

ПЕРЕДУМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИСКОРЕНОГО РУХУ ПОЇЗДІВ НА НАПРЯМКУ КУМИ–ДНІПРОПЕТРОВСЬК

На основі порівняння варіантів за тягово-енергетичними показниками визначено передумови впровадження прискореного руху електропоїздів Hyundai Rotem.

Ключові слова: обмеження швидкості, бар'єрні місця, перебудова плану, час руху, витрати електроенергії

1. Історія питання

Укрзалізниця розробила Концепцію впровадження швидкісного пасажирського руху, що дасть можливість мінімізувати витрати на пасажирські перевезення [1]. Серед визначальних напрямків, за якими планується впровадження прискореного й швидкісного руху Київ–Харків (533 км), Київ–Львів (627 км), Київ–

Донецьк (743 км), Київ–Дніпропетровськ (603 км), Київ–Одеса (654 км), Київ–Сімферополь (1064 км) [1, 2].

На напрямку швидкісного руху Полтава–Дніпропетровськ з метою ліквідації кутового заїзду на станцію Красноград (зі зміною локомотива) передбачається будівництво обходу вузла Красноград [2] (рис. 1).

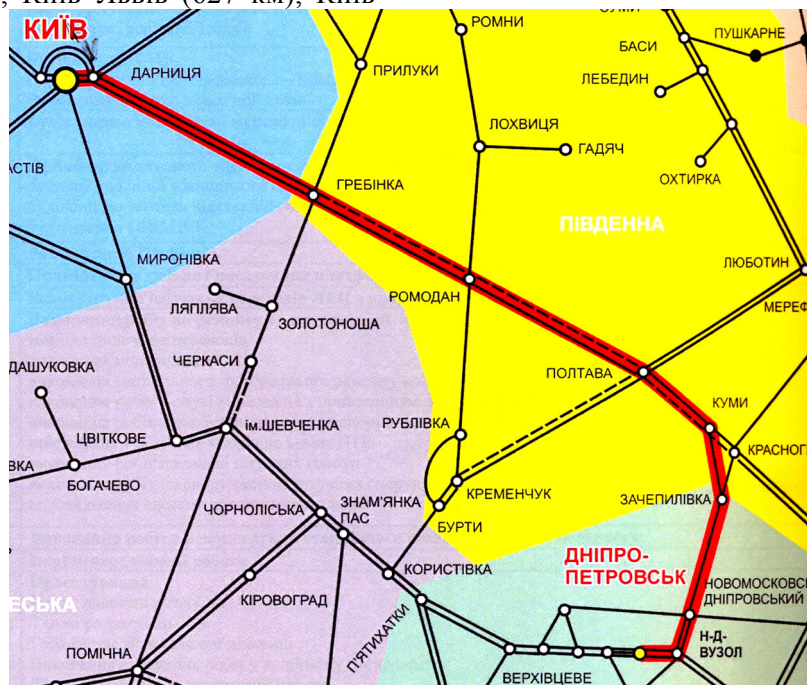


Рис. 1. Напрямки швидкісного руху пасажирських поїздів

Подальша модернізація існуючої мережі на ділянці Куми–Дніпропетровськ передбачає наближення її технічного стану до сучасних вимог.

2. Характеристика ділянки Куми–Дніпропетровськ

Складовими напрямку Куми–Дніпропетровськ є одноколійна з тепловозною тягою і двоколійна електрифікована ділянка Новомосковськ – Дніпропетровськ.

На першій ділянці вантажонапруженість 1,7 млн ткм/км брутто на рік, на другій ділянці – вантажонапруженість 12/36 млн. ткм/км брут-

то відповідно по непарній і парній коліях.

За обрисом поздовжній профіль представляє собою одноманітний спуск від ст. Куми до ст. Зачепилівка, потім поступовий підйом до ст. Губиниха і далі спуск до ст. Новомосковськ. Від Новомосковська до Дніпропетровська виділяється ділянка з підйомом від Самарівки до Нижньодніпровськ-Вузла з послідовним спуском. Керівний ухил у непарному напрямку складає 7 ‰, у парному – 8 ‰, незважаючи на те, що на окремих ділянках зустрічаються і більш круті, але короткі за довжиною ухили. Узагальнена характеристика поздовжнього профілю наведена в табл. 1, а плану лінії – в табл. 2.

Характеристика поздовжнього профілю

Ділянка	Протяжність елементів профілю, %, з ухилами, ‰					
	0...2	2...4	4...6	6...8	8...10	> 10
1. Куми–Новомосковськ	43,2	13,9	16,7	21,6	1,9	2,7
2. Новомосковськ – Дніпропетровськ	58,4	25,1	11,5	3,1	1,3	0,6

Таблиця 2

Основні показники плану лінії на ділянці Куми–Новомосковськ–Дніпропетровськ

Ділянка	Відстань, км	Питома частка кривих, %				Мінімальний радіус, м
		всього	Радіусом, м			
			до 800	до 1200	до 1600	
Куми–Новомосковськ	96,2	31,5	12,4	22,1	27,5	610
Новомосковськ–Дніпропетровськ	31,2	25,8	14,4	19,7	23,6	360

Проведений для порівняння аналіз всього напрямку Куми–Дніпропетровськ показав, що за крутизною ухилів більш складною є ділянка Куми–Новомосковськ, що з переходом на електричну тягу [3] й потужному рухомому складі позначається не так суттєво, як вплив плану лінії. За параметрами плану більш складною є ділянка Новомосковськ–Дніпропетровськ, що є більш впливовим фактором при впровадженні прискореного руху.

3. Допустимі швидкості руху поїздів

На напрямках, що готуються для впровадження прискореного й швидкісного руху поїздів, особливо гостро стоїть питання підвищення швидкості за рахунок усунення обмежень

швидкості при проведенні ремонтних робіт. Так, на напрямку Куми–Дніпропетровськ існуючі швидкості на рівні 40 км/год обмежуються на станціях Бузівка, Перещепине, Кільчень, Губиниха, Новомосковськ [4], що приводить до втрат за рахунок збільшення:

- роботи гальмівних сил на ділянці гальмування;
- механічної роботи сили тяги локомотива на ділянці розгону;
- часу руху поїзда за наявності бар'єрного місця.

Приклад кривої швидкості за наявності обмеження швидкості руху по станціях Бузівка й Перещепине наведено на рис. 2.

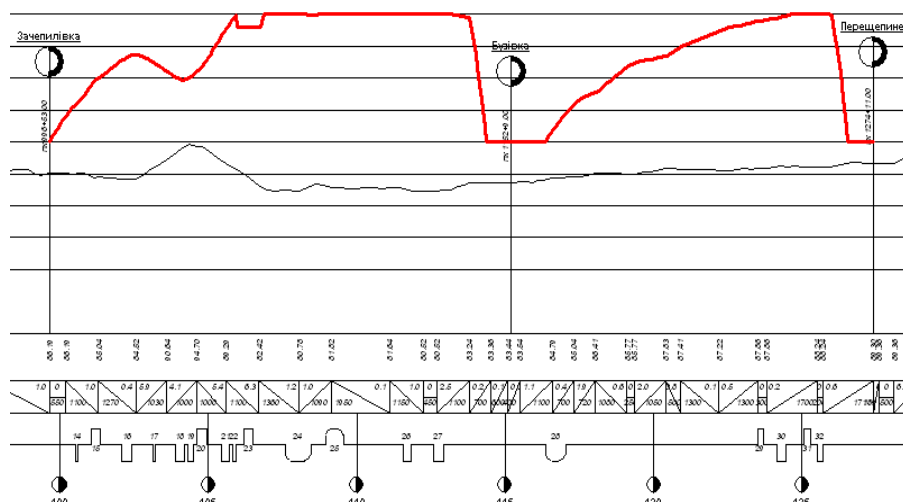


Рис. 2. Крива швидкості руху при наявності обмеження по станціях

4. Методика дослідження

Для проведення наступного аналізу й прийняття рішень щодо доцільності зняття тих чи інших обмежень швидкості були виконані тягові розрахунки для існуючого й перспективного технічного стану ділянки Куми-Новомосковськ-Дніпропетровськ.

Для існуючого технічного стану в розрахунок вводились допустимі швидкості руху за наказом начальника Придніпровської залізниці [4]. Для перспективного технічного стану ділянки - допустимі швидкості руху за пропозиціями Придніпровської залізниці [2] в т.ч. підвищення швидкості руху по станціях Бузівка, Перещепине, Кільчень, Губиниха, Новомосковськ до 120 км/год у пасажирському русі (крім ст. Новомосковськ) і до 80 км/год у вантажному русі за рахунок проведення капітального ремонту колії. В пропозиціях [2] передбачено ремонт 17-ти переїздів, двох мостів (км 97+563, км 122+223), заміна ґрунту тіла насипу на хворому земляному полотні (км 144+500).

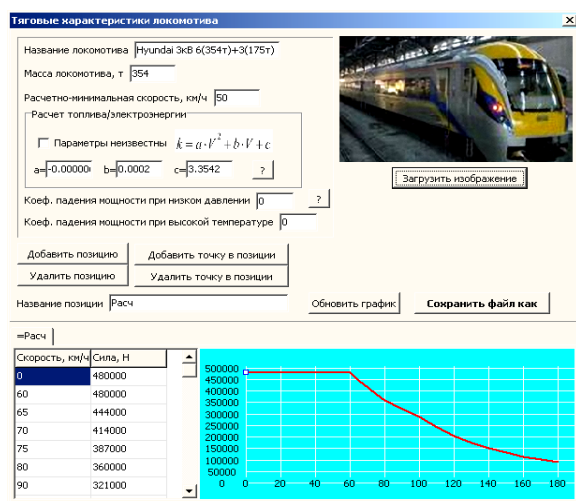


Рис. 3. Тягова характеристика Hyundai Rotem

Основні показники міжрегіонального електропоїзда подвійного живлення для пасажирських перевезень на залізницях України були прийняті відповідно до технічного завдання [5], тягова характеристика якого представлена на рис. 3.

Виходячи з аналізу основних характеристик моторвагонного рухомого складу Hyundai Rotem, можна зробити висновки, що вони відносяться до категорії поїздів з розподіленою тягою, мають хороші характеристики за динамікою руху, дозволяють забезпечити комфортні доставки пасажирів.

Для виконання варіантних тягових розрахунків в даній роботі використовувалась програма MoveRW [7], яка включає три модулі.

За допомогою першого модулю встановлювались допустимі швидкості руху в кривих за методикою, викладеною у Правилах (ЦП-0236) [6]. Модуль дозволяє поєднувати файли обмежень швидкості в кривих, на роздільних пунктах, за станом верхньої будови колії, земляного полотна та ін. і за допустиму в експлуатації приймати найменшу.

Другий модуль використовується для виконання тягових розрахунків при різних типах локомотивів, масах рухомого складу і рівнях допустимих швидкостей.

Третій модуль дозволяє виводити на екран чи папір поздовжній профіль, план лінії, криву швидкості руху поїзда з встановленими обмеженнями в кривих для подальшого аналізу.

Тягові розрахунки були виконані для поїзда Hyundai Rotem (табл. 3) для максимальної швидкості до 160 км/год за умови повного використання розрахункової сили тяги з метою найбільш повної реалізації максимально допустимої швидкості руху.

Таблиця 3

Основні характеристики рухомого складу Hyundai Rotem

Рід току	Склад	Потужність, кВт	Максим. швидкість, км/год	Маса брутто, т	Довжина по осям автосцеплення, м	Навантаження на вісь, кН/вісь
змінний, 25 кВ, постійний 3 кВ	МС1 – Т – МВ – М – Т – М – М – Т – МС2	5280	160	530	200,16	180

При виконанні тягових розрахунків передбачались різні варіанти допустимої швидкості руху по станціях і перегонах. Для прикладу,

представлено чотири варіанти, характеристики яких наведено в табл. 4.

Характеристика розрахункових варіантів

Номер варіанту	Характеристика варіанту	Встановлені швидкості, км/год		
		по станціях	на перегонах	в кривих
1	Існуючий технічний стан інфраструктури залізниці	40...80 відповідно наказу	80...100 відповідно наказу	за існуючими параметрами $R_{існ}, l_{існ}, h_{існ}$
2	Проектний технічний стан інфраструктури залізниці без зміни плану лінії	80	100...140	за існуючими параметрами $R_{існ}, l_{існ}, h_{існ}$
3	Проектний технічний стан інфраструктури залізниці з корегуванням параметрів кривих	80	100...140	за проектними параметрами $R_{пр}, l_{пр}, h_{пр}$
4	Проектний технічний стан інфраструктури залізниці з корегуванням плану лінії і реконструкцією станцій	120	140...160	за проектними параметрами $R_{пр}, l_{пр}, h_{пр}$

Розрахунки виконуються в такій послідовності.

1. У програмі RWPlan [7] створюється файл за параметрами існуючого плану лінії (рис 4). Вихідні дані можуть прийматись з докладного профілю, паспортів кривих або карти колієвимірювального вагону.

2. Визначаються непогашені прискорення

$\alpha_{нп}$, швидкість зростання прискорень ψ , швидкість підйому колеса по відводу підвищення зовнішньої рейки f_v та коливання екіпажу θ , виходячи з вимірних колієвимірювальним вагоном або іншими засобами. На рис. 5 наведено графік допустимих швидкостей для існуючого стану плану колії.

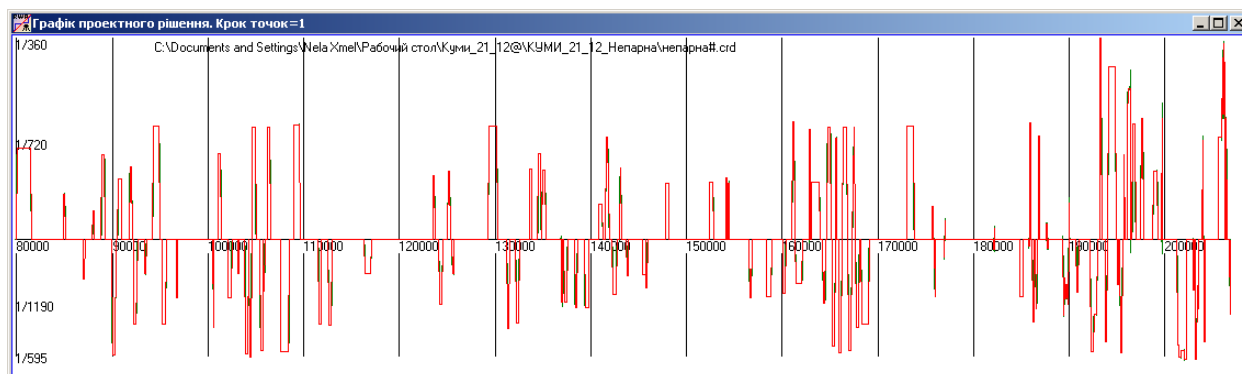


Рис. 4. Графік кривизни для існуючого стану

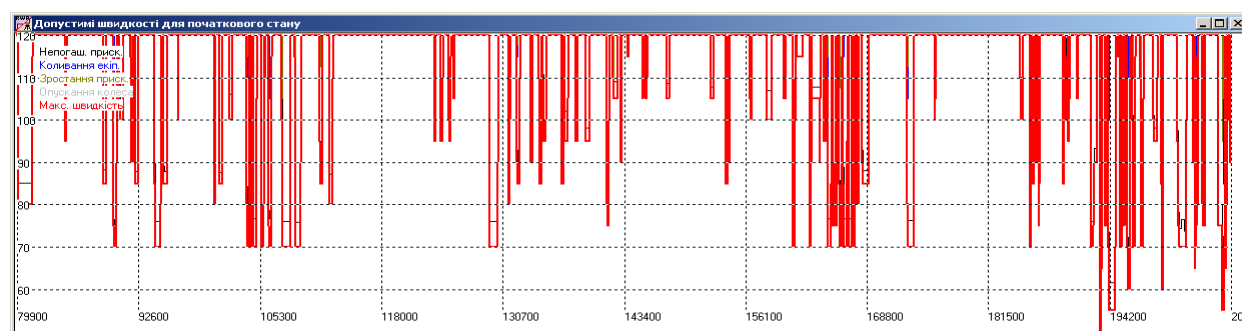


Рис. 5. Графіки допустимих швидкостей для існуючого стану плану: за показниками $\alpha_{нп}$, ψ , f_v , θ

3. Для забезпечення максимальної швидкості пасажирських поїздів і визначення проектних параметрів кривих виконуються розрахунки перебудови плану в межах існуючої площа-

ди земляного полотна. При розрахунку довгих ділянок, що містять криві різних напрямків і проміжні прямі, більш ефективно попередньо розбити ділянку на частини, оптимізувати кож-

ну з цих частин, а потім завантажити модель плану всієї ділянки і оптимізувати її. На рис 6 наведено фрагмент графіків кривизни й зсувів після оптимізації параметрів плану.

4. Для проектного плану виконуються розрахунки підвищень зовнішньої рейки в кривих і визначаються допустимі швидкості пасажирських та вантажних поїздів (рис. 7).

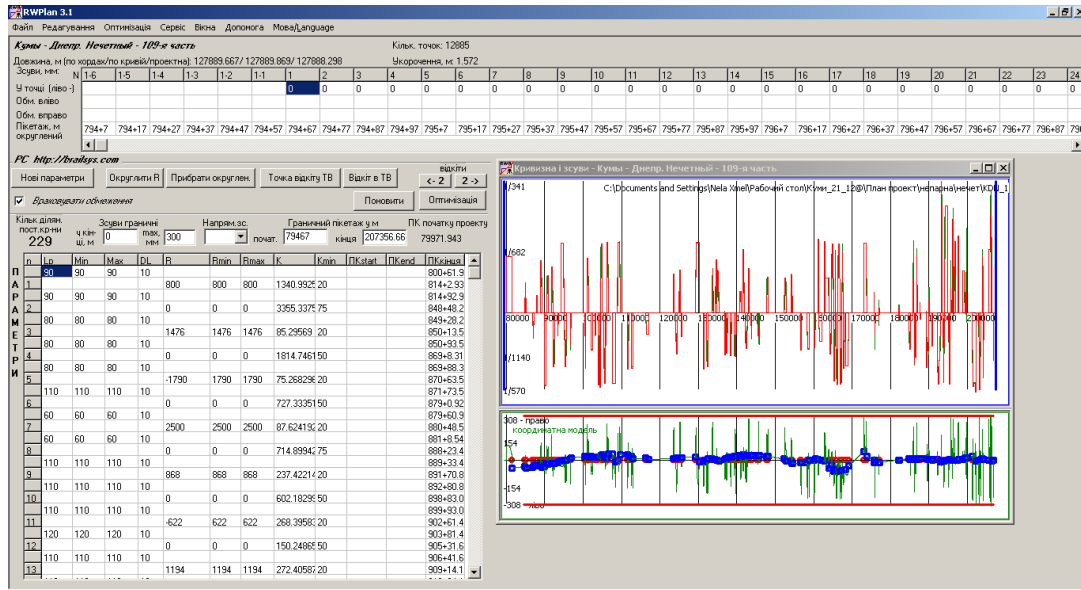


Рис. 6. Графік кривизни та зсувів після оптимізації

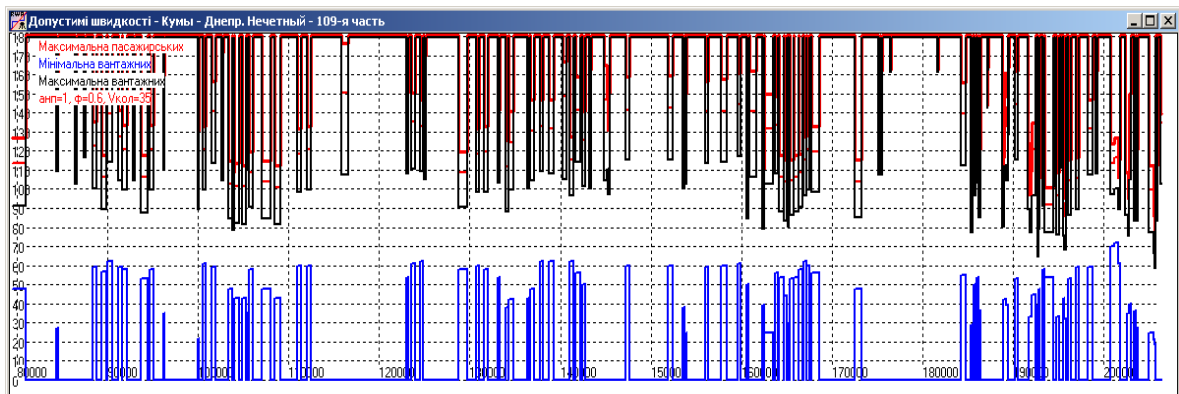


Рис. 7. Графік допустимих швидкостей (V_{max} , V_{min} вантажних поїздів, V_{max} максимальна пасажирських поїздів)

5. За умови проведення модернізації інфраструктури залізниці задаються проектні швидкості руху на перегонах (140–160) і станціях (100–120). Обмеження швидкості руху за планом колії враховуються автоматично в програмі MoveRW при заданих параметрах кривих (існуючих чи проектних).

5. Аналіз результатів розрахунків

Результати виконання розрахунків за вище викладеною методикою наведено в табл. 5.

За результатами розрахунків побудовано графіки зміни часу руху (рис. 8) і витрат електроенергії (рис. 9) у непарному й парному напрямках для розглянутих варіантів.

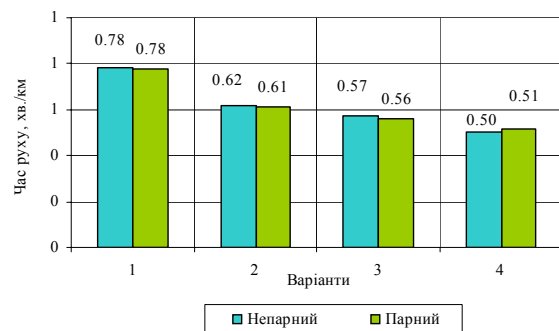


Рис. 8. Зміна часу руху пасажирського поїзда

Проведений аналіз отриманих результатів тягових розрахунків показав, що збільшення максимальної швидкості руху по станціям до

80 км/год і на перегонах до 120-140 км/год (варіант 3) дає можливість скоротити час руху моторвагонного рухомого складу Hyundai Rotem

від ст. Куми до ст. Дніпропетровськ на 27...28 хв. відносно існуючого технічного стану (рис. 10).

Таблиця 5

Тягово-енергетичні показники по варіантам

Варіанти	Напрямок	L , км	V_{max} , км/год	$V_{сер}$, км/год	A , кВт-год	R_m , т-км	R_t , т-км	t , хв
1	непарний	127,971	100	77	919,2	276,38	207,04	100,2
	парний	131,029	100	77	1112,9	334,84	160,51	101,8
2	непарний	127,971	140	97	1444,3	436,43	336,01	79,2
	парний	131,029	140	98	1702,4	514,64	307,08	80,0
3	непарний	127,971	140	105	1030,4	311,89	194,78	73,0
	парний	131,029	140	107	1260,7	381,71	157,21	73,8
4	непарний	127,971	160	119	1786,7	543,05	401,78	64,6
	парний	131,029	140	117	1823,1	553,1	316,98	67,3

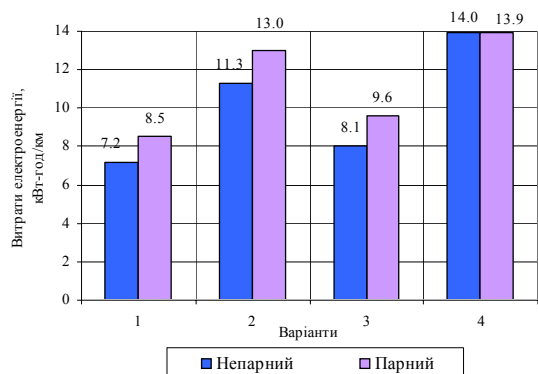


Рис. 9. Питомі витрати електроенергії за напрямками руху

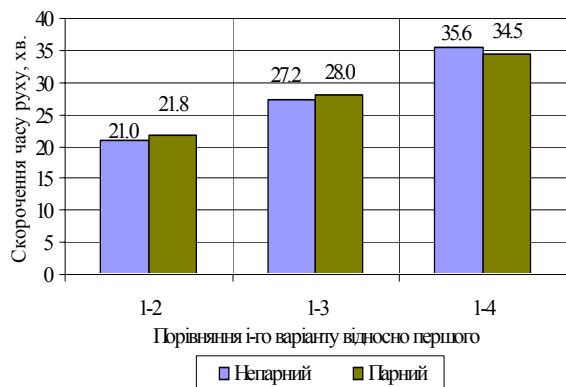


Рис. 10. Скорочення часу руху відносно існуючого технічного стану

При цьому усуваються різкі перепади в рівнях швидкості по станціях і перегонах, і спостерігається відносно невелике збільшення витрат електроенергії – на 111–148 кВт-год (рис. 11). Третій варіант і пропонується Придніпровській залізниці

при складанні графіка руху поїздів.

Підвищення швидкості руху на станціях до 120 км/год і перегонах до 160 км/год не є доцільним на розглянутій ділянці, бо час руху скорочується відносно варіанта 3 несуттєво – всього на 7 хв., а витрати електроенергії збільшуються в 1,2–1,6 рази відносно існуючого технічного стану і в 5–7 разів відносно варіанта 3.

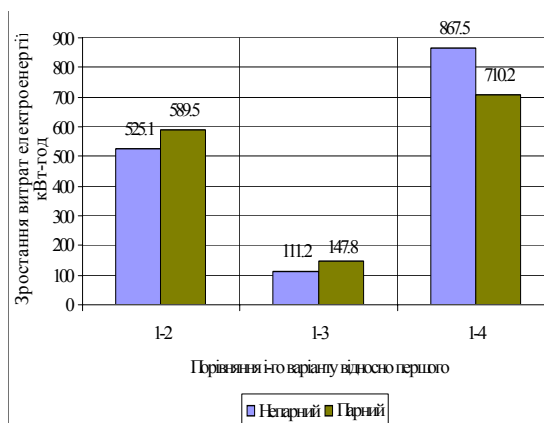


Рис. 11. Зростання витрат електроенергії відносно існуючого технічного стану

ВИСНОВКИ

1. На основі проведеного дослідження встановлено, що на сучасному етапі вирішення задачі впровадження прискореного руху потребує системного підходу, тобто комплексного вирішення питань з підвищення швидкості руху на станціях Бузівка, Перещепине, Кільчень, Губиниха, Новомосковськ з 40 до 80 км/год, удосконалення плану лінії шляхом корегування параметрів кривих, виконання колійних ремонтних робіт тощо.

2. На основі неточних вихідних даних про план лінії не можна визначити достовірні максимально допустимі швидкості руху, постановити колію в правильне геометричне положення під час модернізації, або інших видів ремонтів. Встановлено, що для отримання достовірних даних необхідна інструментальна зйомка плану й поздовжнього профілю.

3. Як показав проведений аналіз, бар'єрні місця викликають необхідність зниження швидкості відносно максимального її рівня, що приводить до втрат часу руху, збільшення витрати електроенергії, величина яких залежить від рівня встановленого обмеження швидкості, довжини ділянки та її розташування, типу і маси рухомого складу.

4. Сучасні комп'ютерні технології, розроблені на кафедрі проектування і будівництва доріг ДІПТу, дозволяють виконувати розрахунки і надавати пропозиції щодо встановлення оптимального підвищення в кривих за критерієм мінімальної дії поперечних сил, визначати проектні параметри плану лінії для реалізації максимально допустимої швидкості, що й було використано в представленій роботі.

5. Результати тягово-енергетичних показників для нового двохсистемного електропоїзду Hyundai Rotem підтверджують можливість після електрифікації ділянки Куми-Новомосковськ організацію прискореного руху поїздів на напрямку Київ-Полтава-Дніпропетровськ з три-

валістю поїздки до 5 год.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Концепція державної цільової програми впровадження на залізницях швидкісного руху пасажирських поїздів на 2005-2015 роки [Текст]. – К., 2004. – 43 с.
2. Пропозиції ДП «Придніпровська залізниця» по організації швидкісного руху Київ-Дніпропетровськ. Дільниця Дніпропетровськ-Новомосковськ-Куми [Текст]. – Д., 2011. – 35 с.
3. Перспективи електрифікації залізниць України на 2011-2016 рр. Затв. наказом Генерального директора Укрзалізниці № 274-Ц від 10.06.2011.
4. Наказ про встановлення найбільших швидкостей руху поїздів на Придніпровській залізниці від 29.12.2009 р. № 765/Н. – 92 с.
5. Міжрегіональний електропоїзд подвійного живлення для пасажирських перевезень на залізницях України [Текст] : Технічне завдання А147-ТРА-10001, – К., 2010.
6. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих ділянках колії. ЦП/0236 / М. Б. Курган [та ін.] : Затв. : Наказ Укрзалізниці від 14.12.2010 №778-Ц. – К., 2010. – 52 с.
7. Интеллектуальные рельсовые системы. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://brailsys.com>

Надійшла до редколегії 18.05.2012.

Прийнята до друку 23.05.2012.

Н. Б. КУРГАН, Н. П. ХМЕЛЕВСКАЯ, Б. И. ТОРОПОВ

ПРЕДПОСЫЛКИ ВНЕДРЕНИЯ УСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ Поездов на направлении Кумы-Днепропетровск

На основе сравнения вариантов по тягово-энергетическим показателям определены предпосылки внедрения ускоренного движения электропоездов Hyundai Rotem

Ключевые слова: ограничения скорости, барьерные места, перестройка плана, время движения, расход электроэнергии

M. B. KURGAN, N. P. KHMELEVS'KA, B. I. TOROPOV

BASED ON THE COMPARISON OF OPTIONS FOR TRACTION AND ENERGY DEFINED CONDITIONS ACCELERATED THE INTRODUCTION OF ELECTRIC HYUNDAI ROTEM KUMY-DNEPROPETROVSK

In a comparison of options for the golf-defined prerequisites for the introduction of the energy of accelerated motion of electric Hyundai Rotem.

Keywords: speed limit, barrier location, restructuring plan, the move, the cost of electricity