

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗМЕЖУВАННЯ НАПРЯМКІВ ПАСАЖИРСЬКОГО ТА ВАНТАЖНОГО РУХУ ЗА КРИТЕРІЄМ ВИТРАТ НА УТРИМАННЯ ТА РЕМОНТ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ

Досліджено можливість переключення частки поїздів на паралельні ходи і оцінено витрати, пов'язані із застосуванням різних схем періодичності ремонтів колії при розмежуванні вантажного й пасажирського руху.

Ключові слова: розмежування вантажного й пасажирського руху, верхня будова колії, витрати на утримання та ремонт

Исследована возможность переключения части поездов на параллельные хода и оценены затраты, связанные с использованием различных схем периодичности ремонтов пути при разделении грузового и пассажирского движения.

Ключевые слова: размежевание грузового и пассажирского движения, верхнее строение пути, затраты на содержание и ремонт

The influence of increase of trains traffic speed on the expenses for maintenance and repair of the superstructure is considered.

Keywords: division of freight and passenger traffic, superstructure, expenses for maintenance and repair

Загальні положення. Постановка задачі

Суміщений рух пасажирських і вантажних поїздів негативно впливає на умови експлуатації і плавність руху, сприяє інтенсивному розладу верхньої будови колії. Переключення частки потоку вантажних поїздів на паралельний хід призводить до зміни витрат на ремонт колії, контактної мережі, іншої інфраструктури та періодичність цих ремонтів.

Питання розробки технічно обґрунтованих норм періодичності ремонтів колії досліджувалось в ряді робіт [1–3]. На сьогоднішній день потребує розв'язання задача в більш широкій постановці – тобто з урахуванням розмежування вантажного й пасажирського руху та зміни стану колії в часі в процесі експлуатації.

Під станом колії будемо розуміти імовірність безвідмовної її роботи в заданих умовах експлуатації [4]. Зміна стану колії буде відбуватися по-різному в залежності від умов експлуатації (рис. 1).

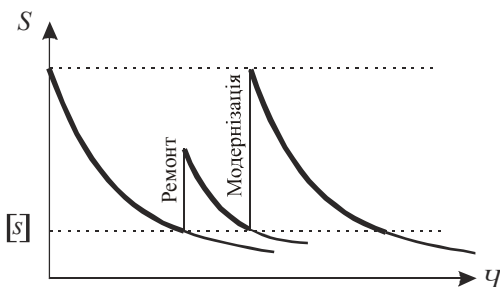


Рис. 1. Зміна стану об'єкта в часі за наявності ремонту або модернізації колії

Якщо розглядати подальше утримання ділянки у відповідності до встановлених швидкостей руху, то слід враховувати погіршення стану колії з часом. Звичайно, швидкість зміни стану колії буде залежати від умов експлуатації

$$S_i = f(V_i, \Gamma_i, q_i, \mathcal{C}_i), \quad (1)$$

де S_i – стан колії;

V_i – швидкість руху, км/год;

Γ_i – пропущений тоннаж по ділянці, млн т;

q_i – осьове навантаження, т/вісь;

\mathcal{C}_i – час експлуатації ділянки, роки.

Але стан колії, $S_i < [S]$ ще не означає, що її не можна експлуатувати. В залежності від зношеності елементів конструкції, відступів в утриманні колії може бути продовжена її подальша експлуатація, але з обмеженням швидкості руху. Характеристика технічного стану колії, що експлуатується з поступовим обмеженням швидкості показана жирною лінією на рис. 1.

Після часу експлуатації $\mathcal{C}_i = f(S_i = [S])$ виникає потреба в коштах на ремонт або модернізацію колії. Як видно з рис. 1, ремонт не забезпечує відновлення первісного стану колії. Початковий стан можна отримати тільки після проведення модернізації колії.

Відповідно до Положення ЦП-0113 при призначенні ремонтів може бути використана одна з міжремонтних схем [1], наприклад:

М – КОР – С – КОР – ПСР – КОР – С – КОР – М,

де М – модернізація колії;

КОР – комплексно-оздоровчий ремонт;

СР – середній ремонт;

ПСР – посилений середній ремонт;

М – модернізація колії призначається при пропущеному тоннажу 650...800 млн т брутто для повної заміни рейко-шпальної решітки на нову на коліях швидкісної, I-IV категорій з одночасним очищенням і поповненням щебеневого баласту. При модернізації колії крім безпосередньо колійних робіт передбачається виправлення колії в профілі та перебудову кривих в плані з встановленням проектних радіусів;

ПСР – посилений середній ремонт колії виконується на головних коліях швидкісної, I-IV категорій з залізобетонними шпалами і призначений для оздоровлення колії при пропущеному тоннажу 450...600 млн т брутто;

СР – середній ремонт колії виконується при забрудненості баласту 20 % на головних та станційних коліях і призначений для оздоровлення баластної призми за рахунок суцільного очищення щебеневого баласту або оновлення забрудненого баласту інших видів;

КОР – комплексно-оздоровчий ремонт колії виконується на головних і станційних коліях в проміжки між переліченими вище ремонтами і призначений для забезпечення рівнопружності підшпальної основи.

При комплексно-оздоровчому ремонті проводяться суцільна виправка і рихтування колії з використанням машинних комплексів, очищення забрудненого щебеню в місцях виплесків, заміна дефектних рейок, непридатних шпал, скріплень тощо.

Методика дослідження

Критерієм при визначенні раціональної схеми періодичності ремонтів колії може бути сумарний економічний ефект з урахуванням додаткових загально транспортних витрат залежних від колії [2].

Сумарний по роках розрахункового періоду економічний ефект \mathcal{E}_t визначається за формулою

$$\mathcal{E}_t = \sum_{t=t_n}^{t_k} (P_t - \mathcal{Z}_t) \eta_t, \quad (2)$$

де P_t – вартісна оцінка результатів здійснення заходів в році t розрахункового періоду;

\mathcal{Z}_t – величина витрат на реалізацію варіанту року t розрахункового періоду;

$$\eta_t = \frac{1}{(1 + E_n)^t} \quad (3)$$

η_t – коефіцієнт дисконтування різночасових витрат;

Соціально-економічна норма дисконту E_n характеризує мінімальні вимоги суспільства до ефективності проектів. Вона вважається національним параметром, повинна встановлюватися централізовано органами управління народним господарством України і бути ув'язаною з економічним і соціальним розвитком країни:

$$E_n = \frac{1 + \frac{E}{100}}{1 + \frac{P}{100}}, \quad (4)$$

де E_n – банківський депозитний відсоток у валюті України;

P – прогнозований рівень інфляції.

При $E = 21\%$ та $P = 10\%$ соціально-економічна норма дисконту E_n становитиме 0,1.

З огляду на рівність результатів прийняття різних варіантів при виборі оптимального, може використовуватись величина сумарних витрат [2], які розраховуються за формулою:

$$\sum_{t=t_n}^{t_k} \mathcal{Z}_t \eta_t = \sum_{t=t_n}^{t_k} (I_t + K_t) \eta_t, \quad (5)$$

де I_t – експлуатаційні витрати в році t ;

K_t – одноразові капітальні витрати в рік t з урахуванням повернення залишкової вартості основних фондів.

Експлуатаційні витрати (грн/км) включають наступні складові: I_{np} – вартість виконуваних проміжних ремонтів, I_{zp} – витрати на заробітну плату монтерам колії, зайнятих на поточному утриманні колії, I_{pc} – витрати на одиночну заміну рейок і скріплень з урахуванням їх вартості і витрат в зв'язку з наданням «вікон», $I_{шп}$ – витрати на одиночну заміну шпал, I_6 – витрати на поповнення баласту, I_{co} – витрати, зв'язані з подоланням сил опору руху поїзда, у частині залежної від стану колії, I_{ob} – витрати, викликані тривалими обмеженнями швидкості руху при виникненні дефектних місць у баластовому шарі (виплески, осідання тощо).

Розглянемо дві паралельні ділянки з суміщеним рухом вантажних та пасажирських поїздів, де вантажонапруженість брутто змінюється за приблизно однаковим законом, напри-

клад, $\Gamma_{до} = 0,053 \cdot t^2 + 1,728 \cdot t + 48,24$ (рис. 2). Після відхилення вантажних поїздів, що проходять транзитом на паралельний напрямок вантажонапруженість зменшилась приблизно вдві-

чі і змінюється за законом $\Gamma_{після} = 0,023 \cdot t^2 + 0,72 \cdot t + 20,1$ (рис. 2).

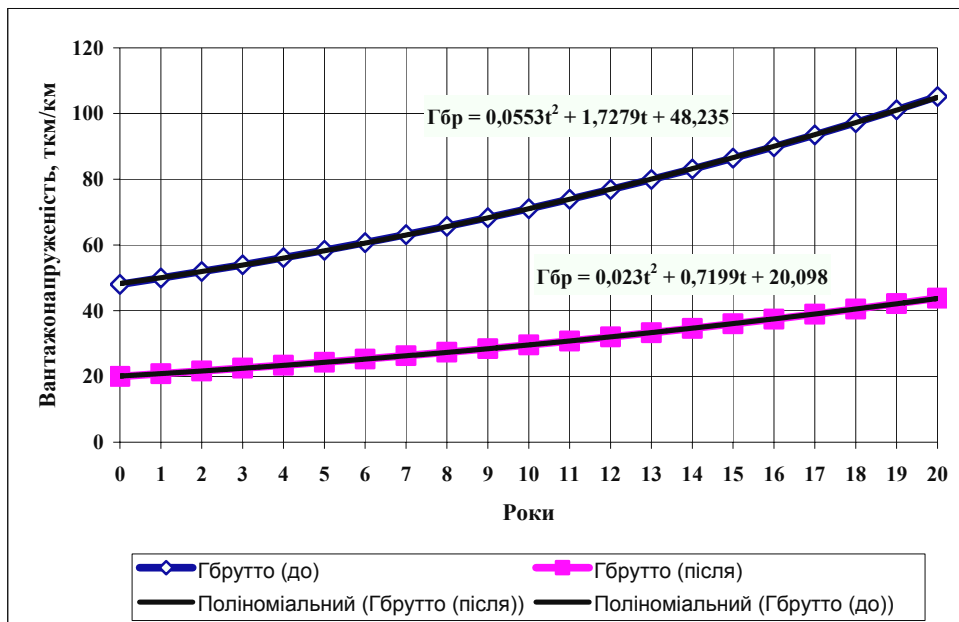


Рис. 2. Вантажонапруженість на ділянці (пасажирський хід) до і після відхилення транзитних поїздів на паралельний напрямок

До розмежування поїздопотоків при даних розмірах пропущеного тоннажу відповідно до рекомендацій [1] за двадцятирічний термін на обох паралельних ділянках слід провести по три модернізації колії, два середніх ремонта і чотири комплексно-оздоровчих (рис. 3, 4).

Після часткового переключення вантажопотоку на паралельний хід (вантажний напрямок), на пасажирському ході майже вдвічі зменшується пропущений тоннаж що призводить до, призначення на цьому напрямку всього двох модернізацій, одного середнього і двох комплексно-оздоровчих ремонтів (рис. 5, 6).

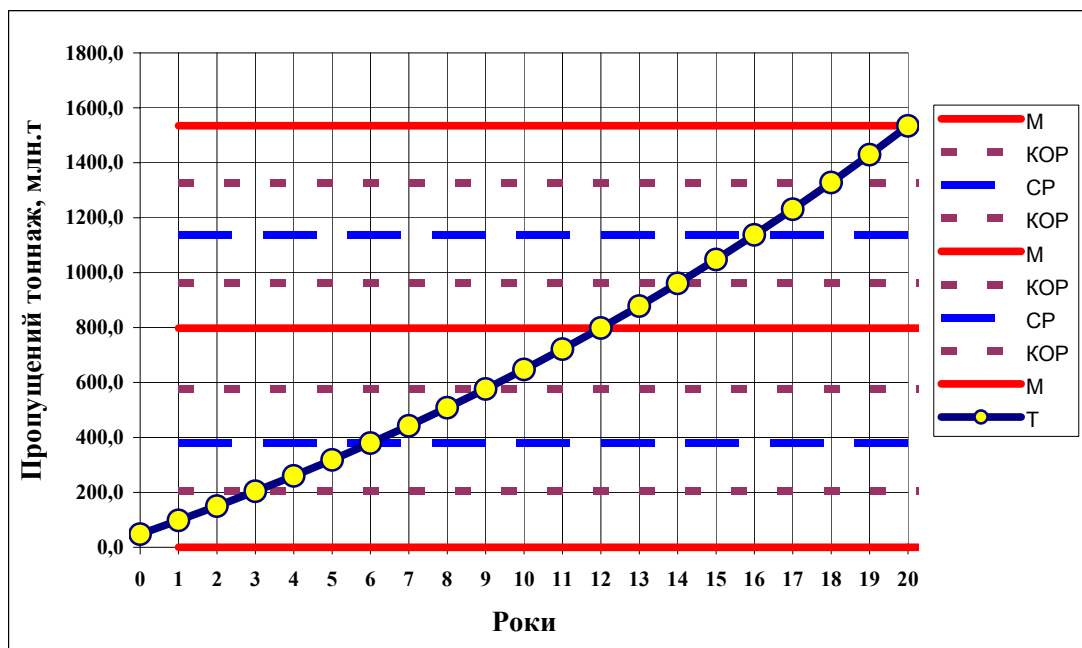


Рис. 3. Графік періодичності ремонтів до розмежування руху поїздів

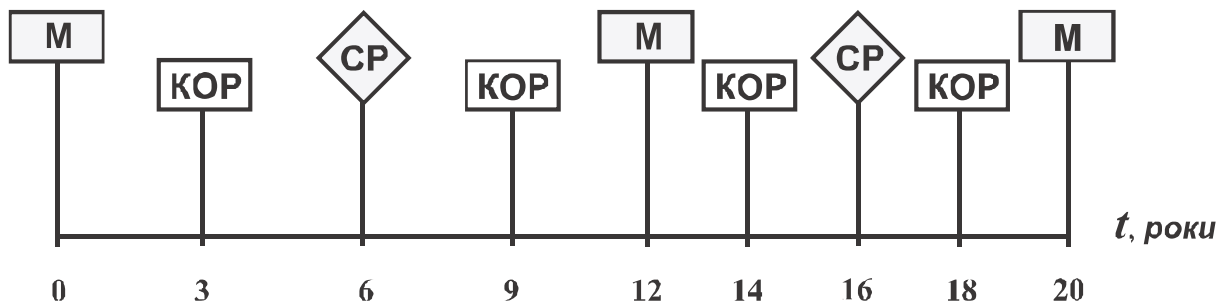


Рис. 4. Схема періодичності ремонтів до розмежування руху

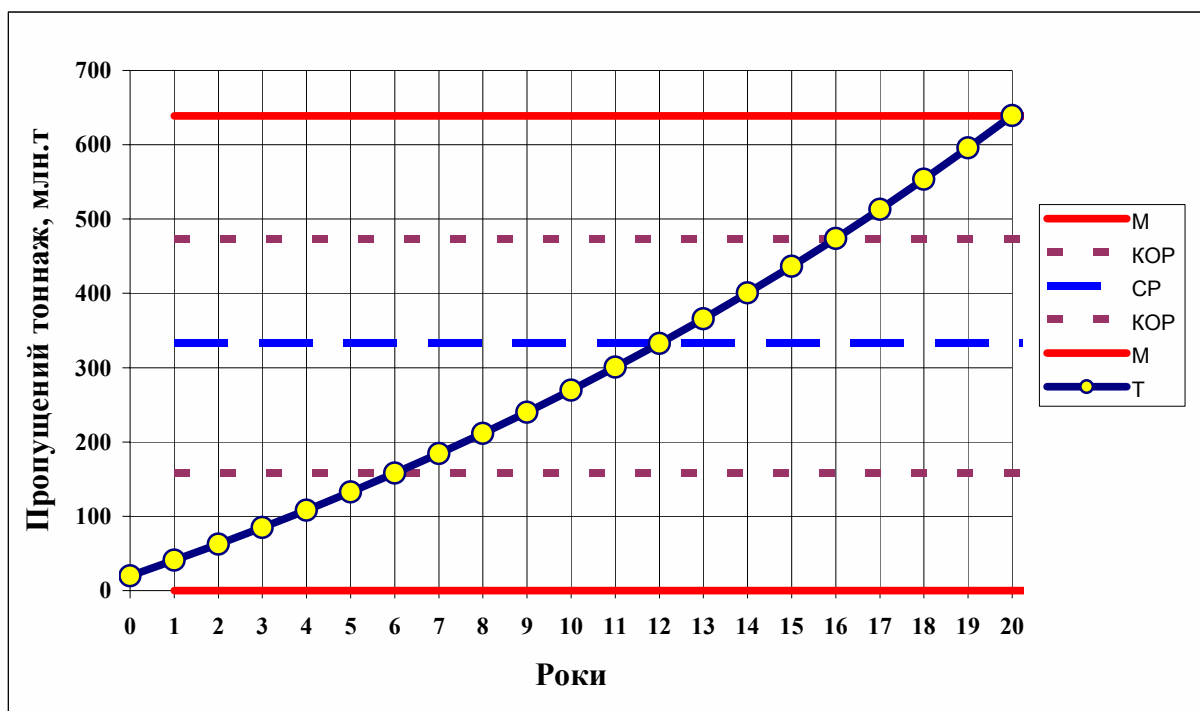


Рис. 5. Графік періодичності ремонтів після розмежування руху поїздів (пасажирський хід)

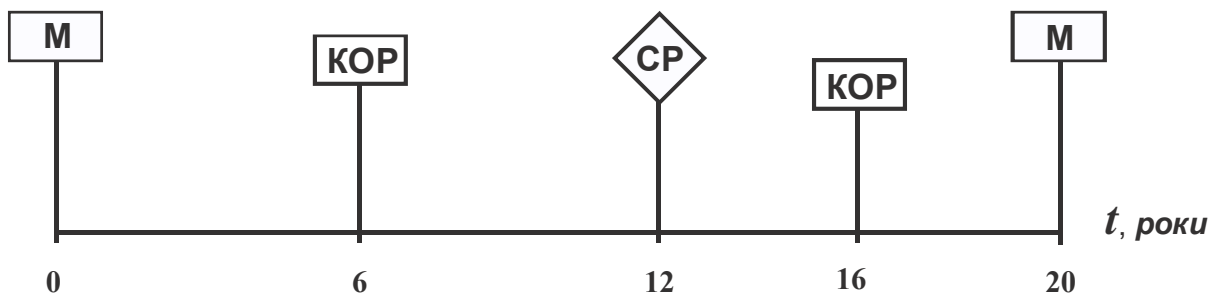


Рис. 6. Схема періодичності ремонтів після розмежування руху (пасажирський хід)

У той же час збільшення вантажнапруженості на вантажному ході призводить до того, що виникає необхідність призначити чотири модернізації за 20-річний період через 6...8 років. Таке зменшення строку між ремонтами дозволяє припустити, що між модернізаціями достатньо обмежитись комплексно-оздоровчими ремонтами колії (рис. 7, 8).

Як показав виконаний аналіз, після проведення ремонту щорічні експлуатаційні витрати

з часом зростають як на пасажирському, так і вантажному напрямках (рис. 9, 10).

Відповідно до формули (5) було виконано розрахунки сумарних витрат за вказаний період. Вартість ремонтів прийнята середньою за даними Львівської, Придніпровської залізниць і роботи [2] (табл. 1). Результати розрахунків наведено на рис. 11.

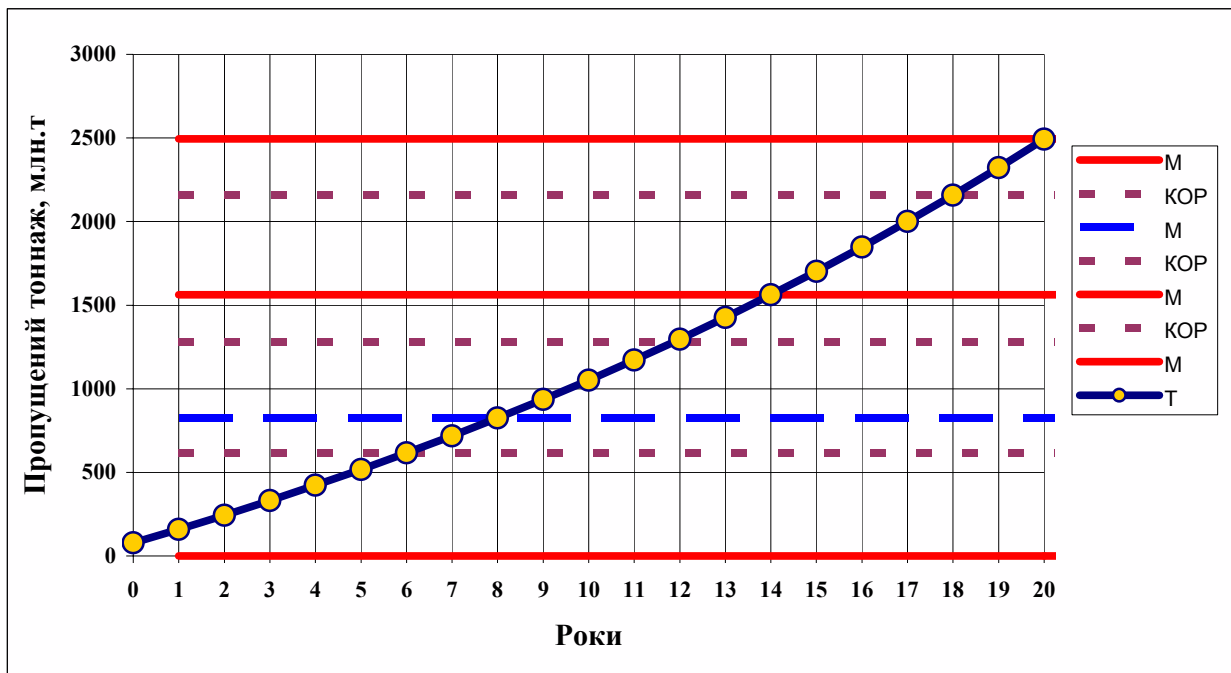


Рис. 7. Графік періодичності ремонтів після розмежування руху поїздів (вантажний хід)

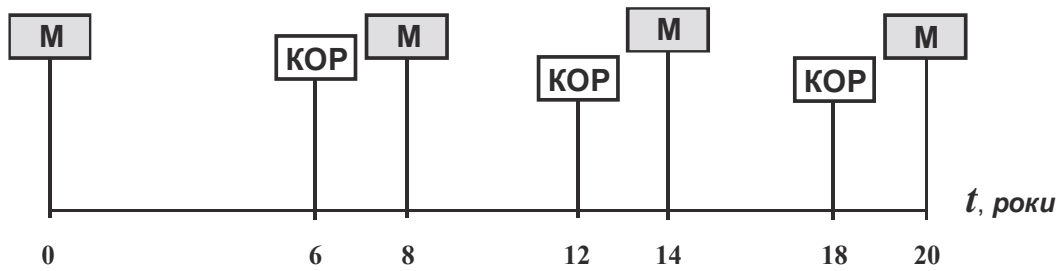


Рис. 8. Схема періодичності ремонтів після розмежування руху (вантажний хід)

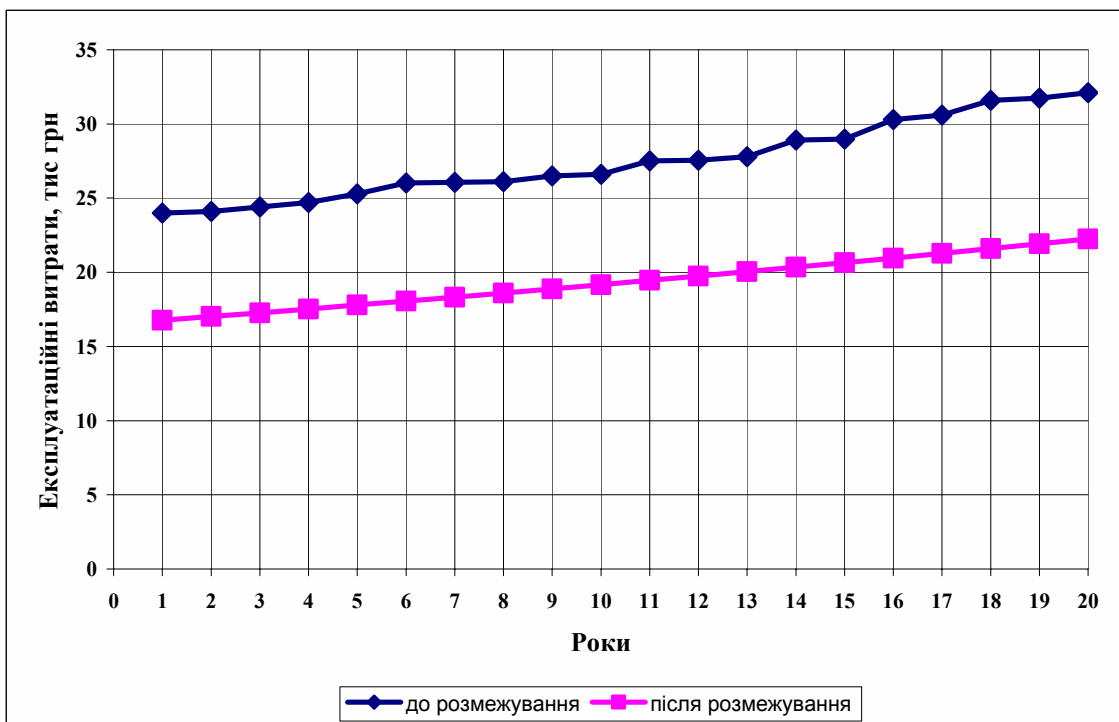


Рис. 9. Експлуатаційні витрати до і після розмежування руху (пасажирський хід)

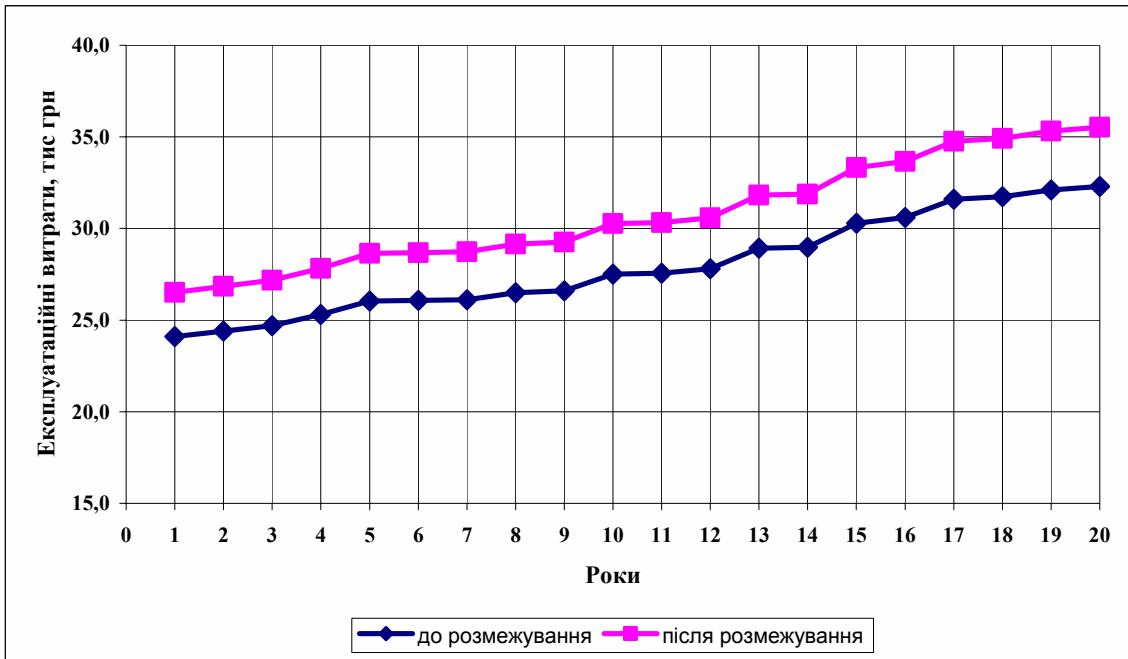


Рис. 10. Експлуатаційні витрати до і після розмежування руху (вантажний хід)

Таблиця 1

Вартість ремонтів колії

Вид ремонту	Вартість ремонтів (тис. грн.) за даними залізниць		
	Львівська	Придніпровська	УЗ
М	3050	3000	2875
СР	161	190	214
КОР	51,8	35	46

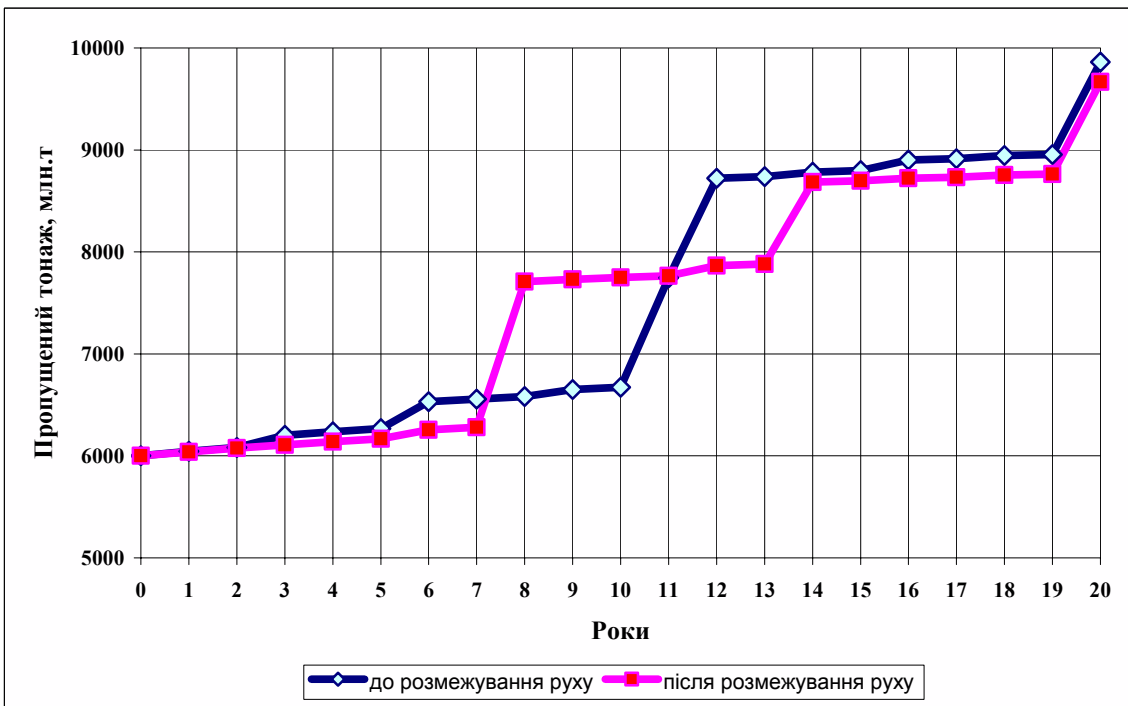


Рис. 11. Приведені витрати за двадцятирічний термін експлуатації до і після розмежування руху.

Отримані результати показують, що приведені витрати по двох паралельних напрямках приблизно однакові, але ж існуючі методики розрахунку не враховують багатьох факторів, що впливають на зменшення експлуатаційних витрат при розмежування вантажного та пасажирського рухів. Це, насамперед, скорочення кількості обгонів поїздів, що пов'язано зі зменшенням витрат на гальмування та зупинки, та підбір раціонального підвищення зовнішньої рейки в кривих. Тому у подальших дослідженнях планується розглянути вплив цих факторів для визначення ефективності запровадження спеціалізації напрямків за видами руху.

Висновки

Аналіз отриманих результатів дозволив зробити такі висновки:

1. Проблеми експлуатаційного і технічного характеру, що виникають при сумісному русі, пов'язані перш за все з розладами верхньої будови колії. Так, при переключенні поїздопотоків на паралельні ходи, змінюється інтенсивність руху вантажних і пасажирських поїздів та інші експлуатаційні параметри, що впливають на напружено-деформований стан колії, а отже на витрати, пов'язані з ремонтом і утриманням колії.

2. При розмежуванні вантажного й пасажирського руху слід визначати сумарний ефект по кожному напрямку окремо. Як показали розрахунки, за рахунок зниження осьового навантаження, зменшення напружень в елементах конструкції і кращих умов роботи колії періодичність призначення модернізації колії на пасажирських ходах становитиме 15...20 років проти 8...10 років на вантажнонапружених ділянках залізниць.

3. На ділянках пасажирського руху умови роботи колії покращуються за рахунок рівномірного навантаження обох рейкових ниток, що приводить до зменшення зносу колії і рухомого складу. Так як підвищення зовнішньої рейки в кривих встановлюється для пасажирських поїздів, то швидкість руху збільшується, що веде до скорочення часу і покращенню комфорту пасажирів.

4. На ділянках вантажного руху умови роботи колії покращуються за рахунок рівномірного

навантаження обох рейкових ниток, так як підвищення зовнішньої рейки в кривих встановлюється по швидкості вантажних поїздів,

5. На пасажирських і вантажних напрямках значно скорочується кількість обгонів поїздів, що призводить до зменшення експлуатаційних витрат, пов'язаних з гальмуванням, зупинками і розгоном поїздів, зменшується коефіцієнт зняття вантажних поїздів пасажирськими, що позитивно впливає на пропускну спроможність.

6. Запропонований підхід дозволяє враховувати можливість переключення частки поїздів на паралельні ходи і оцінити витрати, пов'язані з застосуванням різних схем періодичності ремонтів колії при розмежуванні вантажного й пасажирського руху.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України. ЦП-0113 [Текст]: Затв.: Наказ Укрзалізниці 10.08.2004 № 630-ЦЗ / Мін-во трансп. та зв'язку України. – К., 2004. – 32 с.
2. Проведення досліджень та розробка технічно обґрунтованих норм періодичності ремонтів та модернізації колії [Текст]: звіт про НДР / Дніпропетр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2009. – 40 с. – № ДР 0102U005874.
3. Баль, О. М. Підвищення ефективності ведення рейкового господарства за показниками надійності [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.06 / Дніпропетр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2007. – 236 с.
4. Харлан, В. І. Визначення допустимої швидкості руху поїздів з примусовим нахилом кузовів вагонів у кривих ділянках колії [Текст] / В. І. Харлан, Д. М. Курган, І. О. Бондаренко // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2007. – Вип. 18. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2007. – С. 71-74.
5. Урахування впливу поїздопотоків на залізничну колію при перерозподілі перевезень між паралельними ходами [Текст] / М. Б. Курган [та ін.] // Тези доп. 69-ї Міжн. наук.-практ. конф. «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (ДПТ). – Д., 2009. – С. 140.

Надійшла до редколегії 02.06.2010.

Прийнята до друку 23.06.2010.