефіцієнтів, що враховують стан рейкової колії та коліс екіпажа, конструкцію зв'язку між його візком і кузовом.

Повздовжні динамічні сили $P_{\text{позд}}$ в колії виникають тільки у зоні прогину рейки під дією колісного навантаження $P_{\text{верт}}$, тобто є локальними. Точка їх прикладення переміщається (уздовж колії

за напрямом руху екіпажа) разом з колесом, яке спричиняє прогин рейки.

Величина сили $P_{\text{позд}}$ встановлюється за формулою

$$P_{\text{позд}} = P_{\text{верт}} V^2 [(1 + \gamma)\psi / gh], \quad (2.12)$$

де γ – коефіцієнт, що враховує втрату кінетичної енергії колеса при його поступальному русі (для 4-вісного вантажного вагона $\gamma = 0,03-0,04$);

ψ – девіація зігнутої нейтральної осі рейки під колесом (при даних розрахунках приймається $\psi = 1$);

g – прискорення вільного падіння;

h – висота рейки (для рейки типу Р65 $h = 0,18$ м).

Для конструкції ЗК з рейками типу Р65, проміжним скріпленням типу КБ, залізобетонними шпалами (єпюрою 1840 шт./км) на щебеному баласті (розглядається літній період експлуатації колії) встановлено [10] залежності зміни вище означених динамічних сил (через відносні коефіцієнти) при підвищенні технічної швидкості руху поїзда $V_{\text{тех}}$ (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Залежності зміни динамічного навантаження на колію

Динамічне навантаження на колію	Умовне позначення	Залежність зміни відносного коефіцієнта, що характеризує динамічну силу
Вертикальна сила	$P_{\text{верт}}; P_{\text{вертR}}$	$K_{\text{верт}} = 1 + 0,00127t$ (2.13)
Горизонтальна поперечна сила	$P_{\text{бок}}$	$K_{\text{бок}} = 1 + 0,00118t$ (2.14)
	$P_{\text{бокR}}$	$K_{\text{бокR}} = 1 + 0,00136t$ (2.15)
Горизонтальна повздовжня сила	$P_{\text{позд}}$	$K_{\text{позд}} = 1 + 0,0318t$ (2.16)
Примітка – t – поточний рік експлуатації конструкції ЗК в межах розрахункового періоду (1997-2007 рр.).		

3 ОСНОВИ СИСТЕМИ ВЕДЕННЯ КОЛІЙНОГО ГОСПОДАРСТВА

ЗК як технічна конструкція постійно перебуває під дією рухомого складу та природно-кліматичних умов. Під впливом цих факторів у конструкції колії (у її елементах) з'являються деформації (пружні та залишкові). У процесі експлуатації (при напрацюванні тоннажу) залишкові деформації поступово зростають і виходять за межі встановлених допусків до норм утримання конструкції ЗК, тобто в конструкції з'являються несправності (розлади, дефекти), які з часом перетворюються у відмови в роботі ЗК (часткові відмови спричиняють у ряді випадків необхідність обмеження швидкості руху поїздів; повні відмови потребують закриття перегону для руху поїздів). Інтенсивність процесу накопичення залишкових деформацій у колії (процесу «старіння» конструкції) залежить від низки факторів, серед яких визначальними є вантажонапруженість ділянки, встановлена швидкість руху поїздів, осьове навантаження.

Означений процес «старіння» конструкції ЗК є об'єктивним і незворотним, але інтенсивність його зростання може бути певною мірою керованою. Саме в цьому полягає завдання КГ, а більш точно – завдання системи технічного обслуговування ЗК.

Технічне обслуговування ЗК – це сукупність колійних робіт з ремонту та поточного утримання колії на ділянці залізниці під час терміну служби конструкції з метою забезпечення:

а) безпечного й безперебійного руху поїздів зі встановленими швидкостями,

б) ефективного функціонування конструкції колії.

У свою чергу система ТОК базується на таких основах:

- єдина організаційна структура управління КГ;
- поділ ЗК на категорії;
- диференціація конструкції ВБК;
- класифікація РКР;
- міжремонтні норми, критерії оцінки фактичного стану ВБК, міжремонтні (ремонтні) схеми ЗК;
- технічна паспортизація КГ ділянки залізниці (у межах дистанції колії).

«Положення про систему ведення колійного господарства на залізницях України» [15] (далі – ППР-2010) є основним нормативно-технічним документом, що визначає основні принципи, технічні параметри і нормативно-технічні вимоги до системи ведення КГ в сучасних і перспективних умовах експлуатації, організаційно-технічні заходи щодо ремонтів і поточного утримання конструкції ЗК.

На основі ППР-2010 розробляються окремі нормативно-технічні документи, які визначають підходи до організації, технології та планування РКР при технічному обслуговуванні ВБК, земляного полотна та штучних споруд залежно від умов експлуатації конструкції ЗК.

3.1 Категорійність залізничних колій

Залежно від вантажонапруженості і встановлених швидкостей руху поїздів ЗК поділяють на 7 категорій (відповідно до таблиці 3.1).

Величина вантажонапруженості приймається середньою за останні три роки, але не менше досягнутої за останній рік.

Максимальна встановлена швидкість приймається без урахування обмежень на окремих бар'єрних місцях та обмежень, що спричинені незадовільним технічним станом колії та штучних споруд на ділянці.

Служби колій залізниць устанавлюють категорії колій. Категорії колій визначаються для ділянок колії (окремо перегонів, дільниць), що мають однакові експлуатаційні умови (вантажонапруженість, швидкості руху, осьові навантаження, розміри руху поїздів).

Улаштування й утримання колій зі встановленими швидкостями до 140 км/год виконується відповідно до ПТЕ і «Інструкції з улаштування та утримання колії залізниць України». Колії зі встановленими швидкостями руху пасажирських поїздів 140-160 км/год належать до категорії швидкісного пасажирського руху, а вантажних поїздів 90-120 км/год – до категорії прискореного руху вантажних поїздів і їх експлуатація та утримання здійснюється за спеціальними технічними умовами.

Категорії колій позначаються дистанціями колії в технічних паспортах та в інших формах звітності.

Таблиця 3.1 – Категорії залізничних колій (залежно від експлуатаційних умов)

Максимальна встановлена швидкість поїздів, км/год, <u>пасажирських</u> вантажних	Умови експлуатації та вантажонапруженість Γ , млн ткм брутто/км за рік							
	особливо важкі $\Gamma=80$ та більше	важкі $\Gamma=50,1 \div 79,9$	вище середніх $\Gamma=30,1 \div 50$	середні $\Gamma=15,1 \div 30$	легкі $\Gamma=5,1 \div 15$	малointенсивний рух $\Gamma=5,0$ та менше	Інші станційні колії (примітки 6-9).	
Прискорений рух <u>141-160</u>	-	-	Ш1	Ш1	Ш1	Ш1	-	
<u>81-140</u> <u>61-90</u>	I-a	II-a	III-a	IV-a	V-a	VI-a	-	
<u>80 та менше</u> <u>60 та менше</u>	I-б	II-б	III-б	IV-б	V-б	VI-б	VII	

Примітки:

- 1 Категорії колій установлені для головних колій. Для приймально-відправних та інших станційних колій категорії встановлюються згідно з примітками 6-10.
- 2 Категорії колій установлені для умов експлуатації рухомого складу із середніми по мережі осьовими навантаженнями, за які прийнято $P_{oc} \leq 160$ кН/вісь – для рейок Р65 і UIC60 і $P_{oc} \leq 135$ кН/вісь – для рейок Р50.
- 3 На дво- та багатоколіїних ділянках категорії колій установлені однаковими з колією, що має вищу категорію за умови, що різниця у вантажонапруженості не перевищує 20 %. При більшій різниці категорія визначається для кожної колії окремо.
- 4 Колії прискореного руху Ш1 передбачені для експлуатації тільки пасажирських поїздів, суміщений рух з окремими вантажними поїздами дозволяється такими коліями тільки як виняток на окремих ділянках із невеликою інтенсивністю руху ($\Gamma \leq 20$ млн ткм брутто/км за рік).
- 5 При сумарній кількості графікових пасажирських і приміських поїздів незалежно від значення вантажонапруженості колія повинна бути:
 - I категорії – більше 100 поїздів за добу;
 - II категорії – 31 ÷ 100 поїздів за добу;
 - III категорії – 6 ÷ 30 поїздів за добу.
- 6 Приймально-відправні колії на станціях, що є продовженням головних колій на перегонах і передбачені для безупинного пропуску поїздів, належать до тієї ж категорії колії, що й головні колії на перегонах; якщо такі колії передбачені для зупинок поїздів – категорія колії може бути зменшена на один ступінь.
- 7 Категорія стрілочного перевodu визначається по більшій із категорій колій, що з'єднуються.
- 8 Станційні, під'їзні та інші колії, де реалізуються швидкості руху 40 км/год, належать до категорії IV-б, V-б, VI-б залежно від вантажонапруженості, а при швидкостях понад 40 км/год – до категорії IV-a.
- 9 Сортувальні і гіркові колії на сортувальних станціях належать до категорії V-б.
- 10 Станційні, під'їзні та інші колії, що призначені для руху рухомого складу з небезпечними вантажами, належать до категорії не нижче V-б.
- 11 На станційних коліях VII категорії швидкості руху встановлюються не більше 25 км/год

Ділянкою вважається частка напрямку з однаковими умовами експлуатації (вантажонапруженість, середнє осьове навантаження, установлена швидкість руху поїздів).

Напрямок – ділянка головної колії між визначеними роздільними пунктами в межах однієї або декількох залізниць.

3.2 Нормативно-технічні вимоги до конструкцій верхньої будови колії та її елементів

Під час виконання відповідного ремонту конструкції ЗК в колію укладаються нові та старопридатні рейки.

Нові рейки, виробником яких є ВАТ «МК «Азовсталь», поділяються за якістю виготовлення на чотири категорії (вища (В); I; II; III) [13].

Виробник рейок (ВАТ «МК «Азовсталь») гарантує [16] (за умов додержання правил транспортування та експлуатації рейок) їх безвідмовну роботу до напрацювання відповідного обсягу тоннажу, нормативні значення якого наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Норми гарантійного напрацювання тоннажу для нових рейок ВАТ «МК «Азовсталь»

Тип рейок	Категорія якості	Гарантійний обсяг напрацьованого тоннажу, млн.т бруто			
		на прямих	у кривих радіусом		
			більше 1000 м	650 – 1000 м	менше 650 м
Р65; UIC60; P50 (термічно зміцнені)	В	350	350	300	240
	I; II	240	240	150	120
Р65; UIC60; P50 (незагартовані)	III	180	180	100	80

Примітки:
1 Норми гарантійного обсягу напрацьованого тоннажу для нових рейок визначені при осьовому навантаженні рухомого складу, який не перевищує для вагонів 240 кН і для локомотивів 250 кН.
2 Для ділянок колії з вантажонапруженістю, при якій протягом 10 років не забезпечується напрацювання гарантійного обсягу тоннажу, встановлюється норма гарантії безвідмовної роботи нових рейок – 10 років

Старопридатні рейки, які повторно використовуються для укладання в колію, залежно від напрацьованого тоннажу і їх технічного стану поділяються на три групи придатності [17] (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Групи придатності старопридатних рейок типу Р65 та типу UIC 60

Показник	Група придатності рейок типу Р65 (UIC 60)					
	I-A	I-Б	I-В	II	III	III-И
Напрацьований тоннаж, млн т (протягом першої укладки)	Менше 300	Більше 300, але менше нормативного	До 50 % понад нормативний	Не обмежується		
Знос головки рейок, мм, не більше:						
вертикальний	2(4)	3(5)	9(11)	10(12)	10(12)	12(14)
боковий	6 (6)	8(8)	10(10)	13(13)	13(13)	18(18)
приведений	5(7)	7(9)	9(16)	11(18)	16(19)	20(25)

ППР-2010 установлює відповідні нормативно-технічні вимоги на укладання рейок та конструкцій ВБК залежно від категорії колії та експлуатаційних умов (таблиці 3.4, 3.5).

Таблиця 3.4 – Нормативно-технічні вимоги на укладання рейок залежно від категорії колії та експлуатаційних умов

Параметр	Категорія колії													
	III	I-а	I-б	II-а	II-б	III-а	III-б	IV-а	IV-б	V-а	V-б	VI-а	VI-б	VII
Умови експлуатації:	Прискорений рух	Особливо важкі $\Gamma=80$ та більше	Важкі $\Gamma=50, 1-79,9$	Вище середніх $\Gamma=30, 1-50$	Середні $\Gamma=15, 1-30$	Легкі $\Gamma=5, 1-15$	Малоінтенсивний рух $\Gamma=5$ та менше	Інші станції колії						
	Встановлена швидкість руху поїздів, км/год, пасажирських вантажних	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	80 та менше 61-90 81-140	25 та менше
Тип і характеристика рейок	P65 (UIC60) термічно зміцнені вищої категорії якості	P65 термічно зміцнені I категорії якості	P65 (UIC 60) термічно зміцнені I категорії якості	P65 (UIC60) термічно зміцнені I категорії якості	P65 (UIC60) старопридатні I-ї групи якості	P65 (UIC60) старопридатні I-ї групи якості	P65 (UIC60) старопридатні I-ї групи якості	P65 (UIC60) старопридатні I-ї групи якості	P65 (UIC60) старопридатні I-ї групи якості	P65 (UIC60) старопридатні I-ї групи якості	P65 (UIC60) старопридатні I-ї групи якості	P65 (UIC60; P50) старопридатні; P50 незартартовані III категорії якості	P65 (UIC60; P50) старопридатні; P50 незартартовані III категорії якості	P65 (UIC60; P50) старопридатні; P50 незартартовані III категорії якості

Примітки:

- 1 На коліях II категорії рейки UIC60 (термічно зміцнені) застосовуються лише при вантажонапруженості до 55 млн ткм/км за рік.
- 2 На коліях IV-а категорії рейки P50 (термічно зміцнені I категорії якості) застосовуються лише при вантажонапруженості до 22 млн ткм/км за рік.
- 3 Старопридатні рейки дозволяється застосовувати в БК, починаючи з категорії III-б і нижче: IV-б, V-а, V-б і VI категорії.
- 4 На коліях III-б категорії старопридатні рейки P65 і UIC60 дозволяється застосовувати при вантажонапруженості до 37 млн ткм/км за рік.
- 5 На коліях V-а, VI-а категорії старопридатні рейки P65 і UIC60 дозволяється застосовувати при обмеженні швидкостей руху поїздів: пасажирських $V \leq 100$ км/год, вантажних $V \leq 80$ км/год.

Таблиця 3.5 – Нормативно-технічні вимоги на укладання конструкцій ВБК залежно від категорії колії та експлуатаційних умов

Параметр	Категорія колії														
	ШП	I-а	I-б	II-а	II-б	III-а	III-б	IV-а	IV-б	V-а	V-б	VI-а	VI-б	VII	
Вантажо-напруженість, млн ткм/км за рік	Прискорений рух	Особливо важкі Г=80 та більше	Важкі Г=50, 1-79,9	Вище середніх Г=30, 1-50	Середні Г=15, 1-30	Легкі Г=5, 1-15	Малоінтенсивний рух Г=5 та менше	Станційні колії							
									80 та менше		80 та менше		80 та менше		80 та менше
Встановлена швидкість руху поїздів, км/год, пасажирських вантажних	141-160	81-140		61-90		80 та менше		60 та менше		81-140		61-90		80 та менше	
		60 та менше		81-140		60 та менше		80 та менше		60 та менше		81-140		60 та менше	
Конструкція колії	БК на залізобетонних шпалах з рейковими плітками довжиною блок-дільниця (перетін)	1 Основний варіант: БК на залізобетонних шпалах		2 Додатковий варіант: ЛК на дерев'яних шпалах		1 Основний варіант: БК на залізобетонних шпалах		2 Додатковий варіант: БК на дерев'яних шпалах; ЛК на залізобетонних шпалах		Основний варіант: БК на залізобетонних шпалах		Додатковий варіант: ЛК на дерев'яних шпалах		БК та ЛК на дерев'яних або залізобетонних шпалах	
		1 Основний варіант: БК на залізобетонних шпалах		2 Додатковий варіант: ЛК на дерев'яних шпалах		Основний варіант: БК на залізобетонних шпалах		Додатковий варіант: ЛК на дерев'яних шпалах		Основний варіант: БК на залізобетонних шпалах		Додатковий варіант: ЛК на дерев'яних шпалах		БК та ЛК на дерев'яних або залізобетонних шпалах	
Елюра шпал	У прямих та кривих R > 2000 м – 1680 шт/км У кривих R < 2000 м 1840 шт/км	При залізобетонних і дерев'яних шпалах у прямих і кривих R ≥ 1200 м – 1840 шт/км, у кривих R < 1200 м – 2000 шт/км		При залізобетонних шпалах: у прямих та кривих R ≥ 1200 м – 1680 шт/км у кривих R < 1200 м – 1840 шт/км		При залізобетонних шпалах: у прямих та кривих R ≥ 1200 м – 1680 шт/км у кривих R < 1200 м – 1840 шт/км		При залізобетонних шпалах: у прямих та кривих R ≥ 800 м – 1680 шт/км, у кривих R < 800 м – 1840 шт/км		Така як на коліях V-а категорії		Така як на коліях V-б категорії		1600 шт/км у прямих та кривих	
		При залізобетонних шпалах: у прямих та кривих R ≥ 1200 м – 1680 шт/км у кривих R < 1200 м – 1840 шт/км		При залізобетонних шпалах: у прямих та кривих R ≥ 1200 м – 1680 шт/км у кривих R < 1200 м – 1840 шт/км		При залізобетонних шпалах: у прямих та кривих R ≥ 800 м – 1680 шт/км, у кривих R < 800 м – 1840 шт/км		При залізобетонних шпалах: у прямих та кривих R ≥ 800 м – 1680 шт/км, у кривих R < 800 м – 1840 шт/км		Така як на коліях V-а категорії		Така як на коліях V-б категорії		1600 шт/км у прямих та кривих	

Продовження таблиці 3.5

Параметр	Категорія колії													
	ШП	І-а	І-б	ІІ-а	ІІ-б	ІІІ-а	ІІІ-б	ІV-а	ІV-б	V-а	V-б	VI-а	VI-б	VII
Вантажо-напруженість, млн ткм/км за рік	При-скорений рух	Особливо важкі Г=80 та більше	Важкі Г=50,1-79,9	Вище середніх Г=30,1-50	Середні Г=15,1-30	Легкі Г=5,1-15	Мало-інтенсивний рух Г=5 та менше	Стан-ційні колії	141-160	81-140 61-90	80 та менше	81-140 61-90	80 та менше	25 та менше
									80 та менше	80 та менше	80 та менше	60 та менше	80 та менше	60 та менше
Встановлена швидкість руху поїздів, км/год, пасажирських вантажних	Шпалі залізобетонні нові І сорту	Шпалі нові залізобетонні І сорту та дерев'яні І типу	Шпалі нові бетонні нові І сорту або старопридатні; дерев'яні нові І типу	Шпалі залізобетонні нові І сорту	Шпалі нові залізобетонні нові І сорту або старопридатні; дерев'яні нові І типу	Шпалі нові залізобетонні нові І сорту або старопридатні; дерев'яні нові І типу	Шпалі нові залізобетонні нові І сорту або старопридатні; дерев'яні нові І типу	Шпалі залізобетонні нові І сорту	141-160	81-140 61-90	80 та менше	81-140 61-90	80 та менше	25 та менше
									80 та менше	80 та менше	80 та менше	60 та менше	80 та менше	60 та менше
Шпалі та проміжні скріплення	Скріплення нові (з металевих підкладкою або без підкладки з пружними клемами)	Скріплення нові (з металевих підкладкою або без підкладки з пружними клемами)	Скріплення нові (з металевих підкладкою або без підкладки з пружними клемами)	Скріплення нові (з металевих підкладкою або без підкладки з пружними клемами)	Скріплення нові (з металевих підкладкою або без підкладки з пружними клемами)	Скріплення нові (з металевих підкладкою або без підкладки з пружними клемами)	Скріплення нові (з металевих підкладкою або без підкладки з пружними клемами)	Скріплення нові (з металевих підкладкою або без підкладки з пружними клемами)	141-160	81-140 61-90	80 та менше	81-140 61-90	80 та менше	25 та менше
									80 та менше	80 та менше	80 та менше	60 та менше	80 та менше	60 та менше
Баластна призма	Баластна призма двошарова: товщина щелебно під шпалами не менше 40 см, ширина плеча не менше 45 см, товщина піщаної подушки 20 см	Баластна призма двошарова: товщина щелебно під шпалами не менше 35 см, ширина плеча не менше 45 см, товщина піщаної подушки 20 см	Баластна призма двошарова: товщина щелебно під шпалами не менше 30 см, ширина плеча не менше 45 см, товщина піщаної подушки 20 см	Баластна призма двошарова: товщина щелебно під шпалами не менше 30 см, ширина плеча не менше 45 см, товщина піщаної подушки 20 см	Баластна призма двошарова: товщина щелебно під шпалами не менше 30 см, ширина плеча не менше 45 см, товщина піщаної подушки 20 см	Баластна призма двошарова: товщина щелебно під шпалами не менше 30 см, ширина плеча не менше 45 см, товщина піщаної подушки 20 см	Баластна призма двошарова: товщина щелебно під шпалами не менше 30 см, ширина плеча не менше 45 см, товщина піщаної подушки 20 см	Баластна призма двошарова: товщина щелебно під шпалами не менше 30 см, ширина плеча не менше 45 см, товщина піщаної подушки 20 см	141-160	81-140 61-90	80 та менше	81-140 61-90	80 та менше	25 та менше
									80 та менше	80 та менше	80 та менше	60 та менше	80 та менше	60 та менше

Примітки до таблиці 3.5

1 Залізобетонні шпали не дозволяється застосовувати на ділянках із пучинами і на ділянках, де відбуваються деформації земляного полотна.

2 Не дозволяється застосовувати залізобетонні шпали у ЛК I-IV і V-а категорій.

3 Укладання залізобетонних шпал 2-го сорту забороняється на головних та приймально-відправних коліях усіх категорій (за винятком VI-VII категорій).

4 На приймально-відправних коліях дозволяється укладати залізобетонні шпали як у БК, так і в ЛК.

5 На коліях V-б-VII категорій дозволяється укладати залізобетонні шпали у ЛК.

6 При дерев'яних шпалах застосовуються проміжні скріплення з металевою підкладкою та пружними (або жорсткими) клемами.

7 Проміжні скріплення без металевої підкладки при залізобетонних шпалах допускається застосовувати на дільницях з вантажонапруженістю не більше 37,5 млн ткм/км за рік (для колій категорії не вище III-а) і не більше 45 млн ткм/км за рік (для колій категорії III-б і нижче).

3.3 Класифікація ремонтно-колійних робіт

Згідно з ППР-2010 РКР поділяються на такі види: періодичні РКР; регламентні РКР; РКР, що виконуються за окремим розпорядженням ЦП УЗ чи служби колії залізниці; поточне утримання колії (ПУК).

Періодичні РКР виконуються на початку міжремонтного («життєвого») циклу ВБК. До них належать:

- модернізація (реконструкція) залізничної колії (МК);
- модернізація стрілочних переводів (Мсп);
- посилений капітальний ремонт колії (ПКРК);
- капітальний ремонт колії з використанням старопридатних матеріалів ВБК (КРК);
- капітальний ремонт стрілочних переводів із використанням старопридатних матеріалів ВБК (КРсп).

Регламентні РКР виконуються протягом міжремонтного («життєвого») циклу ВБК. До них належать:

- посилений середній ремонт колії (ПСРК);
- середній ремонт колії (СРК);
- середній ремонт стрілочних переводів (СРсп);
- комплексно-оздоровчий ремонт колії (КОРК);
- виправлення колії та стрілочних переводів із використанням машинних комплексів (Вмаш);
- суцільна заміна рейок новими (або староприматними);
- суцільна заміна металевих частин стрілочних переводів новими (або староприматними);
- перекладання рейок;
- шліфування рейок рейкошліфувальними поїздами;
- капітальний ремонт залізничних переїздів (КРзп).

До основних РКР, що виконуються за розпорядженням ЦП УЗ чи служби колії залізниці, належать:

- реконструкція конструкції ЗК (РекЗК);
- реконструкція плану та профілю колії на перегонах і станціях, при якій здійснюється досипання земляного полотна та перенесення опор контактної мережі;
- переулаштування стрілочних переводів (на нові ординати) з досипанням земляного полотна;
- реконструкція залізничних переїздів;
- укладання РШР та стрілочних переводів із дослідними елементами ВБК.

Поточне утримання передбачає систематичний нагляд і контроль за технічним станом конструкції ЗК і штучних споруд та утримання їх у стані, який гарантує безпечний та безперебійний рух поїздів із максимальними допустимими швидкостями.

Основним принципом призначення періодичних РКР є економічна доцільність їх проведення, а саме: періодичні РКР виконуються тоді, коли можливі втрати в перевізному процесі перевищують витрати на технічне обслуговування конструкції ЗК (тобто відсутній економічний ефект при експлуатації ЗК).

Основним принципом призначення регламентних РКР є необхідність дотримання чи збільшення тривалості міжремонтного («життєвого») циклу конструкції ЗК за рахунок

заміни дефектних елементів ВБК, а також за рахунок виконання робіт з усування причини виникнення несправності колії та зменшення інтенсивності накопичення її залишкових деформацій.

Основним принципом призначення РКР, що виконуються за розпорядженням ЦП УЗ чи служби колії залізниці, є необхідність покращення технічних параметрів конструкції ЗК на певній ділянці залізниці.

Основним принципом призначення РКР при ПУК на конкретній ділянці залізниці є забезпечення безпеки руху поїздів з установленими швидкостями.

МК виконується з метою:

- повної заміни РШР, що виробила свій ресурс, на нову РШР, яка змонтована з нових елементів ВБК;
- відновлення проектних параметрів конструкції ЗК;
- підвищення несучої здатності баластної призми і основної площадки земляного полотна;
- відновлення пропускної здатності водовідводів.

МК призначається до виконання на головних коліях ШІ-І-ІІ-ІІІ-а-ІV-а категорій після напрацювання нормативного тоннажу (або по завершенню нормативного терміну служби ВБК) з урахуванням фактичного стану конструкції ЗК.

Комплекс робіт з МК передбачає виконання таких основних робіт:

- заміна РШР, що експлуатувалася на ділянці, на нову колійну решітку;
- очищення щебеневого баласту від забруднювачів на глибину під шпалами відповідно до проекту (але не менше 40 см);
- зрізання та планування узбіччя земляного полотна;
- виправлення колії (у плані та профілі) з ущільненням та стабілізацією баластового шару;
- доведення баластної призми до проектних розмірів;
- виправлення кривих у плані з відновленням проектних радіусів;
- очищення, планування та укріплення водовідводів;
- капітальний ремонт залізничних переїздів;

- зварювання рейкових плітей до довжини перегону (блок-ділянки);
- шліфування поверхні кочення рейок;
- усунення негабаритних місць;
- поновлення колійних і сигнальних знаків, кілометрового запасу матеріалів ВБК;
- післясадове виправлення колії машинними комплексами (після напрацювання не менше 1 млн.т бруто);
- інші роботи, які передбачені технічним проектом і кошторисною документацією.

Мсп виконується з метою:

- повної заміни стрілочного переводу, що виробив свій ресурс, на новий стрілочний перевід, який змонтований з нових елементів ВБК;
- відновлення проектних параметрів стрілочного переводу;
- підвищення несучої здатності баластної призми й основної площадки земляного полотна;
- відновлення пропускної спроможності водовідводів.

Мсп призначається до виконання на головних коліях Ш1-І-ІІ-ІІІ-ІV-V-а категорій після напрацювання нормативного тоннажу з урахуванням фактичного стану стрілочного переводу.

ПКРК виконується з метою:

- повної заміни РШР, що виробила свій ресурс, з укладанням старопридатних рейкових плітей;
- відновлення проектних параметрів конструкції ЗК;
- підвищення несучої здатності баластної призми й основної площадки земляного полотна;
- відновлення пропускної спроможності водовідводів.

ПКРК призначається до виконання на головних коліях ІV-б-V-а категорій (а також на приймально-відправних коліях та коліях станцій, де передбачається пропуск поїздів без зупинки, з головними коліями Ш1-І-ІІ-ІІІ-ІV-а категорій) після напрацювання нормативного тоннажу (або по завершенню нормативного терміну служби ВБК) з урахуванням фактичного стану конструкції ЗК.

Комплекс основних робіт при ПКРК аналогічний складу основних робіт, що виконуються при МК. Відмінність полягає в укладанні при ремонті колії старопридатних рейкових плітей.

КРК виконується з метою:

- повної заміни РШР, що виробила свій ресурс, на більш міцну або менш зношену РШР, яка змонтована повністю зі старопридатних (або в сполученні старопридатних та нових) елементів ВБК;
- приведення у відповідність параметрів конструкції ЗК умовам експлуатації;
- відновлення несучої здатності баластної призми й основної площадки земляного полотна, а також пропускної спроможності водовідводів.

КРК призначається до виконання на головних коліях V-б-VI категорій (після напрацювання нормативного тоннажу або по завершенню нормативного терміну служби ВБК), станційних і під'їзних коліях.

Склад основних робіт при КРК аналогічний складу основних робіт, що виконуються при МК. Відмінність полягає в укладанні РШР:

- з новими дерев'яними шпалами і проміжними скріпленнями (при ремонті ЛК);
- зі старопридатними (повністю або в сполученні з новими) залізобетонними шпалами і проміжними скріпленнями (при ремонті БК) й укладанні старопридатних рейкових плітей.

Крім того, у комплексі робіт з КРК передбачаються до виконання на підготовчому етапі такі роботи: сортування та ремонт старопридатних матеріалів ВБК; суцільний ремонт ланок РШР із залізобетонними шпалами; репрофілювання рейок; приведення епюри шпал до норми, яка встановлена для колій, що підлягають ремонту.

КРсп із використанням старопридатних матеріалів виконується з метою недопущення обмеження встановлених швидкостей руху поїздів за технічним станом стрілочних переводів. При ремонті здійснюється заміна існуючого стрілочного переводу на старопридатний, що змонтований на нових (або старопридатних) залізобетонних чи нових дерев'яних брусах.

КРсп виконується на головних коліях V-б-VI категорій, а також на приймально-відправних і станційних коліях.

Комплекс основних робіт при КРсп аналогічний складу основних робіт, що виконуються при Мсп на нових матеріалах.

ПСРК виконується з метою:

- подовження міжремонтного («життєвого») циклу ВБК;
- підвищення несучої здатності баластної призми (шляхом суцільного очищення щебеневого баласту від забруднювачів) та основної площадки земляного полотна;
- приведення відміток повздовжнього профілю колії до проектних;
- відновлення проектних розмірів баластної призми;
- заміни баласту із слабких порід на щебінь, який виготовлений із твердих порід;
- укладання спеціального покриття на основну площадку земляного полотна.

ПСРК призначається до виконання на головних коліях Ш1-І-ІІ-ІІІ-ІV-а категорій у відповідності до ремонтної схеми, що встановлена для конкретної ділянки залізниці.

Ремонтна схема – схема, що встановлює для умов певної ділянки протягом терміну служби («життєвого» циклу) ВБК види ремонтів колії, їх кількість, послідовність та терміни виконання.

СРК виконується з метою відновлення дренажної здатності щебеневого баласту (шляхом суцільного його очищення від забруднювачів) та підвищення рівномірності ВБК.

СРК призначається до виконання на головних коліях всіх категорій у відповідності до ремонтної схеми, а також на станційних і під'їзних коліях.

СРсп виконується з метою відновлення дренажної здатності щебеневого баласту (шляхом суцільного його очищення від забруднювачів у зоні стрілочного перевodu) та підвищення рівномірності ВБК.

СРсп призначається до виконання на ЗК всіх категорій відповідно до встановлених ремонтних схем.

КОРК виконується з метою відновлення:

- рівнопружності підшпальної основи (шляхом суцільного виправлення колії у плані та профілі з ущільненням щебеневого баласту під шпалами);

- рівномірності РШР (шляхом суцільної заміни непридатних шпал та елементів проміжних скріплень);
- часткового відновлення дренажних властивостей щебеневого баласту (шляхом його очищення від забруднювачів на локальних ділянках, як правило, у зоні виплесків).

КОРК призначається до виконання на головних коліях всіх категорій відповідно до ремонтної схеми, а також на станційних і під'їзних коліях.

Виправлення колії та стрілочних переводів машинними комплексами (Вмаш) виконується з метою відновлення рівнопружності підшпальної основи (шляхом суцільного ущільнення щебеневого баласту під шпалами) та зменшення ступеня нерівномірності відступів (відхилень) від норм утримання рейкової колії.

Виправлення колії та стрілочних переводів машинними комплексами призначається до виконання на головних коліях Ш1-І-ІІ-ІІІ-ІV-V-VІ категорій (відповідно до встановлених ремонтних схем).

Виправлення колії та стрілочних переводів із використанням машинних комплексів на ділянках, де забрудненість баластового шару перевищує 30 %, повинне призначатися у комплексі із суцільним очищенням щебеневого баласту від забруднювачів.

Суцільна заміна рейок і металевих частин стрілочних переводів новими призначена для оновлення рейок і стрілочних переводів з метою подовження тривалості міжремонтного («життєвого») циклу ВБК на певній ділянці залізниці.

Суцільна заміна рейок і металевих частин стрілочних переводів новими призначається до виконання на головних коліях Ш1-І-ІІ-ІІІ-ІV-V-а категорій і може виконуватися як окремий вид робіт або у поєднанні з ПСРК (СРК; КОРК).

Суцільна заміна рейок і металевих частин стрілочних переводів старопридатними призначена для заміни рейок і стрілочних переводів на менш зношені з метою недопущення обмеження за технічним станом рейок і стрілочних переводів установлених швидкостей руху поїздів на певній ділянці залізниці.

Суцільна заміна рейок і металевих частин стрілочних переводів старопридатними призначається до виконання на

головних коліях V-б-VI категорій, а також на приймально-відправних, інших станційних і під'їзних коліях.

Ця РКР може виконуватися як окремий вид робіт або у поєднанні з СРК (КОРК).

Перекладання рейок виконується з метою недопущення обмеження встановлених швидкостей руху поїздів на ділянках колії, де спостерігається інтенсивний або такий, що набув граничного значення, боковий знос головок рейок.

На ділянках колії з інтенсивним боковим зносом рейок допускається перекладання:

- рейок, що зняті з прямих, без заміни робочого канта;
- рейок, що зняті з внутрішніх ниток кривих, із заміною робочого канта на зовнішні нитки кривих.

Перекладання рейок призначається до виконання на головних коліях III-б-IV-б-V-VI категорій.

У комплексі робіт з перекладання рейок виконуються, як правило, такі РКР: заміна непридатних (дефектних) шпал та елементів проміжних скріплень; суцільне змащення і закріплення клемних, закладних і стикових болтів; суцільне виправлення колії у плані та профілі з ущільненням баласту під шпалами та стабілізацією колії.

Шліфування поверхні кочення головок рейок рейкошліфувальними поїздами (РШП) виконується з метою віддалення періоду утворення у головці рейок дефектів контактно-втомлювального характеру, формування експлуатаційного профілю головки рейок із усуненням хвилеподібного їх зносу.

Шліфування рейок РШП забезпечує зниження рівня динамічної дії рухомого складу на елементи конструкції ЗК, що сприяє у свою чергу подовженню терміну служби рейок та підвищенню стабільності технічного стану конструкції ЗК в цілому на дільниці залізниці.

Шліфування рейок РШП призначається до виконання на головних коліях III-I-II-III-IV-a-V-a-VI-a категорій з урахуванням фактичного стану та зносу рейок на ділянці.

КРЗп призначається на коліях усіх категорій з метою заміни або переоблаштування переїзного настилу, ремонту підходів

автомобільної дороги, шлагбаумів, приміщення переїзного поста тощо.

КРзп виконується або в комплексі з одним із видів періодичних ремонтів колії, або як окрема робота.

Реконструкція залізничної колії (РекЗК) виконується з метою надання конструкції колії на певній ділянці залізниці якісно нових службових (технічних) властивостей і спрямована на підвищення міцності, несучої здатності, стабільності, довговічності та інших показників надійності конструкції ЗК в цілому та окремих її складових частин.

РекЗК призначається до виконання на головних коліях Ш1-І-ІІ-ІІІ-а-ІV-а категорій на початку «життєвого» циклу ВБК при:

- організації швидкісного руху пасажирських поїздів;
- підвищенні швидкостей руху пасажирських поїздів до 140 км/год і вантажних поїздів до 90 км/год із усуненням бар'єрних місць;
- введенні в експлуатацію нового рухомого складу з підвищеними осьовими навантаженнями;
- необхідності підсилення конструкції ВБК та основної площадки земляного полотна (з метою збільшення погонних навантажень і швидкостей руху рухомого складу).

Номенклатура основних робіт з ПУК визначається відповідними нормативними документами УЗ.

Встановлена така класифікація робіт з ПУК:

- невідкладні та першочергові роботи (вони пов'язані з негайним усуненням небезпечних для руху поїздів несправностей колії в місцях їх виявлення);
- регламентні роботи (вони виконуються з метою усунення та запобігання появі несправностей колії).

До невідкладних і першочергових робіт з ПУК належать: роботи з усунення несправностей (відхилень) від норм утримання рейкової колії V ступеня та поєднань IV-V ступенів; заміна гостродефектних рейок; виконання позачергової розрядки температурних напружень у рейкових плітях БК; заміна непридатних дерев'яних шпал та ін.

До регламентних робіт з ПУК належать:

- профілактичні роботи з виправлення, підбивання та рихтування колії;
- закріплення клемних, закладних і стикових болтів;
- регулювання зазорів у стиках;
- виправлення стрілочних переводів;
- поодинокі заміна дефектних елементів ВБК та ін.

3.4 Норми витрат нових та старопритатних матеріалів при ремонтах колії

При виконанні відповідних ремонтів у колію укладається РШР, що змонтована або з нових елементів ВБК, або зі старопритатних елементів ВБК, або з їх сполучення (тобто використовуються нові та старопритатні матеріали).

У таблиці 3.6 наведені сфери застосування нових і старопритатних елементів РШР при виконанні МК (ПКРК; КРК).

Кількість нових елементів ВБК, які використовуються при виконанні КРК і ПСРК, обмежується відповідними нормами [18] (таблиця 3.7).

Таблиця 3.6 – Сфери застосування нових й старопридатних елементів РШР при виконанні ремонтів колії

Вид ремонту колії	Категорія й призначення колії (вантажонапруженість, млн ткм брутто/км за рік)	Встановлена швидкість руху поїздів (пас. / вант.), км/год																
		80-140 / 60-90						до 80 / до 60										
		рейки нові			рейки старопридатні			шпали і скріплення нові			шпали і скріплення старопридатні							
МК	Швидкісна, головна	+																
	I, головна	+																
	II, головна	+																
	III-а, головна	+																
	III-б, головна ($\Gamma \leq 37$)																	
ПКРК	IV-а, головна	+																
	IV-б, головна																	
	V-а, головна																	
КРК	Приймально-відправна																	
	V-б, головна																	
	VI-а, головна																	
	VI-б, головна																	
	VII																	

Таблиця 3.7 – Гранична кількість нових елементів ВБК, що може укладатися при виконанні КРК і ПСРК

Категорія колії	Вантажонапруженість, млн т/км бруцто/км за рік	Гранична кількість елементів ВБК від загальної кількості, що може вкладатися при КРК і ПСРК, %					
		шпали		скріплення			
		залізо-бетонні на БК	дерев'яні на ЛК	металеві елементи від загальної кількості	прокладки під підкладку	прокладки під рейку	втулки ізолюючі
IV-V	15-30	5	25	30	50	70	50
V-VII	5-15	3	20	20	40	50	40
VI-VII	до 5	-	3	5	30	5	30

Примітка – Відсоток укладання металевих елементів скріплення встановлюється як сума відсотків болтів (закладних, клемних, стикових), підкладок, шайб та клем

При плануванні РКР застосовуються відповідні норми [18] витрат матеріалів ВБК.

3.5 Міжремонтні норми та критерії призначення ремонтно-колійних робіт

Для планування і визначення річних обсягів РКР, а відповідно потреби в матеріальних, трудових і фінансових ресурсах застосовуються міжремонтні норми (норми періодичності виконання РКР).

Міжремонтні норми (норми періодичності) вимірюються обсягом пропущеного (напрацьованого) тоннажу, млн т бруцто, або календарним терміном служби конструкції ВБК, роки.

Період між суміжними МК (ПКРК; КРК) становить міжремонтний (ремонтний; «життєвий») цикл. Тривалість цього циклу дорівнює фактичному терміну служби конструкції ВБК на ділянці залізниці.

При призначенні до виконання РКР (певного виду) враховуються критерії, що характеризують технічний стан ВБК на ділянці (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Критерії призначення до виконання РКР

Вид РКР	Критерії, що характеризують технічний стан ВБК											Кількість відступів від норм утримання рейкової колії 2-го і 3-го ступеня, штук на 1 км		
	Напряцьований тоннаж (термін служби ВБК) у відсотках від нормативного	Інтенсивність виходу за дефектами, шт/км за рік		Сумарний вихід (за термін служби ВБК) у дефектні шпал				Забрудненість шпал від маси шпал, %/км	Кількість непридатних, %/км (%/перевід)					
		рейок (дефектні місяця у плітях)	залізо-бетонних шпал	рейок, шт/км	залізо-бетонних, шт/км	дерев'яних, %/км	елементів скріплення, %/км		шпал	шпал	брусів		скріплення, елементів	
														рейок
МК	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПКРК	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
КРК	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
ПСРК														
СРК														
КОРК														+
Вмаш														+
Мсп	+												+	
КРсп	+												+	
СРсп													+	
Примітки														
1 Інтенсивність виходу рейок та залізобетонних шпал за дефектами визначається як середня за останні три роки перед виконанням МК (ПКРК; КРК).														
2 При встановленні інтенсивності виходу рейок у дефектні враховуються ті рейки, що були вилучені із колії за дефектами по коду 10; 11; 17; 20; 21; 30; 31; 41, а також за дефектами V групи та VП групи (на БК не враховується вихід рейок у дефектні в зоні зрівнювальних прольотів).														
3. При визначенні кількості непридатних елементів скріплення враховуються для колії: із залізобетонними шпалами – дефектні підкладки та закладні болти; з дерев'яними шпалами – підкладки та основні костилі														

ППР-2010 встановлює норми періодичності (середні для мережі залізниць) заміни РШР при виконанні МК, ПКРК та КРК (таблиця 3.9).

Таблиця 3.9 – Норми періодичності заміни РШР при виконанні ремонтів колії

Вид ремонту	Категорія колії	Характеристика рейок	Нормативний тоннаж (нормативний термін служби) РШР до її заміни, млн.т бруutto (роки)	
			конструкція колії	
			безстикова	ланкова
МК	Ш1	Р65 (UIC60) термозміцнені, вища категорія якості	800 (20)	-
	I-а;I-б	Р65 термозміцнені, I категорія якості	800 (20)	700 (20)
	II-а;II-б; III-а	Р65 (UIC60) термозміцнені, I категорія якості	800 (25)	700 (20)
	III-б	Р65 (UIC60) термозміцнені, II категорія якості	800 (30)	700 (20)
		Р65 (UIC60) старопритатні, I група притатності	250 (-)	150 (-)
	IV-а	UIC60 термозміцнені, I категорія якості; Р65 термозміцнені, II категорія якості	800 (30)	700 (20)
ПКРК	IV-б; V-а	Р65 (UIC60) старопритатні, I група притатності	250 (-)	150 (-)
КРК	V-б	Р50 старопритатні, I група притатності	150 (-)	120 (-)
		Р50 незагартовані, II категорія якості	500 (30)	300 (20)
		Р65 старопритатні, I група притатності	250 (15)	150 (10)
	VI-а	Р50 незагартовані, III категорія якості	500 (25)	300 (17)
		Р65 старопритатні, I група притатності	- (15)	- (10)
	VI-б	Р50 незагартовані, III категорія якості	500 (30)	300 (20)
		Р65 старопритатні	- (20)	- (15)
		Р50 старопритатні	- (15)	- (10)
	VII	Р50 старопритатні	-	- (25)
		UIC60 старопритатні	-	- (25)

Міжремонтні норми (нормативний тоннаж) для призначення МК (ПКРК; КРК) (таблиця 3.9) підлягають корегуванню (у бік зменшення) для ділянок з особливими експлуатаційними умовами (таблиця 3.10).

Таблиця 3.10 – Зменшення міжремонтних норм (нормативного тоннажу) для призначення МК (ПКРК; КРК)

Експлуатаційні умови ділянки колії	Зменшення нормативного тоннажу
На перевальних ділянках протяжністю на 1 км колії більш 20 %: з ухилами 12 – 15 ‰ з ухилами більш ніж 15 ‰	На 5 % На 10 %
На ділянках з кривими радіусом 300 м і менше загальною протяжністю на 1 км колії: до 5 % 10 % 20 % і більше	На 3 % На 5 % На 7 %
На ділянках рекуперативного гальмування локомотивів	На 15 %
На ділянках курсування поїздів підвищеної маси та довжини (в обсязі більше ніж 50 % від вантажонапруженості дільниці)	На 10 %
На ділянках зі швидкостями руху вантажних поїздів більш ніж 60 км/год при середньому осьовому навантаженні: 160 – 190 кН/вісь більше 190 кН/вісь	На 10 % На 15 %
Примітка – При збіжності декількох факторів, що наведені в таблиці, сумарне зменшення нормативного тоннажу не повинно перевищувати 25 %	

У випадку, коли призначення МК (ПКРК; КРК) відбувається за нормативним терміном служби РШР, роки, відсотки зменшення, що вказані в таблиці 3.10, не застосовуються.

Нижче наводяться критерії, що характеризують технічний стан ВБК і застосовуються при призначенні відповідного виду РКР (таблиці 3.11-3.21).

Таблиця 3.11 – Критерії призначення МК

Вид ремонту	Категорія колії	Характеристика рейок	Напряцьований тоннаж (строк служби ВБК), відсоток від нормативного	Основні критерії				Додаткові критерії			
				Інтенсивність виходу за дефектами, шт/км за рік, для колії		Сумарний вихід (за термін служби ВБК) у дефектні для колії		Інтенсивність виходу за дефектами, шт/км за рік, для колії		Сумарний вихід (за термін служби ВБК) у дефектні для колії	
				рейки (дефектні місця у плітях)	залізо-бетонні шпали	рейки (дефектні місця у плітях), шт/км	залізо-бетонні шпали, шт/км	рейки (дефектні місця у плітях), шт/км	залізо-бетонні шпали, шт/км	рейки, шт/км	ланкової
МК	Ш1	Р65 (UIC60) термозміцнені, вища категорія якості	100	3 і більш	8	-	10 і більш	50	-	-	15 / -
	I	Р65 термозміцнені, I категорія якості	100	4 і більш	16	3 і більш	10 і більш	80	6 і більш	12	20 / 25
	II; Ш-а	Р65 (UIC60) термозміцнені, I категорія якості	100	3 і більш	20	3 і більш	10 і більш	100	6 і більш	12	20 / 25
	Ш-б	Р65 (UIC60) термозміцнені, II категорія якості	100	4 і більш	30	4 і більш	10 і більш	160	8 і більш	15	25 / 30
		Р65 (UIC60) старопридатні, I група придатності	100	6 і більш	30	5 і більш	12 і більш	160	10 і більш	15	25 / 30
	IV-а	UIC60 термозміцнені, I категорія якості; Р65 термозміцнені, III категорія якості	100	4 і більш	25	4 і більш	10 і більш	160	7 і більш	15	25 / 30
Примітки											
1 Інтенсивність виходу рейок (дефектні місця у плітях) та залізобетонних шпал за дефектами визначається як середня за останні три роки перед виконанням МК.											
2 Чисельник – для колії на залізобетонних шпалах; знаменник – для колії на дерев'яних шпалах											

Таблиця 3.12 – Критерії призначення ПКРК та КРК

Вид ремонту	Категорія колії	Характеристика рейок	Напряцьований тоннаж (термін служби ВБК), відсоток від нормативного	Основні критерії				Додаткові критерії				
				Інтенсивність виходу за дефектами, шт/км за рік, для колії				Сумарний вихід (за термін служби ВБК) у дефектні для колії				
				безстикової рейки (дефектні місця у плітях)	залізо-бетонні шпали	ланкової рейки	ланкової рейки (дефектні місця у плітях), шт/км	безстикової рейки (дефектні місця у плітях), шт/км	залізо-бетонні шпали, шт/км	ланкової рейки, шт/км	дерев'яні шпали, %/км	елементів скріплення, %/км
ПКРК	IV-б; V-а	P65 (UC60) старопридатні, I група придатності	100	7 і більше	35	6 і більше	15 і більше	200	12 і більше	20	25 / 30	
			100	8 і більше		7 і більше	15 і більше	15	12 і більше	25	25 / 30	
КРК	V-б	P50 незагартовані, II категорія якості	100	7 і більше	40	6 і більше	15 і більше	15	12 і більше	22	25 / 30	
		P65 старопридатні, I група придатності	100	8 і більше		7 і більше	15 і більше	12	12 і більше	22	25 / 30	
		P50 незагартовані, III категорія якості	100	8 і більше		7 і більше	15 і більше	25	12 і більше	30	25 / 30	
	VI-а	P65 старопридатні, I група придатності	100	8 і більше		7 і більше	15 і більше	25	25	12 і більше	30	25 / 30
		P50 незагартовані, III категорія якості	100	9 і більше		8 і більше	15 і більше	30	30	12 і більше	35	25 / 30
		P65 старопридатні	100	10 і більше		9 і більше	20 і більше	30	30	15 і більше	35	25 / 30
VII	P50 старопридатні UC60 старопридатні	100	10 і більше		9 і більше	20 і більше	30	30	15 і більше	35	25 / 30	
		100	10 і більше		9 і більше	20 і більше	30	30	15 і більше	35	25 / 30	
				КРК призначається до виконання начальником служби колії на основі заявки начальника дистанції колії								
Примітки												
1 Інтенсивність виходу рейок (дефектні місця у плітях) та залізобетонних шпал за дефектами визначається як середня за останні три роки перед виконанням МК.												
2 Чисельник – для колії на залізобетонних шпалах; знаменник – для колії на дерев'яних шпалах												

Таблиця 3.13 – Критерії призначення ПСРК та СРК

Вид ремонту	Категорія колії	Основні критерії		Додаткові критерії	
		Забрудненість щебеневого баласту, відсоток від маси	Кількість шпал з виплесками, % /км	Кількість непридатних, %/км	
				шпал	елементів скріплення
ПСРК	Ш1	30 і більш	3	3 / -	8 / 10
	I ;II;III-a	30 і більш	5	5 / 10	10 / 12
	IV-a	30 і більш	10	8 / 10	15 / 20
СРК	Ш1	30 і більш	3	3 / -	8 / 10
	I ;II;III-a	30 і більш	5	5 / 10	10 / 12
	III-б	30 і більш	8	8 / 12	12 / 15
	IV; V	30 і більш	10	10 / 15	15 / 20
	VI	30 і більш	15	15 / 20	20 / 25
	VII	СРК призначається до виконання начальником дистанції колії за узгодженням начальника служби колії			

Примітки:

1 Чисельник – для колії на залізобетонних шпалах; знаменник – для колії на дерев'яних шпалах.

2 Рівень забрудненості щебеневого баласту та кількість шпал з виплесками оцінюються у рік перед виконанням ремонту колії

Розрахунковий термін служби щебеневого баласту у напрацьованому тоннажі $T_{\text{бал}}$ на ділянці колії може бути встановлений за формулою

$$T_{\text{бал}} = \frac{D-d}{C_{\text{бал}}} \cdot K_{\text{ВБК}}, \quad (3.1)$$

де D – граничний рівень забрудненості щебеневого баласту, відсоток від загальної маси щебеню;

d – початковий рівень забрудненості щебеневого баласту при укладанні його під час ремонту колії, відсоток від загальної маси щебеню (при розрахунках приймається $d=5\%$);

$C_{\text{бал}}$ – інтенсивність забруднення щебеневого баласту, відсоток від загальної маси після напрацювання 1 млн т (таблиця 3.16);

$K_{\text{ВБК}}$ – коефіцієнт, що залежить від виду конструкції ВБК (для ЛК $K_{\text{ВБК}} = 1$; для БК $K_{\text{ВБК}} = 1,2$).

Таблиця 3.14 – Інтенсивність забруднення щебеневого баласту [10]

Вид баласту	Тип рейок	Інтенсивність забруднення щебеневого баласту $S_{\text{бал}}$, відсоток від загальної маси після напрацювання 1 млн т брутто, для ділянок, що розташовані на відстані від місць навантаження насипних вантажів		
		до 100 км	100-200 км	понад 200 км
Щебеневий	P65	0,24	0,16	0,13
	P50	0,44	0,29	0,23

Підставлення до формули (3.1) відповідного граничного значення рівня забрудненості щебеневого баласту дає змогу визначити орієнтовні терміни (міжремонтні норми) призначення ПСРК (СРК) (таблиця 3.15).

Таблиця 3.15 – Орієнтовні норми призначення суцільного очищення щебеневого баласту

Тип рейок та вид конструкції ВБК	Граничний рівень забруднення щебеневого баласту, %	Обсяг напрацьованого тоннажу, млн т брутто, для призначення суцільного очищення щебеневого баласту на ділянках, що розташовані на відстані від місць навантаження насипних вантажів		
		до 100 км	100-200 км	понад 200 км
P65 ЛК/БК	20	85 / 100	125 / 150	155 / 185
	25	105 / 125	155 / 185	190 / 240
	30	125 / 150	190 / 225	230 / 275
P50 ЛК/БК	20	45 / 55	70 / 85	90 / 105
	25	60 / 70	85 / 105	110 / 130
	30	70 / 85	105 / 125	130 / 155

Таблиця 3.16 – Критерії призначення КОРК та Вмаш

Вид ремонту	Категорія колії	Основні критерії		Додаткові критерії		
		Кількість відступів від норм утримання рейкової колії 2-го і 3-го ступеня, штук на 1 км	Забрудненість щебеневого баласту, відсоток від маси	Кількість непридатних, %/км		Кількість шпал з виплесками, % /км
				шпал	елементів скріплень	
КОРК	Ш1	30 і більш	До 30	До 3 / -	До 3	6 / 8
	I; II; III-а	35 і більш	До 30	4 / 6	До 3	8 / 10
	III-б	40 і більш	До 30	6 / 8	5	10 / 12
	IV; V	45 і більш	До 30	8 / 10	8	12 / 15
	VI	50 і більш	До 30	12 / 15	12	15 / 20
	VII	КОРК призначається до виконання начальником дистанції колії				
Вмаш	Ш1	20 і більш	До 30	до 3 / -	До 3	3 / 4
	I; II; III-а	25 і більш	До 30	до 3 / 4	До 3	4 / 5
	III-б	35 і більш	До 30	4 / 6	До 3	5 / 6
	IV; V	40 і більш	До 30	6 / 8	5	6 / 8
	VI	45 і більш	До 30	8 / 12	8	8 / 10
	VII	Вмаш призначається до виконання начальником дистанції колії				

Примітки:

1 Чисельник – для колії на залізобетонних шпалах; знаменник – для колії на дерев'яних шпалах.

2 Кількість відступів від норм утримання рейкової колії 2-го і 3-го ступеня (враховуються перекоси, осідання та відступи у плані рейкової колії) встановлюється за показниками вагона-колієвимірювача як середня за останні три місяці

Стрілочні переводи належать до складних технічних конструкцій ВБК, надійна робота яких суттєво впливає на пропускну спроможність залізничної лінії.

Як правило, стрілочні переводи укладаються в горловинах залізничних станцій (роздільних пунктів), де спостерігається нестационарний рух поїздів (режими гальмування, зрушення з місця, підвищення швидкості).

Досвід експлуатації стрілочних переводів (типових конструкцій) дав змогу визначити середні терміни служби їх основних складових частин (таблиця 3.17).

Таблиця 3.17 – Середній термін служби основних частин стрілочного переводу з рейками типу Р65 [9]

Складова частина стрілочного переводу	Марка переводу	Вид матеріалу брусів	Напрацьований тоннаж, млн т, для переводу, що укладений на колії	
			головній	приймально-відправній
Хрестовини з литим осердям	1/9	Дерев'яні	75	100
	1/9	Залізобетонні	65	90
	1/11	Дерев'яні	90	110
	1/11	Залізобетонні	80	100
Стрілки	1/11; 1/9	Дерев'яні	300	350
	1/11; 1/9	Залізобетонні	275	325

Примітка – при застосуванні хрестовин з рухомим осердям (з неперервною поверхнею кочення) термін служби стрілочного переводу збільшується до терміну служби стрілки

Критерії призначення модернізації та капітального ремонту стрілочних переводів наведені в таблиці 3.18.

Таблиця 3.18 – Критерії призначення модернізації та капітального ремонту стрілочних переводів

Категорія колії	Напрацьований тоннаж, відсоток від нормативного	Кількість непридатних брусів, % / перевід	
		залізобетонних	дерев'яних
Ш1; I; II; III-a; IV-a	100	3 і більш	5 і більш
III-б; IV-б; V; VI	100	5 і більш	20 і більш
VII	КРсп призначається начальником дистанції колії		

Примітки
 1 Нормативний тоннаж для призначення Мсп (КРсп) визначається відповідним документом.
 2 При меншій кількості непридатних брусів замість Мсп (КРсп) може бути виконана суцільна заміна металевих частин стрілочного переводу із заміною непридатних брусів

Критерії призначення середнього ремонту стрілочних переводів наведені в таблиці 3.19.

Середній ремонт стрілочних переводів, що експлуатуються в головних коліях, виконується, як правило, одночасно з комплексом робіт з ПСРК (СРК) на прилеглих ділянках перегонів.

Таблиця 3.19 – Критерії призначення середнього ремонту стрілочних переводів

Категорія колії	Основні критерії		Додаткові критерії	
	Забрудненість щебеневого баласту, відсоток від маси	Кількість брусів з виплесками, % / перевід	Кількість непридатних, %/перевід	
			брусів	елементів скріплень
Ш1; I ;II; III-а; IV-а	30 і більш	До 10	До 10	До 15
III-б; IV-б; V; VI	30 і більш	До 15	До 15	До 20
VII	СРсп призначається начальником дистанції колії			
Примітка – рівень забрудненості щебеневого баласту та кількість брусів з виплесками оцінюються у рік перед виконанням ремонту стрілочного переводу				

Критерій призначення суцільної заміни металевих частин стрілочного переводу (новими або старопритатними) – допустимі норми зносу металевих елементів стрілочного переводу в процесі експлуатації (таблиця 3.20).

Виконання цих робіт (суцільна заміна металевих частин) може поєднуватися із середнім ремонтом стрілочного переводу.

На головних коліях ділянок з певними експлуатаційними умовами (ділянки гальмування; ділянки з інтенсивним рухом поїздів; рухомий склад з підвищеним осьовим навантаженням та ін.) в межах ремонтного циклу може виконуватися суцільна заміна рейок на нові або на старопритатні. Ця робота призначається до виконання на окремих кілометрах ділянки у випадках:

а) коли сумарний вихід рейок за дефектами або інтенсивність їх виходу з ладу досягли встановлену норму ще до напрацювання нормативного тоннажу;

б) або коли знос рейок (на кілометрі; на всій протяжності ділянки) досяг граничної величини (таблиця 3.21).

Таблиця 3.20 – Допустимі норми зносу металевих елементів стрілочних переводів, що експлуатуються в головних коліях [19]

Металеві елементи переводу та вид їх зносу	Швидкість руху поїздів, км/год			
	пасажирські поїзди – 121-140	вантажні поїзди – 81-90	пасажирські поїзди – 101-120	пасажирські поїзди – до 100; вантажні поїзди – до 80
	Тип рейок Р65; UIC60		Тип рейок Р65; UIC60; P50	
Вертикальний знос, мм: рамні рейки	5	8	6	8
гостряки	5	8	6	8
осердя хрестовини (в перерізі 40 мм) і вусовики (в місці найбільшого зносу)	5	6	5	6
рейки з'єднувальних колій	6	9	10	10 (P50) 12 (P65; UIC60)
Боковий знос, мм: рамні рейки і гостряки (в місці найбільшого зносу)	5	8	6	8
рамні рейки проти вістря гостряків	5	6	6	6

При суцільній заміні рейок на ділянці виконуються (при необхідності) роботи супровідного характеру. Перелік та обсяг цих робіт, кількість елементів ВБК, що підлягають заміні, визначаються за результатами комісійного огляду технічного стану колії на ділянці.

Таблиця 3.21 – Допустимий знос рейок, що експлуатуються на головних коліях [19]

Умови експлуатації головної колії	Вид зносу рейок	Допустима величина зносу, мм, рейок типу	
		P65; UIC 60	P50
Головна колія на ділянках зі швидкістю руху пасажирських поїздів 121 – 140 км/год	Приведений знос головки	9	7
Головна колія на ділянках з $\Gamma > 10$ млн ткм брутто/км за рік і з швидкістю руху поїздів 120 км/год і менше		12	10
Головна колія на ділянках з $\Gamma < 10$ млн ткм брутто/км за рік		16	13
Головна колія на ділянках зі швидкістю руху пасажирських поїздів 121 – 140 км/год	Боковий знос головки	7	6
Головна колія на ділянках з $\Gamma > 10$ млн ткм брутто/км за рік		15	13
Примітки			
1 Приведений знос головки рейки = вертикальний знос + 0,5 бокового зносу.			
2 Вертикальний знос головки рейки лімітується її приведеним зносом.			
3 Перевищення вказаних величин по будь-якому виду зносу (приведеному, боковому або вертикальному) характеризує рейки як дефектні			

У кривих ділянках колії з відносно малим радіусом ($R \leq 650$ м) у процесі експлуатації спостерігається підвищений боковий знос рейок. Тому на таких ділянках у період ремонтного циклу виникає необхідність виконання додаткової суцільної заміни рейок (на нові або на старопридатні) з певною періодичністю (таблиця 3.22).

Таблиця 3.22– Кількість додаткових суцільних замін рейок у кривих ділянках колії

Категорія колії	Розрахункова потреба (протягом ремонтного циклу) додаткової заміни рейок у кривих з радіусом	
	351-650 м	350 м і менше
I	2 рази	3 рази
II; III	1 раз	2 рази
IV; V	-	1 раз

3.6 Міжремонтні схеми виконання ремонтно-колійних робіт

У проміжки між суміжними МК (ПКРК; КРК) на ділянці залізниці виконуються (у певній черговості й у відповідні терміни) ремонти ЗК інших видів (ПСРК; СРК; КОРК).

Схема, що визначає види ремонтів колії, черговість й терміни їх виконання на ділянці залізниці в межах ремонтного циклу («життєвого» циклу ВБК), розглядається як міжремонтна схема.

Міжремонтна схема складається для кожної дільниці залізниці з урахуванням її експлуатаційних умов і виду конструкції ВБК.

При складанні міжремонтної схеми виконання РКР для умов певної ділянки колії можуть застосовуватися такі її орієнтовні варіанти [17]:

- між суміжними модернізаціями колії:

МК – Вмаш – Вмаш – КОРК – СРК – Вмаш – КОРК – ПСРК – Вмаш – КОРК – МК;

- між суміжними посиленними капітальними ремонтами колії:

ПКРК – Вмаш – В маш – СРК – Вмаш – КОРК – СРК – Вмаш – КОРК – СРК – Вмаш – ПКРК;

- між суміжними капітальними ремонтами колії з використанням старопритатних матеріалів ВБК:

КРК – Вмаш – Вмаш – СРК – Вмаш – КОРК – СРК – Вмаш – КОРК – СРК – Вмаш – КРК.

3.7 Технічна паспортизація залізничної колії й споруд

Технічне обслуговування ЗК передбачає необхідність систематичного аналізу її стану, безперервного спостереження за змінами, що відбуваються в елементах конструкції колії, визначення основних тенденцій функціонування конструкції в процесі її експлуатації.

На конструкцію колії та інші залізничні споруди складається технічний паспорт установленої форми по кожній дистанції колії окремо.

Технічний паспорт є основним документом, у якому надається кількісна та якісна характеристика головних елементів КГ дистанції колії.

Технічний паспорт містить такі відомості, які щорічно оновлюються:

- схему дистанції колії й графік її адміністративного ділення;
- основні характеристики колійних пристроїв та облаштувань (земляного полотна з водовідвідними й укріплювальними спорудами; штучних споруд; залізничних переїздів; конструкції ВБК; засобів снігозахисту);
- дані про колійні та сигнальні знаки, негабаритні місця;
- відомості про колійні майстерні, колійні машини та механізми, лінійно-колійні будівлі.

Характеристика ВБК в технічному паспорті надається окремо по головних коліях, по станційних коліях і по коліях спеціального призначення (по під'їзних коліях).

Дані технічного паспорта використовуються (зокрема) для оцінки технічного стану конструкції колії при поточному плануванні РКР.

4 ПЛАНУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ РЕМОНТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

Загальні підходи до планування й організації ремонтів ЗК визначені відповідними нормативними документами, базовим серед яких є [15].

4.1 Загальні положення

У КГ здійснюється планування РКР трьох видів:

– стратегічне перспективне планування (на 5-6 років уперед і більшу перспективу) робіт з реконструкції, модернізації та капітального ремонту конструкції ЗК на основі нормативів періодичності їх призначення, аналізу динаміки розвитку процесу перевезень (зростання вантажонапруженості, швидкостей руху,

маси та довжини вантажних поїздів) і відповідності існуючої конструкції колії експлуатаційним умовам;

– оперативне перспективне планування (на 3 роки вперед) робіт з реконструкції, модернізації та капітального ремонту залізничної колії на основі нормативів періодичності заміни РШР і аналізу тенденцій зміни технічного стану ВБК;

– поточне планування (на черговий календарний рік) робіт з реконструкції, модернізації та капітального ремонту конструкції ЗК на основі аналізу її фактичного стану з урахуванням установлених критеріїв.

При плануванні РКР на черговий календарний рік здійснюється аналіз актів комісійних оглядів конструкції ЗК, результатів роботи технічних засобів діагностики колії, даних технічного паспорту дистанції колії та первинної документації околотків. При складанні поточних планів виконання РКР ураховується розподіл ділянок колії на категорії, віддаючи пріоритет більш високій категорії. Окрім того, з метою подовження термінів служби елементів ВБК та тривалості міжремонтного циклу в першу чергу повинні розглядатися регламентні РКР.

Плани основних РКР на поточний рік затверджуються керівництвом Укрзалізниці за поданням залізниць і погодженням з ЦП УЗ.

МК (ПКРК; КРК) призначається до виконання на ділянках, де напрацьований тоннаж (або термін служби ВБК у роках) досяг нормативної величини і технічний стан ВБК характеризується числовими значеннями основних критеріїв, що дорівнюють або перевищують встановлені (граничні) значення.

При однакових значеннях основних критеріїв до ремонту призначаються ділянки з більшим значенням додаткових критеріїв.

МК та ПКРК повинні виконуватися на ділянках протяжністю, як правило, не менше перегону з виконанням робіт у межах станції (станційної колії), інші види періодичних і регламентних РКР (залежно від фактичного стану ВБК) можуть виконуватися на ділянці меншої довжини (але не менше одного кілометра).

Довжина ділянки РКР, які виконуються, встановлюється розпорядженням ЦП УЗ або служби колії залізниці.

Значення характеристик фактичного технічного стану колії при призначенні до виконання МК (ПКРК) визначаються в середньому на кілометр перегону.

У випадках, коли на окремих кілометрах перегону ВБК має характеристики фактичного технічного стану такі, що перевищують установлені значення, а на інших кілометрах цього перегону показники фактичного технічного стану ВБК ще не досягли граничної величини, дозволяється за узгодженням з ЦП УЗ призначати до виконання МК (ПКРК) на цих окремих кілометрах перегону.

На станційних (під'їзних) коліях СРК, КОРК та суцільна заміна рейок призначаються до виконання, з огляду на фактичний стан ВБК на підставі результатів комісійного обстеження конструкції ЗК.

При призначенні ПКРК на ділянках колії V категорії з рейками першої укладки та КРК на ділянках, де при попередньому ремонті були укладені нові матеріали ВБК, слід керуватися нормами і критеріями, що встановлені для ділянок колії IV категорії.

Черговість і періодичність виконання регламентних РКР на певній ділянці протягом «життєвого» циклу ВБК визначаються відповідною міжремонтною схемою з урахуванням критеріїв призначення цих робіт.

При плануванні МК (ПКРК; КРК) для обґрунтування прийняття рішення щодо виконання РКР в умовах обмежених ресурсів ділянки колії (за черговістю виконання робіт) ранжуються на певні групи:

1-ша група – ділянки колії, де досягнуті чи перевищені значення всіх основних і додаткових критеріїв;

2-га група – ділянки колії, де досягнуті чи перевищені значення всіх основних і двох додаткових критеріїв – сумарна кількість виходу рейок і скріплень у дефектні за термін служби ВБК;

3-тя група – ділянки колії, де досягнуті чи перевищені значення всіх основних і одного додаткового критерію – сумарна кількість виходу рейок у дефектні за термін служби ВБК;

4-та група – ділянки колії, де досягнуті чи перевищені значення всіх основних і одного додаткового критерію – сумарна кількість виходу скріплень у дефектні за термін служби ВБК;

5-та група – ділянки колії, де досягнуті чи перевищені значення всіх основних критеріїв;

6-та група – ділянки колії, де досягнуті чи перевищені значення одного основного – інтенсивність виходу рейок у дефектні у рік перед виконанням ремонтних робіт – і двох додаткових критеріїв – сумарна кількість виходу рейок і скріплень у дефектні за термін служби ВБК;

7-ма група – ділянки колії, де досягнуті чи перевищені значення двох додаткових критеріїв – сумарна кількість виходу рейок і скріплень у дефектні за термін служби ВБК;

8-ма група – ділянки колії, де досягнуті чи перевищені значення одного основного критерію – нормативний напрацьований тоннаж (нормативний термін експлуатації ВБК в роках).

Щорічна потреба в МК (ПКРК; КРК) встановлюється при стратегічному й оперативному плануванні за діючими нормами періодичності заміни РШР.

РКР усіх видів здійснюються без виведення ЗК з експлуатації у «вікна», що надаються в графіках руху поїздів.

Ділянки залізниць, де планується виконання МК (ПКРК; КРК; Мсп), узгоджуються з ЦП УЗ, а ділянки колії, де передбачається виконання інших видів РКР – Управлінням залізниці за поданням служби колії.

МК (ПКРК; КРК) та реконструкція ЗК (РекЗК) виконуються за відповідною проектно-кошторисною документацією.

На ці періодичні РКР складаються проекти організації робіт, у яких, зокрема, встановлюються терміни їх виконання та порядок організації руху поїздів під час «вікна».

СРК (ПСРК; КОРК; Вмаш) виконуються за об'ємними відомостями та виконавчими калькуляціями, що розробляються виконавцем ремонтних робіт із затвердженням у службі колії залізниці.

Основні види РКР повинні виконуватися із застосуванням комплексів колійних машин за робочими технологічними процесами, які складаються на основі діючих типових

технологічних процесів з урахуванням місцевих умов ділянки колії, що підлягає ремонту.

Планування регламентних і першочергових робіт з ПУК на певній ділянці здійснюється на основі аналізу процесу розвитку деформацій та дефектів у конструкції ЗК.

Ділянки головної колії з простроченими термінами виконання МК підлягають обстеженню спеціальною комісією, склад якої встановлюється наказом начальника залізниці. Ця комісія залежно від технічного стану конструкції ЗК визначає умови подальшої її експлуатації та термін наступного обстеження.

Умови експлуатації ділянок колії з простроченими термінами виконання інших періодичних ремонтів визначаються службою колії залізниці під час проведення комісійного обстеження технічного стану конструкції ЗК на цих ділянках.

Матеріали ВБК, що укладаються в колію при її ремонтах, повинні відповідати діючим стандартам і технічним умовам.

Обсяг матеріалів ВБК, що укладаються в колію при ремонті певного виду, визначається з урахуванням установлених середніх норм витрат цих матеріалів [18].

По завершенню РКР здійснюється приймання відремонтованої ділянки колії згідно з встановленими правилами [20].

РШР і стрілочні переводи, що вилучені під час ремонту колії, доставляються на виробничу базу КМС і підлягають демонтажу з подальшим сортуванням елементів верхньої будови (на придатні до повторного укладання в колію без ремонту; на ті, що вимагають відповідного ремонту; на непридатні до укладання в колію взагалі).

Дозволяється укладання старопридатної колійної решітки із залізобетонними шпалами після її часткового ремонту (тобто РШР не підлягає повному демонтажу) на ділянках з малою вантажонапруженістю й на станційних коліях.

4.2 Проект організації ремонту залізничної колії

Такі ремонти колії, як МК, ПКРК, КРК та РекЗК, виконуються за відповідними проектами, при розробці яких ураховується таке:

- проект організації ремонту колії (ПОР) повинен витримувати установлений нормативним стандартом габарит наближення споруд;

- параметри плану і повздовжнього профілю ділянки залізничної лінії та конструкція ВБК, земляного полотна, штучних споруд і залізничних переїздів повинні відповідати вимогам діючих нормативних документів та враховувати вантажонапруженість дільниці, розрахункову довжину та масу (вагу) поїзда, осьове навантаження, установлену швидкість руху поїздів.

Підставою для складання ПОР є завдання на проектування, яке видає служба колії залізниці у такий термін:

- для виконання обстеження та складання індивідуальних проектів з ремонту земляного полотна і штучних споруд – за півтора року до початку ремонту;

- для розробки проекту – за рік до початку виконання ремонту колії.

ПОР розробляється на основі результатів натурної зйомки та обстеження залізничної ділянки, на якій планується виконання ремонту колії. При цьому використовуються матеріали, що характеризують експлуатаційні умови ділянки і систему її технічного обслуговування.

До складу ПОР, що розробляється для двоколійних перегонів, включається розділ з організації руху поїздів на період виконання РКР. У цьому розділі передбачаються організаційні та технічні заходи щодо забезпечення пропускної спроможності перегону, до яких належать: організація двостороннього пропуску поїздів по колії, що не підлягає ремонту; улаштування з'їздів між головними коліями на станціях (роздільних пунктах); улаштування тимчасових колійних постів (укладання тимчасового з'їзду) на перегоні; пропуск об'єднаних поїздів).

Для складних умов (значна інтенсивність руху поїздів; обмежені умови плану та профілю лінії; дільниці з приміським рухом) ПОР розробляється у два етапи:

- I етап – згідно з проектним завданням (від служби колії залізниці) складається графік проведення РКР з можливими варіантами виконання робіт;

- II етап – розроблений графік надається замовнику (службі колії залізниці) для узгодження одного з варіантів проведення РКР; після чого для обраного варіанта виконання РКР складаються відповідні робочі креслення.

Проекти на виконання МК (ПКРК; КРК; РекЗК) містять робочі креслення, ПОР та кошторисно-фінансову документацію.

До складу проектів на вищевказані види ремонтів колії входять такі документи:

- пояснювальна записка, яка містить характеристику конструкції ЗК (ВБК, земляного полотна, штучних споруд) та експлуатаційних умов ділянки, що підлягає ремонту; поздовжній профіль та план залізничної лінії; технічні параметри конструкцій ВБК, земляного полотна, штучних споруд і переїздів; пропозиції з організації виконання РКР на ділянки;

- покілометрова (зведена) відомість потреби у матеріалах ВБК;

- відомість обсягів основних і супутніх робіт на ділянці, що підлягає ремонту;

- відомість розрахункового підвищення рейок зовнішньої нитки в кривих ділянках колії;

- відомість пасажирських платформ;

- відомість обсягів робіт з ремонту переїздів;

- відомість негабаритних місць;

- директивний графік проведення РКР;

- план укладання рейкових плітей БК: пікетні відмітки початку та кінця пліті; номер та довжина пліті; пікетні відмітки ізолюючих рейкових стиків, що улаштовуються, та ін.;

- робочі креслення з ремонту земляного полотна та інші документи.

4.3 Загальні положення з експлуатації та ремонту земляного полотна

Земляне полотно та його споруди (ЗП) за міцністю, стійкістю та надійністю повинні задовольняти встановлені навантаження від рухомого складу та швидкості його руху залежно від умов експлуатації конструкції ЗК.

Поточне утримання ЗП полягає в систематичному контролі його стану, діагностуванні конструкції ЗП, встановленні причин появи несправностей ЗП та їх ліквідації, виконанні необхідних ремонтних робіт з метою забезпечення справного стану ЗП.

Обсяги і терміни виконання робіт з поточного утримання ЗП встановлюються з урахуванням сезонності та місцевих умов ділянки колії.

Перелік робіт з поточного утримання ЗП визначається діючими нормативними документами ЦП УЗ.

При виконанні МК (ПКРК; КРК) відповідні технологічні процеси повинні передбачати комплекс робіт із забезпечення стабільності основної площадки ЗП.

Капітальний ремонт ЗП виконується з метою відновлення його стабільності, міцності та експлуатаційної надійності. При цьому об'єктом ремонту є саме земляне полотно, кювети, канави, лотки, дренажі, підпірні стінки, берми та інші споруди, що забезпечують міцність і стійкість конструкції ЗП.

При капітальному ремонті ЗП передбачається виконання таких робіт:

- ліквідація всіх дефектів ЗП, що виникли в процесі його експлуатації та знижують експлуатаційну надійність конструкції;
- ліквідація деформацій і пошкоджень основної площадки ЗП, якщо вони не можуть бути усунені при виконанні МК (ПКРК; КРК);
- запобігання та ліквідація наслідків пошкоджень і руйнувань укосів, тіла та основи ЗП;
- відновлення та ремонт водовідвідних, дренажних, захисних та укріплювальних споруд;
- розширення земляного полотна та зменшення крутості укосів з приведенням їх до діючих технічних норм.

На ділянках з розвинутими деформаціями та пошкодженнями ЗП, які безпосередньо впливають на стабільність і надійність конструкції ЗП, капітальний ремонт ЗП повинен плануватись не пізніше ніж за рік до виконання МК (ПКРК; КРК) і в обов'язковому порядку включатись до загального комплексу РКР.

Система організації поточного утримання ЗП регламентується «Інструкцією з утримання земляного полотна залізниць України».

Поточне утримання ЗП виконують дистанції колії й безпосередньо бригади з ПУК.

На гірських, зсувних, розмивних, обвальних, карстових та інших складних ділянках поточне утримання ЗП покладається, як правило, на спеціалізовані бригади дистанції колії.

Систематичний нагляд, огляди, спеціальні обстеження й спостереження за технічним станом ЗП повинні відобразитись у відповідних формах технічної документації.

За даними перевірок та періодичних оглядів у технічному паспорті дистанцій колії вказуються ділянки ЗП, де спостерігаються відхилення від установлених норм по ширині полотна й крутості укосів, пучинні ділянки та ділянки з деформаціями основної площадки.

На підставі матеріалів технічного паспорта та результатів натурних оглядів і обстежень визначаються конкретні обсяги виконання робіт з ремонту ЗП.

На кожний об'єкт капітального ремонту ЗП розробляється відповідна проектно-кошторисна документація, яка може бути складовою частиною проекту на весь комплекс робіт з ремонту колії.

В окремих випадках, з дозволу начальника служби колії залізниці, допускається виконання капітального ремонту ЗП на підставі калькуляцій, які складені на основі встановленого обсягу робіт.

Капітальний ремонт ЗП, як правило, здійснюється спеціалізованими КМС та ремонтно-будівельними підрозділами залізниць.

На ділянках, що підлягають МК (ПКРК; КРК), роботи з ремонту основної площадки ЗП та водовідводів виконують спеціалізовані колони КМС.

4.4 Загальні положення з поточного утримання та ремонту штучних споруд

Планово-запобіжні роботи з утримання штучних споруд (ШС) поділяються на поточне утримання й капітальний ремонт.

Поточне утримання ШС спрямоване на запобігання появи несправностей в них та усунення дефектів, що виникли.

Поточне утримання ШС включає періодичні огляди споруд і виконання робіт, що забезпечують їх справний стан, а також спрямовані на подовження терміну служби елементів ШС.

Перелік робіт з поточного утримання ШС установлені в «Інструкції по утриманню штучних споруд».

Поточне утримання ШС здійснюється експлуатаційним штатом дистанції колії – бригадами з ПУК та спеціалізованими мостовими (тунельними) бригадами.

Капітальний ремонт ШС включає роботи, що спрямовані на оновлення елементів споруд, підтримання їх у працездатному стані.

Обсяги й терміни ремонту кожного окремого об'єкта встановлюються на основі результатів періодичних оглядів ШС, а також за даними натурних обстежень, які проводять мостовипробувальні станції залізниць.

Загальні плани капітальних ремонтів ШС розробляються залізницею і після погодження з ЦП УЗ затверджуються керівництвом Укрзалізниці.

Пооб'єктні плани капітальних ремонтів ШС визначаються керівництвом залізниці.

Капітальний ремонт ШС виконується згідно із затвердженими технічними рішеннями, проектами та кошторисною документацією.

Капітальний ремонт ШС здійснюють дистанції колії і спеціалізовані підрозділи залізниць – КМС, мостопоїзди.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Довідник основних показників роботи залізниць України (2002 - 2012 роки). Київ, 2013. 48 с.
- 2 Правила технічної експлуатації залізниць України : затв. наказом Міністерства транспорту України від 10.12.2003 р. № 962. Київ, 2003. 133 с.
- 3 Кулаев Ю. Ф., Корж В. Т., Будяева А. Ю. Проблемы эксплуатации малодеятельных линий и участков железных дорог Украины. *Залізничний транспорт України*. 2007. № 2. С. 28-31.
- 4 Штомпель А. М. Сучасні обсяги залізничних перевезень та їх вплив на умови роботи конструкції колії. Сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2011». Одесса, 2011. Т. 1: Транспорт. С. 27-32.
- 5 Штомпель А. М. Експлуатаційний вантажообіг залізниць та вантажонапруженість головної колії на сучасному етапі. *Научный взгляд в будущее*. Одесса : Куприенко С.В., 2017. Вып. 6, т. 2. С. 89-91.
- 6 Штомпель А. М., Чорний Ю. Я. Конструкція безстикової колії та експлуатаційний вихід за дефектами її елементів. *Зб. наук. праць*. Харків : УкрДАЗТ, 2010. Вип. 118. С. 152-156.
- 7 Штомпель А. М., Скорик О. О., Овчинников О. О. Проблема рівноресурсності елементів верхньої будови безстикової колії. *Сб. науч. тр. Sworld*. Иваново : Маркова АД, 2014. Вып. 3 (36), т. 1. С. 64-69.
- 8 Курган М., Курган Д., Хмелевська Н. Підготовка колії для підвищення швидкості руху поїздів. *Українська залізниця*. 2017. № 9-10 (51-52), С. 14-21.
- 9 Штомпель А. М. Колійне господарство : навч. посіб. Харків : УкрДАЗТ, 2012. 105 с.
- 10 Левченко В. Н., Рудюк А. С., Восковец Ю. А., Антоненко А. В. Эксплуатационная стойкость рельсов на железных дорогах Украины. *Залізничний Транспорт України*. 2008. № 1. С. 21-23.
- 11 Яковлев В. О. Вітчизняні заводи готові забезпечити залізницю колійними машинами. *Українські залізниці*. 2015. № 9-10 (27-28). С. 17-19.

12 Тулей Ю. Л. Планується створити незалежний підрозділ з діагностики технічного стану колій та споруд. *Українські залізниці*. 2016. № 12 (42). С. 21-23.

13 Управління колійним господарством залізниць : підручник : В.М. Астахов та ін. Харків : УкрДУЗТ, 2015. 210 с.

14 Довідник основних показників роботи залізниць України (1992 – 2002 роки). Київ, 2003. 39 с.

15 Положення про систему ведення колійного господарства на залізницях України. Е. І. Даніленко, М. І. Карпов, В. О. Яковлев та ін. Київ : Транспорт України, 2010. 67 с.

16 Умови гарантії якості нових залізничних рейок. Харків, 2007. 15 с.

17 Рейки залізничні старопридатні: ремонт, зварювання і використання старопридатних рейок. Київ : ТОВ «Швидкий рух», 2004. 64 с.

18 Середні норми витрат матеріалів і виробів на поточне утримання та ремонт колії й інших пристроїв колійного господарства залізниць України (ЦП-0123). Київ. 2005. 43 с.

19 Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць : ЦП – 0138. Київ : Транспорт України. 2006. 336 с.

20 Правила приймання робіт після виконання модернізації і ремонтів колії та її облаштувань : наказ Укрзалізниці від 23.12.2005 р. № 737-ЦЗ. Київ, 2006. 53 с.

КОЛІЙНЕ ГОСПОДАРСТВО

Конспект лекцій

Відповідальний за випуск Малішевська А. С.

Редактор Еткало О. О.

Підписано до друку 23.12.19 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 5,5. Тираж 30. 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.