

## ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД УСУНЕННЯ ОБМЕЖЕНЬ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДІВ, ЩО ЗУМОВЛЕНІ ПРОСТРОЧЕННЯМ РЕМОНТІВ

Наведено методику і результати досліджень ефективності усунення обмежень швидкості руху поїздів.

Изложены методика и результаты исследований эффективности устранения ограничений скорости движения поездов.

The technique and results of researches of efficiency of elimination of speed limitations of train movements are explained.

### Вступ

Сьогодні, з метою укріплення позицій залізничного транспорту на ринку транспортних послуг західні спеціалісти створюють спеціалізовані високошвидкісні лінії, по яким поїзда рухаються зі швидкістю 300 км/год та вище. Західний досвід показує, що пасажирів можна зацікавити лише створюючи систему конкурентоспроможних пасажирських перевезень, що передбачає: зменшення часу перебування в дорозі при забезпеченні повної безпеки, комфортності, зменшення впливу на навколишнє середовище та конкурентоспроможність вартості проїзду [1].

В Україні питання підвищення швидкості руху поїздів виникло досить давно і поступово розвивається. Але слід пам'ятати, що не завжди досвід західних спеціалістів можна застосовувати в умовах українських залізниць. Капітальні вкладення у будівництво високошвидкісних ліній досить великі та можуть виправдовуватися лише при наявності великих потенційних пасажиропотоків. До того ж це викликає певний ряд формальностей для отримання дозволу на дане будівництво, а ускладнення в забезпеченні фінансування викликають відстрочення в реалізації проектів [2]. А тому сьогодні необхідно не лише будівництво високошвидкісних магістралей але й, у першу чергу, підвищення швидкості руху поїздів на діючих лініях, що збудовані раніше за звичайними стандартами.

### Постановка задачі

Дана задача є достатньо складною і спеціалісти України пропонують такі заходи як перерозподіл поїздопотоків, оновлення парків рухомого складу, перевлаштування залізничних кривих та ін. Ці пропозиції повинні розглядати-

ся у комплексі. Але при вирішенні таких питань слід враховувати, що на залізницях України розповсюджене таке явище, як обмеження швидкості руху поїздів, що є значною перешкодою для підвищення швидкості. Так, наприклад, лише на Придніпровській залізниці ділянки з діючими обмеженнями складають понад 100 км, 37 % яких обмежують швидкість руху поїздів до 25 км/год. Причини обмеження досить різні: прострочені ремонти, деформації земляного полотна, шахтні підробітки, роботи в тунелях, складний план лінії та ін. Тому було б доцільно розглянути питання усунення обмежень швидкості руху поїздів.

Роботи з усунення обмежень швидкості руху вимагають чималих фінансових витрат. Саме тому при вирішенні поставленої задачі необхідно виділяти ділянки, на яких усунення обмеження швидкості руху призведе до найбільшого економічного ефекту.

### Методика дослідження

Дана робота виконувалась за декілька етапів. Першим з яких був аналіз та систематизація даних, розподілення обмежень за рівнем допустимої швидкості, довжиною та причиною виникнення. Далі було виділено обмеження, які найбільш розповсюджені на Придніпровській залізниці (оскільки саме на її прикладі розглянуто дану проблему) та мають найбільшу протяжність. При цьому досліджувалося, до яких напрямків належать ділянки обмеження швидкості та які умови на даних ділянках. У процесі дослідження виявилось, що більш зручно опрацьовувати дані, якщо поділити ділянки обмеження за відділеннями залізниці. Оскільки на напрямках різні значення середньодобового руху поїздів (вантажних, пасажирських та приміських) та різні маси рухомого складу. Напри-

клад, по напрямках, що відносяться до НОД-1 курсує найбільша кількість вантажних поїздів (і становить 45...49 % від загального обсягу вантажних перевезень по всій залізниці).

Найбільш розповсюдженими та найбільш протяжними на Придніпровській залізниці виявилися обмеження швидкості руху поїздів через невиконання ремонтів (прострочені кілометри): модернізація, капітальний та середній. Саме для таких обмежень швидкості визначалася ефективність від їх усунення.

В ході аналізу даних було визначено, що обмеження швидкості руху поїздів через прострочені ремонти характеризуються допустимою швидкістю 40 і 60 км/год та протяжністю 3...5 км. Середні вартості виконання ремонтів колії зведено до табл. 1, на основі якої підраховані витрати на усунення обмежень на ділянках довжиною 3, 4 і 5 км. Результати розрахунків зведено до табл. 2.

Таблиця 1  
Середні вартості виконання ремонтів колії (на листопад 2006 року)

| Найменування ремонтів колії | Одиниця виміру | Вартість, тис. грн |
|-----------------------------|----------------|--------------------|
| модернізація                | 1 км           | 1121               |
| капітальний                 | 1 км           | 680                |
| середній                    | 1 км           | 63                 |

Таблиця 2  
Орієнтовні вартості робіт з усунення обмежень швидкості на ділянках певної довжини (тис. грн)

| Найменування ремонту колії | Вартість робіт при довжині ділянки обмеження, км |      |      |
|----------------------------|--|------|------|
|                            | 3  | 4    | 5    |
| модернізація               | 3363   | 4484 | 5605 |
| капітальний                | 2040   | 2720 | 3400 |
| середній                   | 189  | 252  | 315  |

Таблиця 3  
Середній річний економічний ефект від зняття попередження з обмеження швидкості руху поїздів (тис. грн)

| Середньодобовий розмір руху поїздів, пар поїздів |      |       | Довжина ділянки обмеження (при $V_{обм} = 40$ км/ГОД), км |       |       | Довжина ділянки обмеження (при $V_{обм} = 60$ км/ГОД), м |      |      |
|--|------|-------|---|-------|-------|--|------|------|
| вантаж.  | пас. | прим. | 3   | 4     | 5     | 3  | 4    | 5    |
| 50   | 40   | 30    | 13335   | 14915 | 16494 | 8400   | 9102 | 9804 |
| 40   | 30   | 20    | 10320   | 11527 | 12734 | 6496   | 7032 | 7569 |
| 30   | 20   | 10    | 7305  | 8139  | 8974  | 4591   | 4962 | 5333 |
| 15   | 10   | 5     | 3652  | 4070  | 4487  | 2296   | 2481 | 2667 |

Як видно з табл. 3, лише при відносно невеликих середньодобових розмірах руху поїздів (15 – вантажних, 10 – пасажирських і 5 – приміських пар поїздів) витрати на роботи з усунення обмежень швидкості поїздів (коли мова йде про модернізацію або капітальний ремонт) перевищують економічний ефект від зняття цих обмежень.

При виконанні економічних розрахунків була застосована методика, що викладена у роботі [3]. Економічний ефект від зняття попередження швидкості руху поїздів досягається за рахунок зниження експлуатаційних витрат, на які впливають:

- зниження механічної роботи від гальмування і розгону та пов'язаних з цим витрат на паливно-енергетичні ресурси і ремонт рухомого складу і колії;
- скорочення часу знаходження поїздів на ділянках, та в зв'язку з цим зменшення витрат з утримання локомотивів і вагонів пасажирських поїздів.

Загальний річний економічний ефект від зняття попередження з обмеження швидкості руху поїздів на ділянці А–Б визначався за наступним виразом [3]:

$$\Delta C = e_e \cdot A_e + e_{п-год} \cdot \Delta_{пт}, \quad (1)$$

де  $e_e$  – ціна електроенергії 1 кВт-год., грн;

$e_{п-год}$  – укрупнена витратна ставка 1 поїздо-год, грн;

$A_e$  – зменшення витрат електроенергії на струмоприймачі, тис. кВт-год;

$\Delta_{пт}$  – зменшення часу знаходження поїзда на ділянці при знятті обмеження швидкості руху.

Зменшення витрат електроенергії визначалося для пасажирського, вантажного та приміського руху з урахуванням середньодобового руху поїздів, а також значеннями швидкості до і після зняття обмеження. А на їх основі визначалися річні економічні ефекти від зняття попереджень. Окремі результати розрахунків зведено до табл. 3.

На рис. 1 і 2 наведено графіки, які показують, у скільки разів середня економічна ефективність від зняття попереджень перевищує витрати на модернізацію чи капітальний ремонт, які необхідно виконати на ділянці певної довжини, при рівні допустимої швидкості 40 і 60 км/год відповідно.

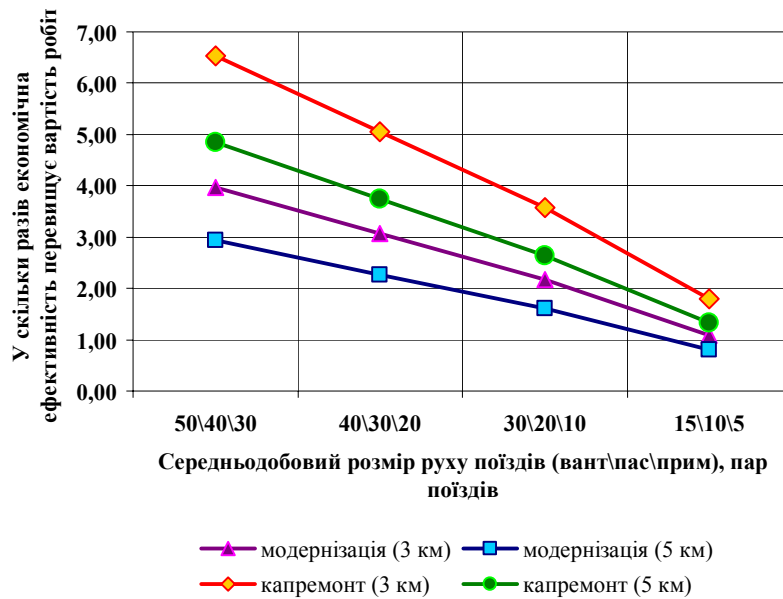


Рис. 1. Перевищення середньої річної економічної ефективності від зняття попереджень у порівнянні з вартістю ремонту ( $V_{обм} = 40$  км/год)

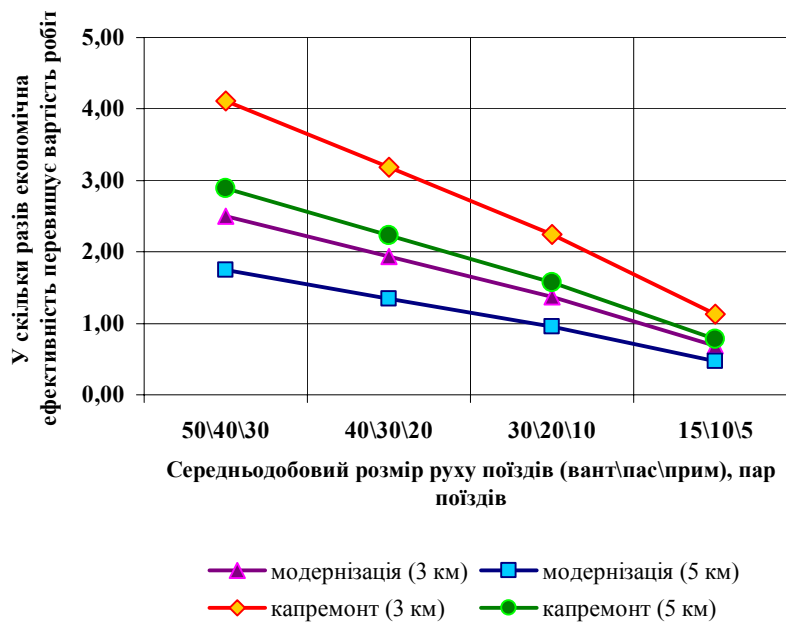


Рис. 2. Перевищення середньої річної економічної ефективності від зняття попереджень у порівнянні з вартістю ремонту ( $V_{обм} = 60$  км/год)

Більш детальні результати наведено у табл. 4, з аналізу якої видно, що найбільший ефект досягається при усуненні обмеження при простроченому середньому ремонті. Майже в усіх випадках виправдовуються витрати і на капітальний ремонт: середня річна економічна ефективність перевищує витрати на ремонт у 2,5...6,5 разів при швидкості, що обмежує рух 40 км/год; та у 1,5...4 рази при допустимій швидкості 60 км/год. Що стосується попереджень через невиконання модернізації, то їх

усунення вимагає більших витрат, які досить швидко виправдовуються лише на лініях з інтенсивними розмірами руху поїздів (вантажні – понад 30 пар поїздів, пасажирські – понад 20 і приміських – понад 10 пар поїздів за добу). Також спостерігається вплив від довжини ділянки обмеження (див. табл. 4): чим менша довжина ділянки обмеження, тим більша досягається різниця між вартістю ремонту та економічним ефектом від зняття попередження.

**Перевищення середньої річної економічної ефективності від зняття попереджень  
у порівнянні з вартістю ремонту**

| Середньодобовий розмір руху поїздів,<br>пар поїздів |      |       | Довжина ділянки обмеження<br>(якщо $V_{обм} = 40$ км/год), км |      |      | Довжина ділянки обмеження<br>(якщо $V_{обм} = 60$ км/год), м |      |      |
|---|------|-------|---|------|------|--|------|------|
| вантаж.   | пас. | прим. | 3   | 4    | 5    | 3  | 4    | 5    |
| модернізація колії                                  |      |       |   |      |      |  |      |      |
| 50  | 40   | 30    | 3,9   | 3,3  | 2,9  | 2,5  | 2,1  | 1,8  |
| 40  | 30   | 20    | 3,1   | 2,6  | 2,3  | 1,9  | 1,6  | 1,4  |
| 30  | 20   | 10    | 2,2   | 1,8  | 1,6  | 1,4  | 1,1  | -    |
| 15  | 10   | 5     | 1,1   | -    | -    | -  | -    | -    |
| 50  | 10   | 30    | 3,2   | 2,6  | 2,3  | 2,0  | 1,6  | 1,4  |
| 15  | 40   | 5     | 1,9   | 1,6  | 1,4  | 1,2  | -    | -    |
| 30  | 40   | 10    | 2,7   | 2,3  | 2,0  | 1,7  | 1,4  | 1,2  |
| капітальний ремонт                                  |      |       |   |      |      |  |      |      |
| 50  | 40   | 30    | 6,5   | 5,5  | 4,9  | 4,1  | 3,4  | 2,9  |
| 40  | 30   | 20    | 5,1   | 4,2  | 3,8  | 3,2  | 2,6  | 2,2  |
| 30  | 20   | 10    | 3,6   | 2,9  | 2,6  | 2,3  | 1,8  | 1,6  |
| 15  | 10   | 5     | 1,8   | 1,5  | 1,3  | 1,1  | -    | -    |
| 50  | 10   | 30    | 5,2   | 4,3  | 3,8  | 3,3  | 2,6  | 2,3  |
| 30  | 40   | 10    | 4,5   | 3,8  | 3,3  | 2,8  | 2,3  | 2,0  |
| середній ремонт                                     |      |       |   |      |      |  |      |      |
| 50  | 40   | 30    | 70,6  | 59,2 | 52,4 | 44,4   | 36,1 | 31,1 |
| 40  | 30   | 20    | 54,6  | 45,7 | 40,4 | 34,4   | 27,9 | 24,0 |
| 30  | 20   | 10    | 38,7  | 32,3 | 28,5 | 24,3   | 19,7 | 16,9 |
| 15  | 10   | 5     | 19,3  | 16,2 | 14,2 | 12,2   | 9,9  | 8,5  |
| 50  | 10   | 30    | 56,3  | 46,7 | 41,0 | 35,1   | 28,4 | 24,3 |

### Висновки

1. Середній річний економічний ефект від зняття попередження залежить від наступних факторів:

– довжини ділянки обмеження (при збільшенні довжини ділянки на 1 км економічний ефект збільшується на 15...20 %);

– рівня допустимої швидкості (чим менший рівень швидкості, що обмежує рух, тим більший економічний ефект). Якщо, наприклад, обмеження швидкості становлять 40 і 60 км/год, то економічний ефект у першому випадку буде більшим на 35...40 %;

– середньодобового розміру руху поїздів (зі зростанням інтенсивності розміру руху зростає й ефект від зняття обмеження). Наприклад, ефект від зняття попередження у двічі та більше разів перевищує вартість робіт при кількості вантажних поїздів не менше 30 пар, а пасажирських – не менше 20 пар за добу.

2. Якщо на ділянці діє обмеження швидкості руху через прострочений середній ремонт, то вартість виконання необхідних ремонтних ро-

біт у 8...70 разів менше за середній річний економічний ефект від зняття цього обмеження (в залежності від рівня допустимої швидкості та середньодобового розміру руху поїздів).

3. Усунення обмежень швидкості руху поїздів, що зумовлені простроченим капітальним ремонтом або модернізацією призводить до найбільшого економічного ефекту при наступних середньодобових розмірах руху поїздів: вантажних поїздів – не менше 30 пар поїздів, пасажирських поїздів – не менше 20 та приміських – не менше 10 пар поїздів.

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Шевчук З. Скоростное движение к Евро-2012 / Магистраль, № 36(1214), 16-22 травня 2007 р. – С. 4.
2. Rail International, 2002, № 5, р. 30 – 39. Повышение скорости движения поездов на обычных линиях.
3. Столична магістраль в цифрах і фактах: Довідник – О. М. Кривопішин, Г. Д. Ейтутіс. – К., 2006 – С. 102.

Надійшла до редколегії 13.09.07.