

## ДОДАТКОВІ ВИТРАТИ ЗАЛІЗНИЦІ ПРИ ВИНИКНЕННІ ОБМЕЖЕНЬ ШВИДКОСТІ РУХУ НА КРУТИХ ЗАТЯЖНИХ ПІДЙОМАХ

Наведено результати досліджень щодо витрат залізниці, пов'язаних із масами вантажних поїздів, за умови виникнення обмежень швидкості руху на крутих затяжних підйомах.

*Ключові слова:* обмеження швидкості, додаткові витрати, затяжний підйом, маса вантажного поїзда

Изложены результаты исследований относительно потерь железных дорог, связанных с массами грузовых поездов, при возникновении ограниченной скорости движения на крутых затяжных подъемах.

*Ключевые слова:* ограничение скорости, дополнительные затраты, затяжной подъем, масса грузового поезда

Research results of losses of the railways, related to weights of cargo trains, at occurrence of traffic speed restrictions on abrupt long up-grades are presented.

*Keywords:* speed restriction, additional expenses, long up-grade, weight of cargo train

### 1. Загальні положення

Головний показник продуктивності роботи залізниці – її провізна спроможність (Г, млн т/рік), яка визначається двома параметрами: масою вантажних поїздів та пропускною спроможністю залізниці у вантажному русі [1].

Обмеження швидкості руху поїздів не сприяють ефективному використанню пропускної і провізної спроможності ділянок та раціональному застосуванню рухомого складу.

Розглянемо, як обмеження швидкості руху впливають на величину розрахункової маси вантажного поїзда. У загальному випадку масу вантажного поїзда можна визначати за виразом [2]:

$$Q = \frac{F_{кр} - P \cdot g \cdot (\omega_0' + i_{кер})}{(\omega_0'' + i_{кер}) \cdot g}, \quad (1)$$

де  $F_{кр}$  – сила тяги локомотива;

$P$  – розрахункова маса локомотива;

$g$  – прискорення вільного падіння;

$\omega_0'$  – питомий опір локомотива;

$\omega_0''$  – питомий опір вагонів;

$i_{кер}$  – керівний ухил.

### 2. Взаємозв'язок між обмеженнями швидкості та масами вантажних поїздів

У випадках, коли встановлюється обмеження швидкості або маси поїзда за нагріванням тягових двигунів, розрахунок маси виконується також за виразом (1), але розрахункові значення сили тяги та швидкості встановлюються мето-

дом підбору. На ділянках зі складним профілем маса поїзда підбирається таким чином, щоб перегрів наприкінці ділянки з крутим підйомом дорівнював максимально допустимому. Температура початкового перегріву двигунів на підходах до ділянок з затяжними керівними ухилами, як правило, в середньому дорівнює 50...70 °С [3].

Відомо, що визначаючи масу рухомого складу, необхідно дотримуватися такої умови: найменша швидкість руху не повинна бути меншою за розрахункову швидкість  $V_p$ , що встановлена для даного типу локомотива [2]. Якщо ж  $V_{обм} < V_p$ , то маса поїзда повинна коригуватися. Приклад обмеження швидкості, що може вплинути на масу вантажного поїзда, наведено на рис. 1 у вигляді ділянки з затяжним підйомом, на якому безпосередньо й виникло обмеження.

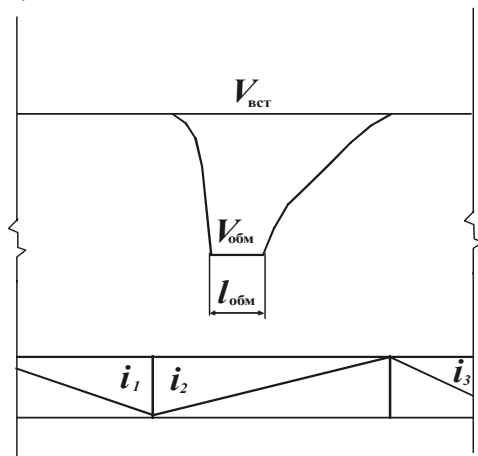


Рис. 1. Приклад ділянки з діючим обмеженням швидкості

Постає питання щодо встановлення ділянок залізниці, на яких виникнення обмежень швидкості руху може призвести до необхідності коригування маси вантажного поїзда або надання додаткових локомотивів-штовхачів. З цією метою виконано ряд тягових розрахунків. Маса вантажного поїзда приймалася 3...6 тис. т, рівень швидкості, що обмежує рух – 25 і 40 км/год (як найнесприятливіші серед діючих обмежень на залізницях України), довжина ділянки обмеження – 1 км. Окремі результати представлені на рис. 2 і 3 для вантажного локо-

мотива ВЛ11. З графіків видно, на яких зтяжних підйомах виникнення обмеження швидкості з допустимим рівнем 25 км/год (рис. 2) і 40 км/год (рис. 3) призведе до необхідності коригування маси. Так, наприклад, на зтяжному підйомі з крутістю 8 ‰ виникнення обмеження швидкості 25 км/год не дозволить формувати поїзда масою більше 4,3 тис. т, а при збільшенні маси потрібно буде надавати додаткові локомотиви. Виникнення обмеження швидкості руху 40 км/год при тих же умовах обмежить масу вантажного поїзда до 4,5 тис. т.

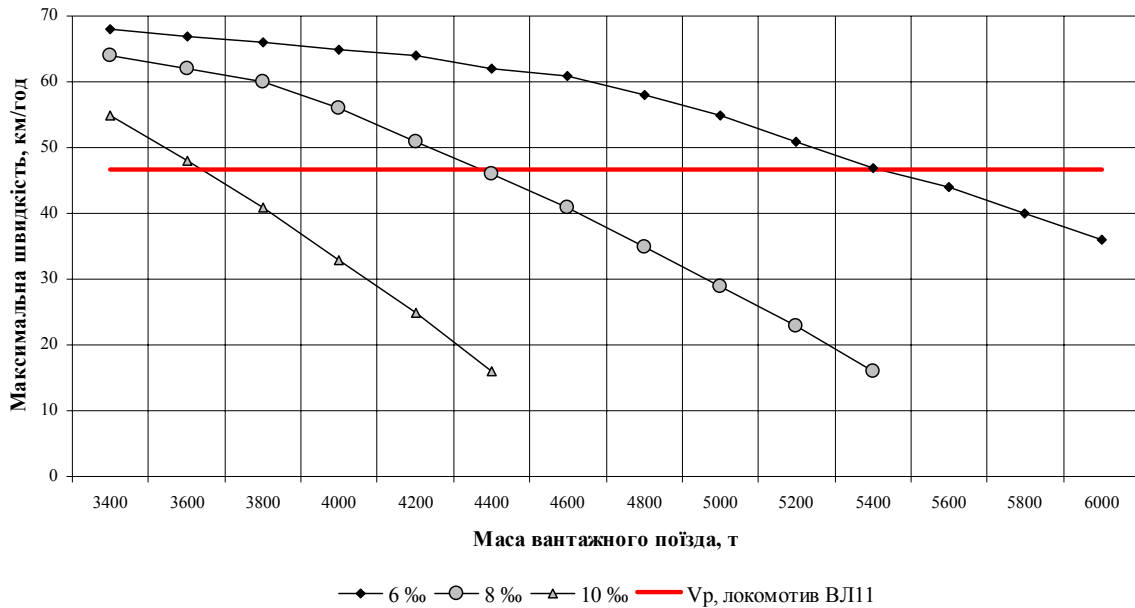


Рис. 2. Обмеження маси вантажного поїзда при виникненні обмеження швидкості руху 25 км/год на зтяжному керівному ухилі

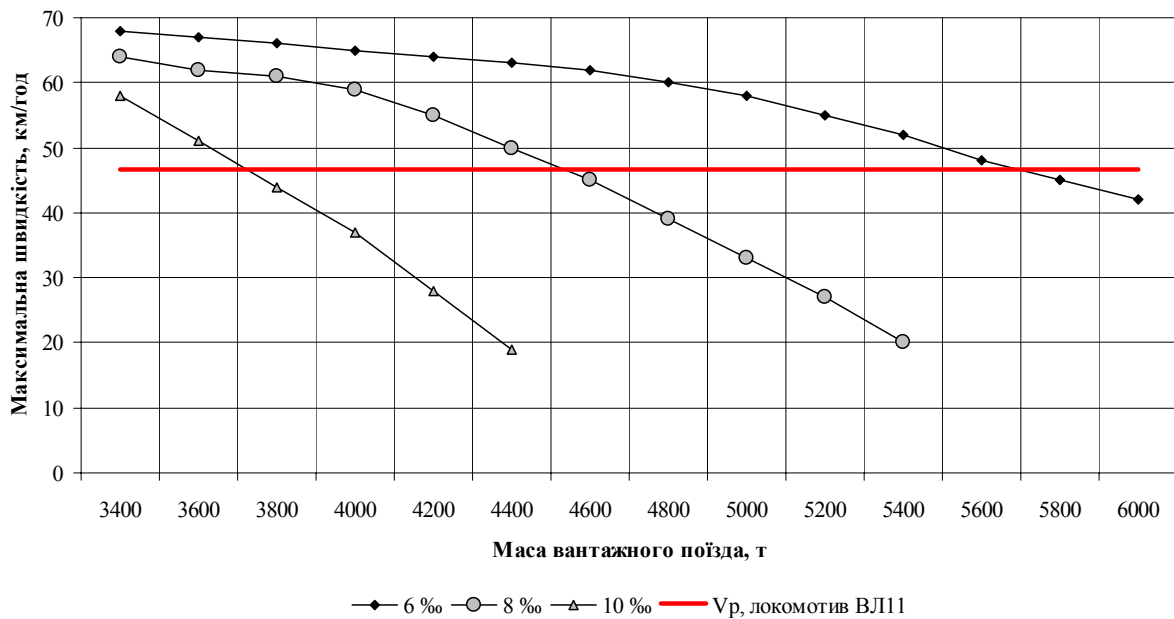


Рис. 3. Обмеження маси вантажного поїзда при виникненні обмеження швидкості руху 40 км/год на зтяжному керівному ухилі

### 3. Додаткові витрати залізниці

На залізницях України при виникненні обмежень швидкості руху практикують надання локомотивів-штовхачів, щоб запобігти зменшенню маси вантажного поїзда. При цьому виникають додаткові витрати, пов'язані з роботою локомотивів-штовхачів, локомотивних бригад, що їх обслуговують, та додатковим споживанням паливно-енергетичних ресурсів. Також виникають додаткові витрати, що пов'язані із зупинкою поїзда на станціях, де вантажному поїзду надається чи відчіпляється штовхач.

У загальному вигляді вказану складову річного економічного ефекту від усунення обмеження швидкості можна записати так:

$$C_Q = 365 \cdot n_{\text{вант}} \cdot (B_A + B_{\text{л}} + B_{\text{бр}} + B_{\text{зуп}}), \quad (2)$$

де  $n_{\text{вант}}$  – кількість пар вантажних поїздів, що пропускає ділянка залізниці за добу;

$B_A$  – додаткові витрати на паливо-енергетичні ресурси, тис. грн;

$B_{\text{л}}$  – додаткові витрати на локомотиви-штовхачі, що надаються, тис. грн;

$B_{\text{бр}}$  – додаткові витрати на локомотивні бригади, що обслуговують локомотиви-штовхачі, тис. грн;

$B_{\text{зуп}}$  – додаткові витрати, що зумовлені зупинками на станціях для надання чи відчеплення штовхачів, тис. грн.

Визначення перелічених складових наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Визначення додаткових витрат, що пов'язані з масою вантажного поїзда

Величина	Розрахункова формула	Позначення
$B_A$	$B_A = A_{\text{дод}} \cdot e_e$	$A_{\text{дод}}$ – додаткові витрати електроенергії (кВт·год) або дизельного палива (т); $e_e$ – вартість паливно-енергетичних ресурсів, тис. грн; $t$ – час, на який потрібно надати локомотив-штовхач, год; $e_{\text{л}}$ – вартість 1 поїздо-години, тис. грн; $e_{\text{бр}}$ – вартість 1 бригадо-години, тис. грн; $e_{\text{зуп}}$ – вартість однієї зупинки поїзда, тис. грн; $K_e$ – витрати електроенергії на 1 т-км механічної роботи, кВт·год (а при тепловозній тязі – витрати палива на 1 т-км механічної роботи, т); $\Delta R_{\text{мех}}$ – зміна механічної роботи сили тяги локомотива при наданні локомотива-штовхача, т-км.
$B_{\text{л}}$	$B_{\text{л}} = t \cdot e_{\text{л}}$	
$B_{\text{бр}}$	$B_{\text{бр}} = t \cdot e_{\text{бр}}$	
$B_{\text{зуп}}$	$B_{\text{зуп}} = 2 \cdot e_{\text{зуп}}$	
$A_{\text{дод}}$	$A_{\text{дод}} = K_e \cdot \Delta R_{\text{мех}}$	

### Висновки

Запропоновану методику оцінки додаткових витрат залізниці при використанні локомотивів-штовхачів рекомендовано враховувати при оцінці економічної ефективності від усунення обмежень швидкості руху поїздів. У роботах [4 – 6] більш детально розглянуто питання визначення додаткових витрат залізниці від дії обмежень швидкості. Застосування викладеної методики дозволить приймати раціональні рішення при плануванні ремонтно-колійних робіт на залізницях України.

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст] : Затв.: Наказ Мінтрансу України № 411 від 20.12.1996 р. із змінами та доповненнями. – К., 2003. – 133 с.
2. Гребенюк, П. Т. Тяговые расчеты [Текст] : справочник / П. Т. Гребенюк, А. Н. Долгунов, А. И. Скворцова. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.

3. Кантор, И. И. Продольный профиль пути и тяга поездов [Текст] / И. И. Кантор. – М.: Транспорт, 1984. – С. 207.
4. 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. – Д., 2010. – 208 с.
5. Курган, М. Б. Додаткові витрати залізниці, зумовлені виникненням обмежень швидкості [Текст] / М. Б. Курган, О. С. Чернишова. // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 70-ї Міжн. наук.-практ. конф. – Д., 2010. – С. 187-188.
6. Курган, М. Б. Раціональна послідовність усунення обмежень швидкості руху поїздів [Текст] / М. Б. Курган, О. С. Чернишова // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези доп. 69-ї Міжн. наук.-практ. конф. – Д., 2009. – С. 157-158.

Надійшла до редколегії 19.05.2011.  
Прийнята до друку 25.05.2011.