

УДК 625.11

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.173.2017.118419>

ЗБІЛЬШЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДІВ ІНТЕРСІТІ(+) ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ОБМЕЖЕНЬ

Канд. техн. наук Д. В. Шумик, магістрант М. В. Романова

УВЕЛИЧЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ИНТЕРСИТИ (+) ЗА СЧЕТ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОГРАНИЧЕНИЙ

Канд. техн. наук Д. В. Шумик, магістрант М. В. Романова

INCREASE SPEED TRAIN INTERCITY(+) BY REDUCING THE NUMBER LIMITATION

Cand. of techn. sciences D. V. Shumyk, master M. V. Romanova

На залізницях України параметри стану залізничної колії і низка інших причин призводять до потреби зниження швидкості щодо її максимального рівня. Особливо великі зміни швидкостей відбуваються на наявних лініях з інтенсивним рухом. Наявність «бар'єрних» місць практично на кожній залізниці спричиняє обмеження швидкості й потребує в кожному окремому випадку індивідуальних рішень. Підвищення швидкості руху пасажирських поїздів на основних напрямках — одна з техніко-економічних перспектив залізничної галузі, яка дасть змогу значно зменшити збитки від перевезень завдяки зменшенню часу обертання рухомого складу, залучити більшу кількість пасажирів та вивести з обігу певну частину морально та фізично застарілого рухомого складу.

Ключові слова: швидкість, рух, обмеження, поїзд, колія, криві, стрілочні переводи.

На железных дорогах Украины параметры состояния железнодорожного пути и ряд других причин приводят к необходимости снижения скорости относительно ее максимального уровня. Особенно большие изменения скоростей имеют место на существующих линиях с интенсивным движением. Наличие «барьерных» мест практически на каждой железной дороге вызывает ограничение скорости и требует в каждом отдельном случае индивидуальных решений. Повышение скорости движения пассажирских поездов на основных направлениях — одна из технико-экономических перспектив железнодорожной отрасли, которая позволит значительно уменьшить убытки от перевозок за счет сокращения времени обращения подвижного состава, привлечь большее количество пассажиров и вывести из оборота определенную часть морально и физически устаревшего подвижного состава.

Ключевые слова: скорость, движение, ограничение, поезд, путь, кривые, стрелочные переведы.

On the railways of Ukraine, the parameters of the state of the railway track and a number of other reasons lead to the need to reduce the speed relative to its maximum level. Especially large changes in speeds take place on existing lines with intensive traffic. The presence of "barrier" places on almost every railway causes speed limits and requires individual solutions in each individual case. To solve the problem of reducing the number of "barrier" places in this work, the reasons that necessitated the introduction of train speed limits have been analyzed. Increasing the speed of passenger trains in the main directions is one of the technical and economic prospects of

the industry, which will allow to significantly reduce traffic losses by reducing the rotational speed of the rolling stock, attracting more passengers and withdrawing from the circulation a certain part of the morally and physically obsolete rolling stock.

Keywords: speed, motion, limitation, train, railway track, curves, turnout.

Вступ. Як показує європейський досвід пасажирських перевезень, досягнення комерційного успіху полягає у забезпеченні комфортної, безпечної подорожі і своєчасного прибуття до місця призначення клієнтів.

Підвищення й оптимізація швидкості руху поїздів належать до пріоритетних цілей УЗ. Швидкісний рух пасажирських поїздів дає змогу зменшити витрати часу пасажирів на поїздку і таким чином підвищити якість транспортних послуг. Завдяки цій та іншим перевагам проти інших видів транспорту швидкісні й високошвидкісні напрямки руху стають економічно й екологічно чистою складовою частиною світової транспортної системи [1].

Але швидкості руху поїздів по Україні загалом, особливо пасажирських, не відповідають вимогам міжнародних залізничних ліній за своїм технічним станом і насамперед у частині колійного господарства.

Протягом кількох років в Україні експлуатуються швидкісні поїзди типу Інтерсіті(+), але поки що їх курсування не є ефективним, оскільки цей рух пасажирських поїздів не є масовим. Перехід на перевезення пасажирів поїздами Інтерсіті(+) стримується недостатньою кількістю швидкісних поїздів, незручним графіком, високою вартістю проїзду й значною тривалістю поїздки до деяких міст України. Перелічені фактори негативно впливають на впровадження швидкісного руху в Україні й на попит користування ними на транспортному ринку пасажирських перевезень. Сучасний ринок пасажирських транспортних послуг потребує значної швидкості руху, оскільки пасажирів бажають подорожувати в межах України не більше 6 год. На сьогодні сучасні залізничні швидкісні перевезення

не відповідають таким вимогам і на деяких напрямках руху почали програвати на транспортному ринку літакам бюджетних компаній та автобусам класу Люкс.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми підвищення швидкості пасажирських залізничних перевезень в Україні останнім часом широко висвітлюються у працях вітчизняних та іноземних учених, а саме: П. С. Анисимова [1], Г. М. Кірпи [2], І. П. Кисельова [9], О. О. Матвієнка, В. І. Ангелейка, Е. І. Даніленка [11], В. Л. Диканя [14], Є. М. Сича [15] та ін.

І до сьогодні багато аспектів зазначеної проблематики залишаються невирішеними. Але аналіз закордонного досвіду впровадження високошвидкісного руху поїздів дає можливість зробити узагальнені висновки щодо визначення основних експлуатаційно-технічних параметрів залізничної колії і технічних аспектів в експлуатації та розвитку ВШМ на залізницях України.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є вибір раціональних заходів зі зменшення обмежень швидкості, зумовлених станом залізничної колії, що передбачає встановлення раціональної послідовності усунення обмежень швидкості руху поїздів при мінімальних інвестиціях.

Виклад основного матеріалу. Зважаючи на досвід європейських залізниць, а саме їх історію, зміцнення конкретних позицій авіаційного та автомобільного транспорту на ринку транспортних послуг на початку 80-х років XX сторіччя в державах Західної Європи призвело до зменшення обсягів вантажних і пасажирських перевезень залізницею. Тому порушили питання, яким чином зміцнювати конкурентні позиції залізниць на

транспортному ринку. Ефективним заходом стало створення на підставі досвіду Японії високошвидкісних магістралей (ВШМ).

Першу швидкісну лінію в Європі було побудовано у 1981 році. Вона з'єднала Париж та Ліон. Європейські держави почали працювати над створенням ВШМ. Їх можна умовно поділити на три групи за характерними ознаками розвитку систем:

— в Іспанії система ВШМ повністю ізольована від іншої мережі залізниць;

— у Франції будуються нові ВШМ у складі загальної мережі залізниць;

— у Німеччині та Італії здійснюється комплексна реконструкція залізничних напрямків, яка передбачає будівництво високошвидкісних дільниць у поєднанні з модернізацією і спрямленням наявних ліній для організації високошвидкісного руху [2].

Створення швидкісних залізничних магістралей вимагає принципово нових підходів до забезпечення безпеки функціонування залізниць як комплексної системи. Високий рівень безпеки досягається, зокрема, повним

відокремленням від інших шляхів сполучення. Це включає вартісні витрати на такі заходи: відчуження земельних ділянок, які перебувають у власності та/або у користуванні фізичних або юридичних осіб, земельні та будівельні роботи, будівництво штучних споруд (мости, шляхопроводи, віадуки), верхньої будови колії, пристрої енергопостачання, системи сигналізації та телекомунікації [3, 4].

Але в цілому по мережі залізниць швидкості руху поїздів невисокі, винятком є напрямки Київ – Харків, Київ – Дніпропетровськ, Київ – Одеса, Київ – Львів (рис. 1) [5].

Маршрутна швидкість руху пасажирських поїздів на основних напрямках становить 55-65 км/год порівняно з країнами Західної Європи (рис. 2). Завдяки підвищенню швидкості руху поїздів залізничний транспорт ЄС має перевагу перед авіа- та автотранспортом на відстані перевезень 250-500 км і на рівних конкурує з авіаційним транспортом на відстані перевезень 500-1000 км.



Рис. 1. Схема руху поїздів Інтерсіті(+)

У 2002 році відбулася значна подія в історії залізниць України – був запущений у постійну експлуатацію перший прискорений поїзд в Україні – «Столичний

Експрес», який з'єднав два найбільших міста України – Харків та Київ. Цій події передувала велика робота, до якої причетні багато організацій та окремі фахівці. Для

пуску прискореного поїзда необхідно було насамперед підготувати інфраструктуру та рухомий склад (локомотиви і вагони). З того часу в Україні з'явився новий вид пасажирських поїздів — денні прискорені

поїзди, які стали популярними серед пасажирів. Це дало змогу продовжити роботу з упровадження таких поїздів на УЗ та під час проведення Євро-2012 запустити в експлуатацію Інтерсіті(+) [6].

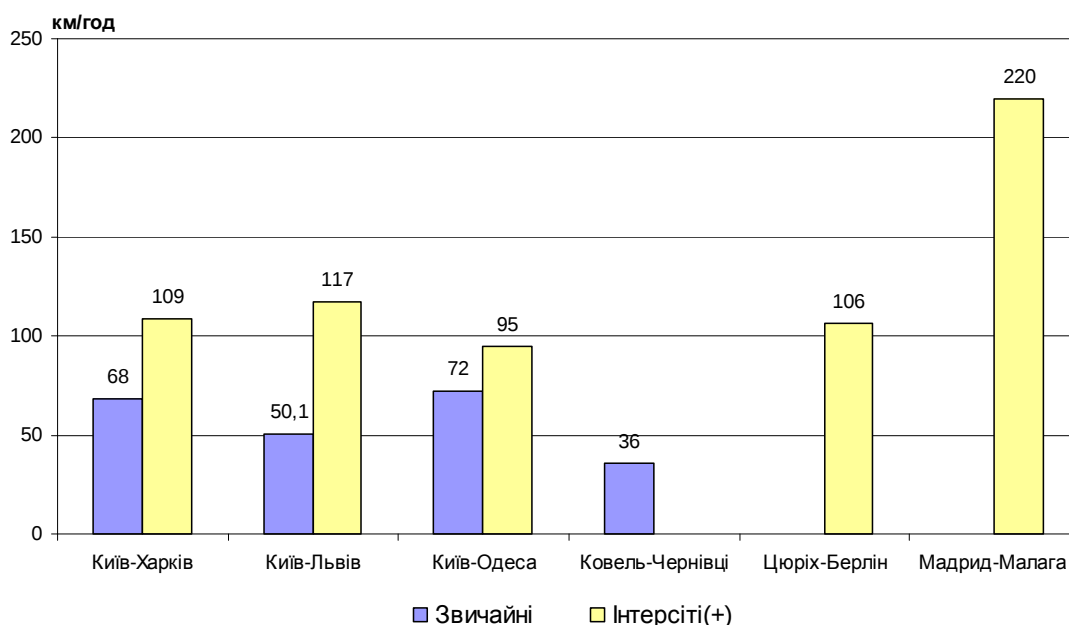


Рис. 2. Середня швидкість поїздів України та ЄС

Ефективність підвищення швидкості руху поїздів характеризується економією не тільки вагоно-годин, але й локомотиво-годин, бригадо-годин, економією або додатковою витратою механічної роботи локомотива на тягу поїздів. Швидкість пов'язана з низкою складних факторів механіки руху, тому ефект різний залежно від способу її підвищення.

Дільнична швидкість може бути підвищена трьома способами, застосованими спільно або роздільно:

- скороченням тривалості стоянки поїздів на проміжних станціях без зміни кількості зупинок;
- зменшенням кількості зупинок при тій же або меншій тривалості кожної стоянки;
- підвищенням ходової швидкості без зміни або з одночасним скороченням кількості і тривалості зупинок поїздів.

Так само збільшення середньої ходової швидкості на напрямку може бути досягнуто підвищенням швидкості прямування на робочій і неробочій частині профілю колії.

Ці способи, забезпечуючи навіть однакове прискорення обороту вагонів, дають різний економічний ефект, який визначається різними витратами, пов'язаними з їх здійсненням.

На першому етапі впровадження високошвидкісного руху час у дорозі пасажирських поїздів зменшували як за рахунок скорочення тривалості зупинок, так і за рахунок зменшення кількості зупинок на шляху прямування. Але цей ресурс зменшився до мінімально можливих величин (Львів — Київ — 3 зупинки з тривалістю від 6 до 12 хв та 4 зупинки по 1 хв або Харків — Київ — 2 зупинки по 2 хв).

Тому удосконалення швидкісного руху полягає не тільки в зменшенні кількості зупинок n та часу t_z на проміжних станціях, а й у підвищенні ходової швидкості руху поїзда [7].

Однак проблему підвищення швидкості руху поїздів і шляхи її вирішення звичайно по-різному розуміють інженери, науковці і керівники залізниць. Частково це пов'язано з тим, що на залізничному транспорті використовується кілька основних понять швидкості руху рухомого складу як функцій шляху S : допустима $V_d(S)$, фактична $V_f(S)$ або визначена тяговим розрахунком $V_p(S)$, а також декілька показників середньої швидкості руху поїздів певних категорій по дільниці, лінії, напрямку або виділеному полігоні (середня допустима $V_{д.ср}$, ходова V_x , технічна V_t , дільнична $V_{д.л}$ та маршрутна V_m).

Швидкість поїзда $V_p(S)$ розраховується при максимальному використанні потужності тягових засобів, але з урахуванням неперевищення її допустимої величини, установленої для руху поїздів відповідної категорії. У зв'язку з цим для залежностей швидкості руху поїзда від пройденого шляху справедливе врівноваження $V_d(S) \geq V_p(S) \geq V_f(S)$. При цьому допустима швидкість, установлена для руху тієї чи іншої категорії поїздів, є первинною щодо розрахункової швидкості. Зі свого боку, розрахункова швидкість є цільовим орієнтиром для руху поїздів. Виключаючи проміжну ланку в наведеній залежності, не важко встановити, що допустимі швидкості руху поїздів не тільки є первинними і визначають розрахункові швидкості, але й суттєво визначають фактичні швидкості руху поїздів.

Будь-який з показників середньої швидкості руху поїзда математично може бути поданий відповідним функціоналом. Так, середня допустима і фактична швидкість руху може бути визначена таким чином:

$$V_{д.ср} = \left(\int_0^{S_K} V_d(S) dS \right) / S_K, \quad (1)$$

$$V_{ф.х} = \left(\int_0^{S_K} V_f(S) dS \right) / S_K = \frac{S_K}{T_{ф.х}}, \quad (2)$$

де S_K – повна довжина шляху, пройденого поїздом, км;

$T_{ф.х}$ – фактичний час руху поїзда по дільниці (лінії, напрямку) при безупинному проходженні роздільних пунктів, год.

Так само за розрахунковим часом ходу поїзда по ділянці (лінії, напрямку) під час невинного проходження роздільних пунктів визначається і розрахункова ходова швидкість.

Для розглянутих показників середньої швидкості поїздів справедливе співвідношення $V_{д.ср}(S) \geq V_{р.х}(S) \geq V_{ф.х}(S)$.

Аналогічно визначаються й інші показники середньої швидкості руху поїзда залізничним районом, лінією або напрямком [8].

Вирішення питання підвищення швидкості руху поїздів безпосередньо пов'язане з усуненням «бар'єрних» місць. «Бар'єрне» місце означає ділянку чи об'єкт, проходження яких потребує зменшення швидкості руху поїзда. При цьому особливої гостроти набуває проблема підвищення ефективності заходів зі зменшення обмежень і встановлення раціональної послідовності виконання робіт з їх усунення.

Розглянемо поширення обмежень швидкості на дослідному напрямку залізниці загальною відстанню 110 км (рис. 3). Цей напрямок можна умовно поділити на 44 ділянки; 29 ділянок з наявністю «бар'єрних» місць та 15 без них. Для всіх ділянок було визначено такі показники, як відстань, установлені швидкості пасажирських поїздів та бажана середня швидкість (для руху поїздів Інтерсіті(+)). Перелічені показники визначали при наявних обмеженнях швидкості руху поїздів, а також за умови їх скасування або реконструкції. Зважаючи на характеристики ділянок з обмеженнями швидкості, установлено, що збільшення витрат на паливно-енергетичні ресурси відбувається через вплив характеристик профілю та місць розташування ділянок обмеження упродовж перегону.

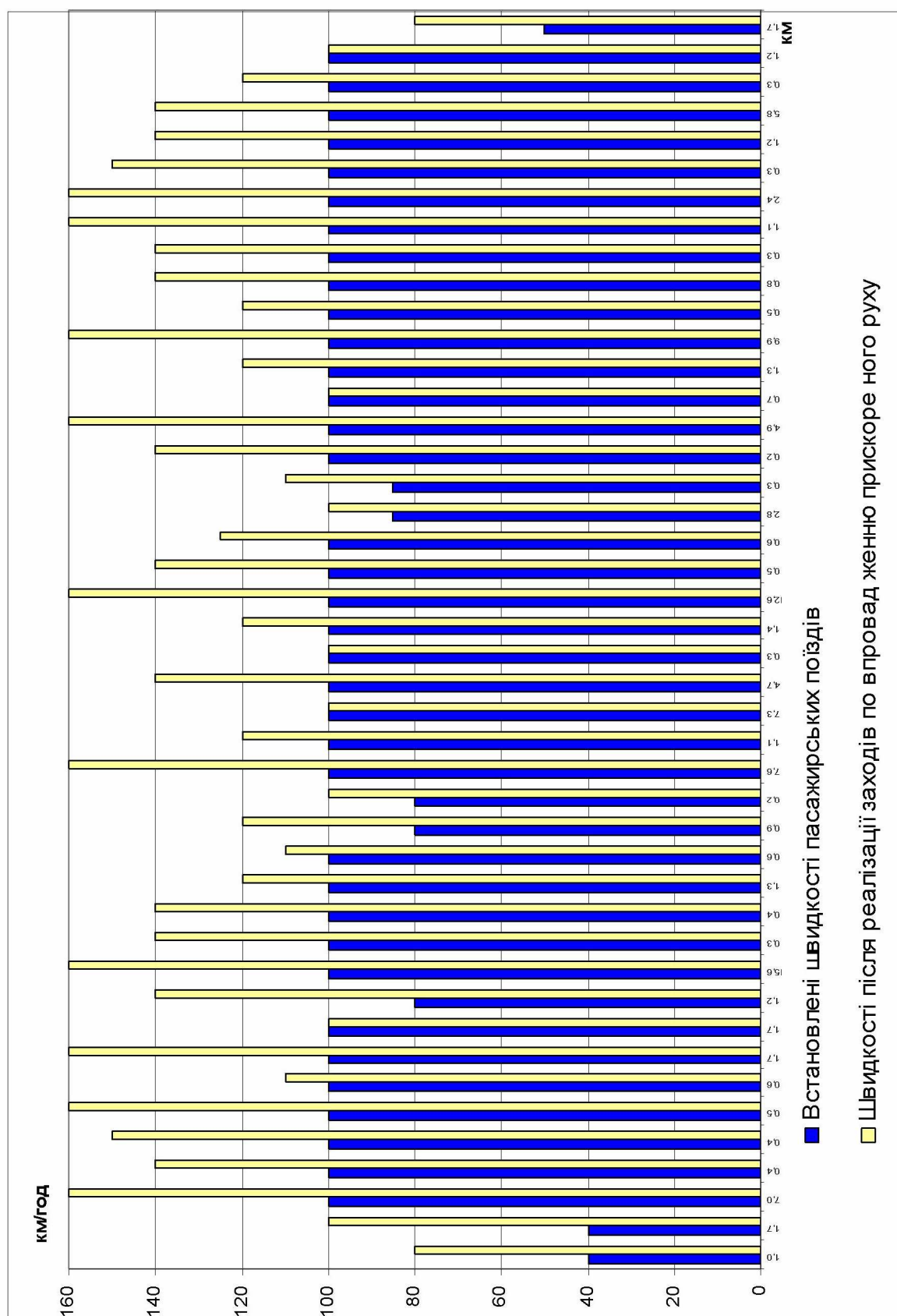


Рис. 3. Швидкості пасажирських поїздів на відповідних ділянках колії дослідного напрямку

На основі обробки статистичного матеріалу встановлено, що понад 70 % становлять обмеження, пов'язані зі станом залізничної колії, серед яких близько 80 % зумовлені залежністю від техніко-експлуатаційних показників елементів колії [9].

На дослідному напрямку з 29 «бар'єрних» місць більшість – це наявність кривих – 23, з них 7 – це криві з $R < 600$ м та 6 – стрілочні переводи.

За правилами встановлення допустимих швидкостей у кривих ділянках колії за умови неперевищення норми допустимих прискорень швидкість визначається за формулою [10]

$$V = 3.6\sqrt{R(a_n + 0.00613h)}, \quad (3)$$

де R – фактичний радіус кривої, м;

h – фактичне підвищення або рекомендоване, мм;

a_n – допустиме непогашене прискорення, м/с^2 .

Допустиме непогашене прискорення для пасажирських поїздів, за умови комфортабельної їзди пасажирів, становить $0,7 \text{ м/с}^2$. За цих умов мінімальний радіус кривих для швидкості 220 км/год за формулою буде:

$$R = \frac{V^2}{3.6^2(a_n + 0.00613h)}, \quad (4)$$

$$R = \frac{140^2}{21} = 933 \text{ м}, \quad (5)$$

$$R = \frac{220^2}{21} = 2305 \text{ м}. \quad (6)$$

У зв'язку з цим усі радіуси, що менші за $R = 933$ м, будуть обмежувати швидкість руху пасажирських поїздів Інтерсіті(+), а радіуси, що менші за $R = 2305$ м, будуть обмежувати досягнення бажаної швидкості $V = 220$ км/год.

Згідно з [10, 11] звичайні стрілочні переводи, які укладено на дослідній ділянці, з рейок типу Р65 марки 1/11 дають змогу реалізовувати швидкість до 140 км/год по основному напрямку, у той же час зараз швидкість руху по цих переводах обмежується 100 км/год.

У такому разі всі стрілочні переводи, що лежать у головних коліях, повинні бути замінені на швидкісні з безперервною поверхнею кочення на залізобетонних брусах. За необхідності підвищення швидкості руху на бічну колію до $V = 80$ км/год і пропуску по прямому напрямку $V = 140$ км/год у проектах передбачити вкладання стрілочних переводів типу Р 65 марки 1/18 проекту Дн 365 [11].

Якщо виконати дуже складну реконструкцію цієї дільниці, то виграш часу можна буде розрахувати за формулою

$$t_{\Delta x} = \frac{S_{nep}}{V_{x1}} - t_x, \quad (7)$$

де S_{nep} – довжина ділянки;

V_{x1} – бажана швидкість руху;

t_x – час ходу поїзда.

Після аналітичного інтегрування рівняння руху поїзда час ходу поїзда визначається за формулою

$$t = 60 \sum_{i=1}^n S \left(\frac{1}{V_{1i}} - \frac{1}{V_{2i}} \right). \quad (8)$$

Якщо швидкість руху поїзда по ділянці обмежується наказом начальника залізниці, то теоретичний час ходу по цій дільниці буде

$$t_1 = 122 \text{ хв}.$$

При знятті всіх обмежень швидкості, тобто при $V = 160$ км/год, час ходу теоретичний по цій дільниці буде

$$t_2 = 91 \text{ хв}.$$

А при реконструкції або будівництві нової дільниці для швидкості $V=220$ км/год час ходу теоретичний по цій дільниці буде

$$t_2 = 84 \text{ хв.}$$

Таким чином, можливе теоретичне зменшення часу буде 38 хв. Перехід від середньої швидкості 97 км/год до швидкості 120 км/год дає зменшення часу ходу на дільниці довжиною 110 км 15 хв. Перехід від швидкості 120 км/год до швидкості 220 км/год дає зменшення часу ходу на тій же відстані 110 км 26 хв. Подальша оптимізація передбачає

можливість установлення максимально допустимої швидкості не тільки в межах кожного перегону, але й по кожному об'єкту («бар'єрному» місцю). Вирішення такого завдання є складним уже тому, що необхідно розглядати взаємозалежні ділянки. Для таких ділянок характерним є те, що сума зменшення часу руху поїзда, отримана на кожній ділянці після усунення обмеження швидкості руху, не дорівнює виграшу в часі, якщо зняти всі обмеження швидкості (рис. 4). Тобто критерій неадитивний і отримати достовірні дані для оптимізації можна тільки після виконання тягових розрахунків [12].

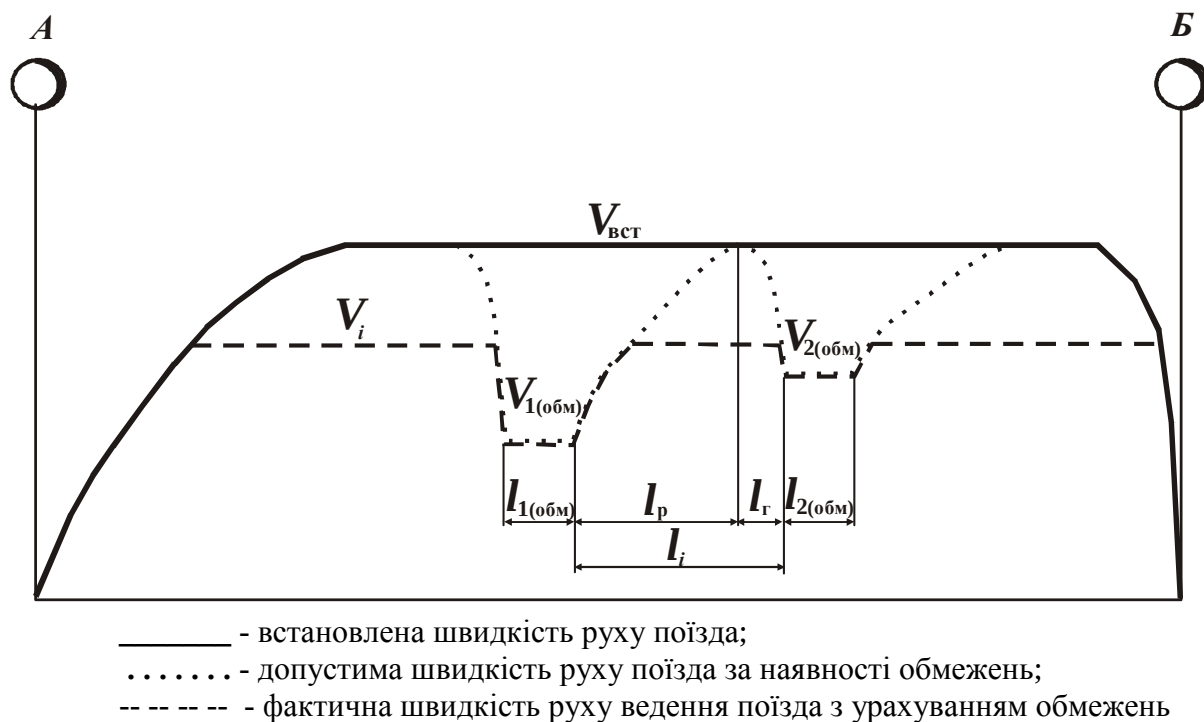


Рис. 4. Приклад взаємозалежних ділянок обмеження швидкості

Висновки. На підставі викладеного можна зробити висновок про правомірність економічно ефективного підвищення середніх швидкостей руху поїздів шляхом планування допустимих швидкостей поїздів за видами руху на виділених напрямках і полігонах. При цьому повинно здійснюватися розроблення та обґрунтування річних і середньострокових

планів ліквідації обмежень швидкості за критерієм мінімуму залежності експлуатаційних витрат при безумовному неперевищенні ліміту ресурсів і капітальних вкладень, потужності підприємств, що залучаються (з урахуванням їх технічного розвитку), і «вікон», що виділяються для виконання відповідних робіт.

За повідомленням Прем'єр-міністра України, УЗ має намір наступного року збільшити середню швидкість руху поїздів на 1,5 км/год. Досягти такого показника збільшення швидкості залізничники планують за рахунок заміни 127 стрілочних переводів, посилення 14 км кривих ділянок колій. У планах на 2018 рік – реконструкція

300 км колій на напрямках Київ – Одеса і Київ – Львів. Також повинні бути оновлені 309 стрілочних переводів [13]. Тому, модернізація колії та закупівля швидкісного рухомого складу даватимуть змогу зменшити час прямування та підвищити рівень комфорту в дорозі.

Список використаних джерел

1. Анисимов, П. С. Высокоскоростные железнодорожные магистрали и пассажирские поезда [Текст]: монография / П. С. Анисимов, А. А. Иванов. – М.: ФГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2011. – 542 с.
2. Залізничі світу в ХХІ столітті [Текст]: монографія / за заг. ред. Г. М. Кірпи. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. транспорту ім. акад. В. Лазаряна, 2004. – 224 с.
3. Shanming Jia. No difference in effect of high-speed rail on regional economic growth based on match effect perspective? [Text] / J. Shanming, Z. Chunyu, Q Chenglin // Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2017. – Vol. 106. – P. 144-157.
4. Changmin Jiang, Low cost carrier and high-speed rail: A macroeconomic comparison between Japan and Western Europe [Text] / J. Changmin, L. Xiaoyu // Research in Transportation Business & Management. – 2016. – Vol. 21. – P. 3-10.
5. Схема руху поїздів Інтерсіті+ [Електронний ресурс] : інформація / Українська залізнична швидкісна компанія. – Режим доступу: <http://intercity.uz.gov.ua/> – (Дата звернення: 09.10.2017).
6. Северін, С. В. Збільшення швидкості руху пасажирських поїздів напередодні чемпіонату ЄВРО-2012 [Текст] / С. В. Северін, А. В. Супрун, Д. В. Шумик // Вестник Национального технического университета «ХПИ»: сб. науч. тр. темат. вып.: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – Вып. 58. – С. 103-108.
7. Грунтов, П. С. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте [Текст] / П. С. Грунтова. – М.: Транспорт, 1994. – 404 с.
8. Анисимов, В. А. Концепция и принципы повышения допускаемых скоростей движения поездов в рамках полигонных технологий [Текст] / В. А. Анисимов, А. Т. Осьминин, В. В. Анисимов // Железнодорожный транспорт. – 2017. – № 3. – С. 19-25.
9. Киселев, И. П. Высокоскоростные железные дороги [Текст] / И. П. Киселев, К. А. Сотников, В. С. Суходоев. – СПб.: Изд-во Петербург. гос. ун-та путей сообщения, 2001. – 60 с.
10. Тимчасова інструкція з організації швидкісного руху пасажирських поїздів [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2002. – 51 с.
11. Даніленко, Е. І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом [Текст]: підруч. для вищих навч. закладів: у 2 т. / Е. І. Даніленко. – К.: Інпрес, 2010. – Т. 1. – 528 с.
12. Чернишова, О. С. Підвищення ефективності заходів зі зменшення обмежень швидкості руху поїздів, зумовлених станом залізничної колії [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.06 / Чернишова Оксана Сергіївна. – Дніпропетровськ, 2010. – 20 с.
13. Укрзалізниця збільшить середню швидкість руху поїздів [Електронний ресурс]: новини / Експрес on LiNe. – Режим доступу: <http://expres.ua/news/2017/10/28/269016-ukrzeliznytsya-zbilshyt-serednyu-shvydkist-ruhu-poxyzdiv> – (Дата звернення: 28.10.2017).

14. Дикань, В. Л. Забезпечення ефективності інноваційної діяльності підприємств залізничного транспорту [Текст]: монографія / В. Л. Дикань, В. О. Зубенко. — Харків: УкрДАЗТ, 2008. — 193 с.

15. Сич, Є. М. Інноваційноінвестиційний розвиток залізничного транспорту [Текст]: підручник / Є. М. Сич, В. П. Ільчук. — К.: Логос, 2001. — 256 с.

Шумик Данило Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-88. E-mail: sdanil@ukr.net.
Романова Марина Віталіївна, магістрант ІППК (Проект TEMPUS IV) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (050)-288-66-77. E-mail: k413033696@gmail.com.

Shumyk Danylo V. Ph.D., Associate Professor, Department of Management of operational work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-88. E-mail: sdanil@ukr.net.
Romanova Maryna V, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (050)-288-66-77. E-mail: k413033696@gmail.com

Стаття прийнята 20.11.2017 р.