

## ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ ПРОГІННИХ БУДОВ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ РЕЖИМУ РУХУ ПОЇЗДІВ ПО МОСТАХ, ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ

Розглядається методика визначення класів за вантажопідйомністю металевих та залізобетонних прогонових будов залізничних мостів, що експлуатуються, і рухомого складу залізниць за дією на мости. На основі порівняння класів прогонових будов і рухомого складу встановлюється можливість та умови руху сучасного рухомого складу по мостах.

Рассматривается методика определения классов по грузоподъемности металлических и железобетонных пролетных строений эксплуатируемых железнодорожных мостов и подвижного состава железных дорог по воздействию на мосты. На основании сравнения классов пролетных строений и подвижного состава устанавливается возможность и условия движения современного подвижного состава по мостам.

The paper examines a method of classifying metallic and reinforced concrete span structures of the operated railway bridges into carrying capacity and of the railway rolling stock into degree of the impact on bridges. On the basis of comparison of the classes of span structures and rolling stock, the possibility and conditions of running modern rolling stock on the bridges are determined.

На залізницях України експлуатуються мости різноманітних конструктивних форм, які збудовані в різний час за відповідними нормами розрахункових навантажень та характеристик міцності матеріалу прогонових будов, мають різні фізичний стан і вантажопідйомність.

Згідно з вимогами Правил технічної експлуатації залізниць України та інструкції [1] усі мости залізничної мережі класифікуються за вантажопідйомністю з метою визначення умов пропуску по них сучасних поїзних навантажень, включаючи важкі транспортери, консольні крани, та вирішення питань підсилення, ремонту або заміни споруд.

Розрахунок фактичної вантажопідйомності прогонових будов металевих мостів, що експлуатуються, методом класифікації проводиться у відповідності з вимогами галузевого стандарту України ГСТУ 32.6.03.111-2002 [2], розробленого в ГНДЛ штучних споруд ДІТГу (керівник – канд. техн. наук В. І. Борщов).

Розрахунок мостів, що експлуатуються, можна проводити аналогічно розрахунку нових мостів. Однак такий спосіб виявляється дуже трудомістким у зв'язку з тим, що при кожному підвищенні рухомих навантажень (при введенні в обертання нових більш важких локомотивів і вагонів) необ-

хідно було б виконувати всі розрахунки елементів прогонових будов на нове навантаження.

Сутність кількісної розрахункової оцінки вантажопідйомності прогонових будов методом класифікації полягає в тому, що для кожного робочого елемента конструкції з урахуванням його фізичного стану визначається величина максимального тимчасового вертикального рівномірно розподіленого навантаження  $k$ , дія якого є безпечною для даного елемента. Цю величину виражають в одиницях умовного еталонного поїзного навантаження, а число таких одиниць називають класом  $K$  елемента за вантажопідйомністю і визначають за формулою

$$K = \frac{k}{k_{et}(1+\mu)}, \quad (1)$$

де  $k_{et}$  – нормативна інтенсивність еталонного навантаження, кН/м;  $(1+\mu)$  – динамічний коефіцієнт для еталонного навантаження.

Як еталонне навантаження використовується навантаження за розрахунковою схемою Н1 1931 р. (рис. 1).

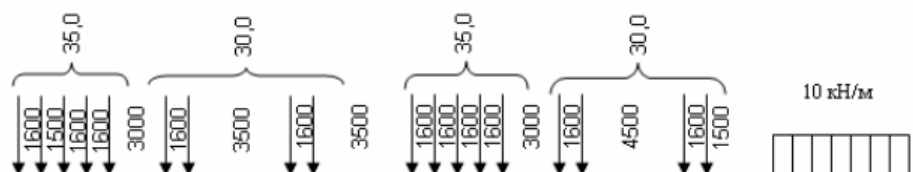


Рис. 1. Схема еталонного навантаження Н1 1931 р.

Величини еквівалентних навантажень для розрахункової схеми Н1 1931 р. в залежності від довжини лінії впливу  $\lambda$  і коефіцієнта  $\alpha$ , що характеризує положення вершини лінії впливу (для перерізу на опорі  $\alpha = 0$ , для перерізу в середині прогону  $\alpha = 0,5$ ), наведені в таблиці.

Таблиця

**Еквівалентні навантаження  
для розрахункової схеми Н1 1931 р.,  
кН/м колії (без динаміки)**

$\lambda$ , м	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,5$	$\lambda$ , м	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,5$
1	70,0	70,0	40	16,5	14,4
2	42,0	35,0	45	16,1	14,4
3	34,2	25,1	50	15,8	14,3
4	31,5	24,5	60	15,1	13,7
5	29,1	24,1	70	14,6	13,2
6	28,0	22,6	80	14,1	12,7
7	27,1	22,6	90	13,7	12,2
8	26,3	22,8	100	13,4	11,8
9	25,1	22,3	110	13,2	11,5
10	24,2	21,6	120	12,9	11,3
12	22,9	19,8	130	12,7	11,1
14	21,6	18,8	140	12,6	11,0
16	20,3	18,2	150	12,4	10,8
18	19,5	17,9	160	12,3	10,7
20	18,8	17,4	170	12,1	10,6
25	17,7	15,9	180	12,0	10,6
30	17,3	15,2	190	11,9	10,5
35	17,0	14,6	200	11,8	10,5

Допустиме вертикальне навантаження  $k$  визначається на основі розрахунків елемента на міцність, витривалість, стійкість (для стиснутих елементів), а також за міцністю стиків і прикріплень елементів. Величина допустимого навантаження  $k$  залежить від матеріалу конструкції (розрахункового опору металу), геометричних характеристик перерізу елемента (площі поперечного перерізу, моменту опору, кількості заклепок та болтів і т. ін.), характеру роботи елемента у складі прогонової будови, постійного навантаження, інших навантажень і умов роботи. Розрахунок вантажопідйомності прогонових будов мостів, що експлуатуються, як і розрахунок при проектуванні нових мостів, проводиться за граничними станами. Для металевих прогонових будов з головними балками із суціль-

ною стінкою та балок проїзної частини враховується основне сполучення навантажень, що включає постійне навантаження і тимчасове навантаження від рухомого складу.

Для окремих елементів прогонових будов з наскрізними головними фермами (портальних рам і поясів з прогонами 55 м і більше) проводяться також розрахунки у разі додаткового сполучення навантажень, до якого, крім навантажень основного сполучення, включається дія вітру та гальмування. Для мостів на кривих враховується центробіжна сила.

У розрахунках враховується зміщення осі колії від осі прогонової будови (у разі його наявності) і фактичне розподілення постійного навантаження між головними фермами та балками.

Вантажопідйомність головних балок прогонових будов з суцільними стінками і балок проїзної частини повинна визначатись на основі розрахунків:

- на міцність за нормальними напруженнями;
- на міцність за дотичними напруженнями;
- на міцність поясних заклепок (болтів) або поясних швів;
- на загальну стійкість балок;
- на місцеву стійкість стінки балок;
- на витривалість за нормальними напруженнями.

Для балок проїзної частини додатково проводиться розрахунок прикріплення поздовжніх балок до поперечних і поперечних балок до головних ферм.

Величина допустимого вертикального тимчасового навантаження  $k$ , кН/м колії, від рухомого складу при розрахунках на міцність за нормальними напруженнями визначається за формулою

$$k = \frac{1}{\varepsilon_v n_v \Omega_v} (0,001 m R \chi W_0 - \varepsilon_p p \Omega_p), \quad (2)$$

де  $\varepsilon_v$  – частка тимчасового вертикального навантаження від рухомого складу на одну балку з урахуванням ексцентриситету;  $n_v$  – коефіцієнт надійності для вертикального навантаження від рухомого складу;  $\Omega_v$ ,  $\Omega_p$  – площі лінії впливу згинального моменту, які завантажуються відповідно рухомим складом та постійним навантаженням, м<sup>2</sup>; 0,001 – коефіцієнт розмірності;  $m$  – коефіцієнт умов роботи;  $R$  – основний розрахунковий опір матеріалу балки, МПа;  $\chi$  – поправочний коефіцієнт до розрахункового моменту опору;  $W_0$  – розрахунковий момент опору поперечного перерізу балки, см<sup>3</sup>;

$\varepsilon_p$  – частка постійного навантаження, яка припадає на одну балку;  $p = \sum n_{pi} \cdot p_i$  – сумарна розрахункова інтенсивність постійних навантажень, кН/м колії, де  $p_i$  і  $n_{pi}$  – інтенсивність та коефіцієнт надійності кожного з постійних навантажень, що діють на балку.

Розрахунок за нормальними напругами проводиться для перерізів, в яких діє максимальний згинальний момент, змінюється величина перерізу або є дефекти, які впливають на вантажопідйомність балок.

При розрахунках балок за нормальним напруженням на витривалість враховується коефіцієнт зниження розрахункового опору металу і коефіцієнт зменшення динамічної дії тимчасового навантаження  $\theta$ , а допустиме вертикальне тимчасове навантаження визначається за формулою

$$k = \frac{1}{\varepsilon_v \theta \Omega_v} (0,001 \gamma_w m R W_0 - \varepsilon_p p' \Omega_p), \quad (3)$$

де  $p' = \sum p_i$  – сумарна нормативна інтенсивність постійних навантажень, кН/м колії.

Коефіцієнти  $\gamma_w$  і  $\theta$  приймаються за вказівками [2].

Допустиме вертикальне навантаження у розрахунках на міцність за дотичними напругами перевіряється для перерізу на опорі за формулою

$$k = \frac{1}{\varepsilon_v n_v \Omega_v} \left( \frac{0,075 m R I_{br} \delta}{S_{br}} - \varepsilon_p p \Omega_p \right), \quad (4)$$

де  $\Omega_v$ ,  $\Omega_p$  – площі ліній впливу поперечної сили, які завантажуються відповідно вертикальним тимчасовим навантаженням від рухомого складу і постійним навантаженням, м;  $I_{br}$  – момент інерції бруто поперечного перерізу балки відносно її нейтральної осі, см<sup>4</sup>;  $\delta$  – товщина стінки балки, см;  $S_{br}$  – статичний момент бруто відсіченої частини поперечного перерізу балки, який розглядається відносно його нейтральної осі, см<sup>3</sup>.

Перевірка на загальну стійкість балки (стійкість стиснутого пояса) проводиться з визначенням допустимого навантаження за формулою

$$k = \frac{1}{\varepsilon_v n_v \Omega_v} (0,001 \phi m R W_{br} - \varepsilon_p p \Omega_p), \quad (5)$$

де  $\Omega_p$ ,  $\Omega_v$  – площі ліній впливу згинального моменту балки для перерізу стиснутого пояса

в середині вільної довжини, яка розглядається, м<sup>2</sup>;  $\phi$  – коефіцієнт поздовжнього згину у залежності від умовної гнучкості пояса із площини балки  $\lambda_0 = \frac{l_0}{r}$  та відносного ексцентриситета

$$i = 0 \quad (l_0 - \text{вільна довжина, см; } r = \sqrt{\frac{I_{br}}{F_{br}}} - \text{радіус}$$

ус інерції, см;  $I_{br}$  – момент інерції пояса із площини балки у поперечному перерізі в середині вільної довжини стиснутого пояса, см<sup>4</sup>;  $F_{br}$  – площа бруто поперечного перерізу стиснутого пояса балки, см<sup>2</sup>);  $W_{br}$  – момент опору бруто всього поперечного перерізу балки для її стиснутого волокна відносно горизонтальної осі, см<sup>3</sup>.

У галузевому стандарті ГСТУ 32.6.03.111-2002 наведені необхідні розрахункові формули для інших указаних вище перевірок.

Вантажопідйомність елементів наскрізних головних ферм обов'язково визначається у їх поперечних перерізах за міцністю і витривалістю. Для елементів ферм, які зазнають стиснення, необхідно визначати вантажопідйомність також за стійкістю. Для стиків і прикріплення елементів головних ферм вантажопідйомність визначається тільки розрахунками на міцність. Узлові фасонки перевіряються на виколювання та продавлювання по найбільш небезпечних контурах.

Допустиме тимчасове навантаження, кН/м колії, для елементів наскрізних головних ферм у розрахунках на дію постійних навантажень і тимчасового вертикального навантаження від рухомого складу визначається за формулами:

- при розрахунках на міцність

$$k = \frac{1}{\varepsilon_v n_v \Omega_v} (0,1 m R G - \varepsilon_p p \Omega_p); \quad (6)$$

- при розрахунках на витривалість

$$k = \frac{1}{\varepsilon_v \theta \Omega_v} (0,1 m \gamma_w R G - \varepsilon_p p' \Omega_p); \quad (7)$$

- при розрахунках на стійкість

$$k = \frac{1}{\varepsilon_v n_v \Omega_v} (0,1 m \phi R G \mp \varepsilon_p p \Omega_p). \quad (8)$$

При розрахунках із врахуванням сполучення вертикальних (постійного і тимчасового) і горизонтальних (від дії вітру і гальмування) навантажень допустиме тимчасове навантаження, кН/м колії, визначається за наступними формулами:

- при розрахунках на міцність

$$k = \frac{1}{\varepsilon_v n_v \eta_v \Omega_v (1 + \xi_r)} \times \\ \times (0,1mRG - \varepsilon_p p \Omega_p - n_w \eta_w S_w); \quad (9)$$

- при розрахунках на стійкість

$$k = \frac{1}{\varepsilon_v n_v \eta_v \Omega_v (1 + \xi_r)} \times \\ \times (0,1m\varphi RG \mp \varepsilon_p p \Omega_p - n_w \eta_w S_w). \quad (10)$$

У формулах (6)–(10) позначено:  $\varepsilon_v$ ,  $\varepsilon_p$  – відповідно частка вертикального навантаження від рухомого складу або постійного навантаження, яка припадає на одну ферму;  $n_v$ ,  $n_w$  – коефіцієнти надійності відповідно для вертикального навантаження від рухомого складу і вітрового навантаження;  $\Omega_v$ ,  $\Omega_p$  – площі ліній впливу нормальних зусиль в елементах ферм, які завантажуються відповідно рухомих складом та постійним навантаженням, м;  $m$  – коефіцієнт умов роботи;  $R$  – основний розрахунковий опір металу прогонової будови, МПа;  $G$  – розрахункова площа поперечного перерізу елемента, або розрахункова площа його прикріплення, см<sup>2</sup>;  $p$  – величина розрахункового постійного навантаження у розрахунках на міцність і стійкість, кН/м колії;  $\theta$  – коефіцієнт, яким враховується зменшення динамічного впливу тимчасового вертикального навантаження при розрахунках на витривалість;  $p'$  – сумарна інтенсивність постійного нормативного навантаження на головні ферми при розрахунках на витривалість, кН/м колії;  $S_w$  – осьове зусилля від вітрового навантаження в елементі пояса, який розраховується, кН;  $\xi_r$  – коефіцієнт, яким враховується вплив навантаження в елементах поясу ферми, в рівні якого відбувається їзда.

У формули (2)–(10) підставляються абсолютні значення  $\Omega_v$ ,  $\Omega_p$  і  $S_w$ . Знак «мінус» у формулах (8) і (10) приймається у тому разі, коли  $\Omega_v$  і  $\Omega_p$  мають один і той же знак, а «плюс» – при різних знаках.

Додаткові формули, таблиці і графіки та необхідні вказівки для розрахунків елементів балок і ферм наведені в галузевому стандарті [2].

Вантажопідйомність прогонової будови в цілому визначається мінімальним класом  $K$  його елементів. При необхідності підсилення його

треба проводити, починаючи з елементів, які мають найменші класи.

Клас прогонової будови за вантажопідйомністю є величиною, достатньо стабільною, і не змінюється в умовах, коли не з'являються дефекти, що впливають на вантажопідйомність (корозія металу, тріщини, механічні пошкодження і т. ін.), не збільшується постійне навантаження, наприклад, під час заміни мостового полотна з укладанням безбаластних залізобетонних плит або не накопичуються з часом суттєві втомлювальні пошкодження металу.

Розрахунок підсилення металевих прогонових будов згідно з галузевим стандартом [2] проводиться також у формі класифікації.

Основні принципи оцінки вантажопідйомності залізобетонних прогонових будов методом класифікації аналогічні принципам класифікації за вантажопідйомністю металевих прогонових будов.

Класифікація за вантажопідйомністю залізобетонних прогонових будов залізничних мостів та визначення умов їх експлуатації проводиться на основі нормативного документа Укрзалізниці ЦП-0085 [3], розробленого в ГНДЛ штучних споруд ДПТУ (керівник – канд. техн. наук В. І. Борщов).

При визначенні вантажопідйомності залізобетонних прогонових будов враховується їх стан, а саме:

- фактична міцність бетону та арматурної сталі прогонових будов;
- фізичний стан конструкцій (наявність дефектів, пошкоджень, що з'явилися у процесі експлуатації; вплив атмосферних та інших факторів, що знижують вантажопідйомність будови);
- фактична товщина шару баласту під шпалою на прогоновій будові;
- якість заводського виготовлення і монтажу прогонових будов, а також їх підсилення або ремонту;
- фактичне зміщення осі колії відносно осі прогонової будови;
- конструкція прогонової будови і окремих її деталей.

Визначення вантажопідйомності залізобетонних прогонових будов здійснюється методом класифікації за граничними станами на міцність та витривалість, а також у разі потреби, на тріщиностійкість. Спочатку для кожного елемента прогонової будови, як і для металевих мостів, розраховується максимальна величина допустимого вертикального тимчасового навантаження  $k$ , кН/м колії, від рухомого складу.

Клас елемента залізобетонної прогонової будови в залежності від допустимого навантаження  $k$  визначається за формулою

$$K = \frac{\Psi k}{k_{et}(1 + \mu_3)}, \quad (11)$$

де  $\Psi$  – коефіцієнт, який вводиться для уніфікації результатів класифікації головних балок металевих та залізобетонних прогонових будов і обчислюється за формулою

$$\Psi = \frac{1 + \frac{21}{30 + l_p}}{1 + \frac{27}{30 + l_p}}$$

( $l_p$  – розрахунковий прогон головних балок, м);  $k_{et}$  – нормативна інтенсивність еталонного навантаження за розрахунковою схемою Н1 1931 року;  $(1 + \mu_3)$  – динамічний коефіцієнт для еталонного навантаження при класифікації залізобетонних прогонових споруд, який визначається в залежності від товщини баласту під шпалою згідно з вимогами Правил [3].

Визначення вантажопідйомності залізобетонних прогонових будов включає розрахунки в перерізах плити баластового корита та головних балок. Як розрахункові перерізи для плити баластового корита та головних балок слід розглядати:

- переріз у місці заробки плити в ребро для консольної її частини;
- перерізи в місцях заробки та в середині прогону плити для монолітної її частини між ребрами;
- переріз у середині прогону головної балки;
- опорний переріз головної балки.

Додатково для плити та головних балок прогонової будови розрахунки проводяться в перерізах, які мають:

- відгини та обриви стержнів робочої арматури;
- різні зміни геометричних розмірів балок;
- дефекти, що можуть впливати на вантажопідйомність будови.

Оцінка вантажопідйомності залізобетонних прогонових будов, що експлуатуються на мережі залізниць України, в залежності від наявності технічної документації виконується різними способами, а саме:

- за опалубними та арматурними кресленнями (спосіб 1);
- шляхом порівняння розрахункових норм проектування прогонових будов із сучасними нормами (спосіб 2);

– прив'язкою параметрів прогонової будови, що експлуатується, до прогонової будови, вантажопідйомність якої була визначена раніше, або до проектів повторного застосування (спосіб 3).

Перший спосіб є основним і його слід використовувати у випадку наявності достовірних арматурних креслень та даних про матеріали, із яких виготовлена прогонова будова.

Розрахункові формули, таблиці, графіки, довідкові матеріали та необхідні вказівки до розрахунків вантажопідйомності плити і головних балок залізобетонних прогонових будов наведені в Правилах [3].

Для оцінки можливості пропуску по мостах рухомий склад залізниць (локомотиви, вагони, важкі транспортери, консольні крани та інші спеціальні навантаження) класифікують за дією на мости. Класифікація рухомого складу полягає в тому, що його вплив на прогонові будови (еквівалентне навантаження) з урахуванням динамічного коефіцієнта виражають також у одиницях еталонного навантаження. При цьому число одиниць еталонного навантаження  $K_0$  називають класом рухомого складу за дією на елементи моста і визначають за формулою

$$K_0 = \frac{k_0(1 + \mu_0)}{k_{et}(1 + \mu)}, \quad (12)$$

де  $k_0$  – еквівалентне навантаження для рухомого складу, який підлягає класифікації, кН/м колії;  $(1 + \mu_0)$  – динамічний коефіцієнт для рухомого складу, який класифікують;  $k_{et}$  – еквівалентне навантаження для поїзда за схемою Н1 1931 року, кН/м колії;  $(1 + \mu)$  – динамічний коефіцієнт для еталонного навантаження, який слід приймати таким, як для поїзда з паровою тягою.

Еквівалентні навантаження  $k_0$  і  $k_{et}$  слід приймати для однієї і тієї ж лінії впливу.

Еквівалентні навантаження і класи рухомого складу обчислюють для трикутних ліній впливу довжиною 1...200 м при трьох положеннях вершин (при  $\alpha = 0$ ,  $\alpha = 0,25$ ,  $\alpha = 0,5$ ).

Величини еквівалентних навантажень для рухомого складу, який класифікують, визначають з урахуванням параметрів ліній впливу. Для рухомого складу як системи зосереджених сил з відомими величинами сил (навантаженням на осі) і відстанями між ними інтенсивність еквівалентного навантаження  $k_0$ , кН/м колії розраховується за формулою

$$k_0 = \frac{\sum P_i y_i}{\Omega},$$

де  $P_i$  – навантаження на  $i$ -ю вісь рухомого складу;  $y_i$  – ордината лінії впливу під силою  $P_i$ ;  $\Omega$  – площа лінії впливу, що завантажується.

Максимальною величиною  $k_0$  буде тоді, коли один із вантажів (критичний вантаж) знаходиться над вершиною лінії впливу. При розрахунках на ЕОМ, встановлюючи послідовно над вершиною лінії впливу кожен вісь поїзда, знаходять саме невідповідне положення навантаження і максимальну величину  $k_0$ .

Рухомий склад залізниць характеризується великою різноманітністю за навантаженнями на вісь, їх кількістю та відстанню між осями у складі поїзда.

Характеристика всіх видів рухомого складу залізниць України та результати класифікації (еквівалентні навантаження  $k_0$  та класи  $K_0$ ) за дією на мости навантажень від локомотивів різних типів і серій, вагонів різного призначення, багатовісних транспортерів вантажопідйомністю 100...500 т та консольних кранів у транспортному і робочому положеннях наведені в нормативному документі Укрзалізниця ЦП – 0093 «Інструкція з визначення умов пропуску рухомого складу по металевих та залізобетонних залізничних мостах» [4].

У зазначеній інструкції наведені таблиці еквівалентних навантажень і відповідних їх класів за дією на мости для різних типів рухомого складу, що обертається на мережі залізниць України.

В Інструкції [4] наведені еквівалентні навантаження та класи зчепів з однотипних локомотивів або вагонів. Для поїздів, які сформовані з локомотивів та вагонів різних типів або перспективного рухомого складу з іншими характеристиками, при визначенні величин еквівалентних навантажень та класів можна використовувати спеціально розроблені програми для розрахунку на ПОМ.

Із метою перевірки можливості пропуску рухомого складу по прогоновій будові проводиться порівняння класів елементів прогонової будови з класом рухомого складу. Порівняння класів елементів прогонової будови з відповідним класом рухомого складу, який обертається на ділянці або планується до введення, дозволяє зробити висновки про те, чи задовольняє це навантаження даний елемент або вся прогонова будова в цілому за своєю розрахунковою здатністю.

При порівнянні класів елементів прогонових будов за міцністю та стійкістю з класами рухомого складу можливі такі випадки:

- якщо  $K_0 \leq K$ , рух тимчасового навантаження відбувається без обмеження швидкості (із встановленою на дільниці швидкістю);

- якщо  $K_0 > K$ , але

$$\frac{K_0}{(1 + \mu)} < K,$$

рух навантаження можливий з обмеженням швидкості;

- якщо  $K_0 > K$  і

$$\frac{K_0}{(1 + \mu)} > K,$$

рух навантаження по прогоновій будові неможливий навіть з обмеженням швидкості і потрібні підсилення або заміна конструкції.

Для поїздів з тепловозною і електровозною тягою, вагонів і транспортерів у випадку, коли за результатами розрахунків елементів прогонових будов на міцність і стійкість  $K_0 > K$ , а

$$\frac{K_0}{(1 + \mu)} < K,$$

величина допустимої швидкості визначається за графіками рис. 2 або за формулою

$$v = \frac{60}{\mu_0} \left( \frac{K}{K_0} (1 + \mu_0) - 1 \right), \quad (13)$$

де  $K$  і  $K_0$  – класи елементів прогонової будови і рухомого складу, що визначаються за формулами (1), (11) та (12);  $(1 + \mu_0)$  – динамічний коефіцієнт для відповідного рухомого складу ( $\mu_0$  – динамічна добавка).

Величина динамічної добавки  $\mu_0$  в формулі (13) і на рис. 2 розраховується за формулами:

- для металевих прогонових будов

$$\mu_0 = \frac{21}{30 + \lambda};$$

- для залізобетонних прогонових будов у разі товщини шару баласту під шпалою до 0,25 м

$$\mu_0 = \frac{15}{20 + l_p};$$

- для залізобетонних прогонових будов у разі товщини шару баласту під шпалою в межах 0,25...1,00 м

$$\mu_0 = \frac{20(1 - h_6)}{20 + l_p},$$

де  $\lambda$  – довжина завантаження лінії впливу, м;  $h_6$  – товщина баласту під шпалою, м (у разі  $h_6 < 0,25$  і  $h_6 < 1,00$  м приймається відповідно  $h_6 < 0,25$  і  $h_6 < 1,00$  м).

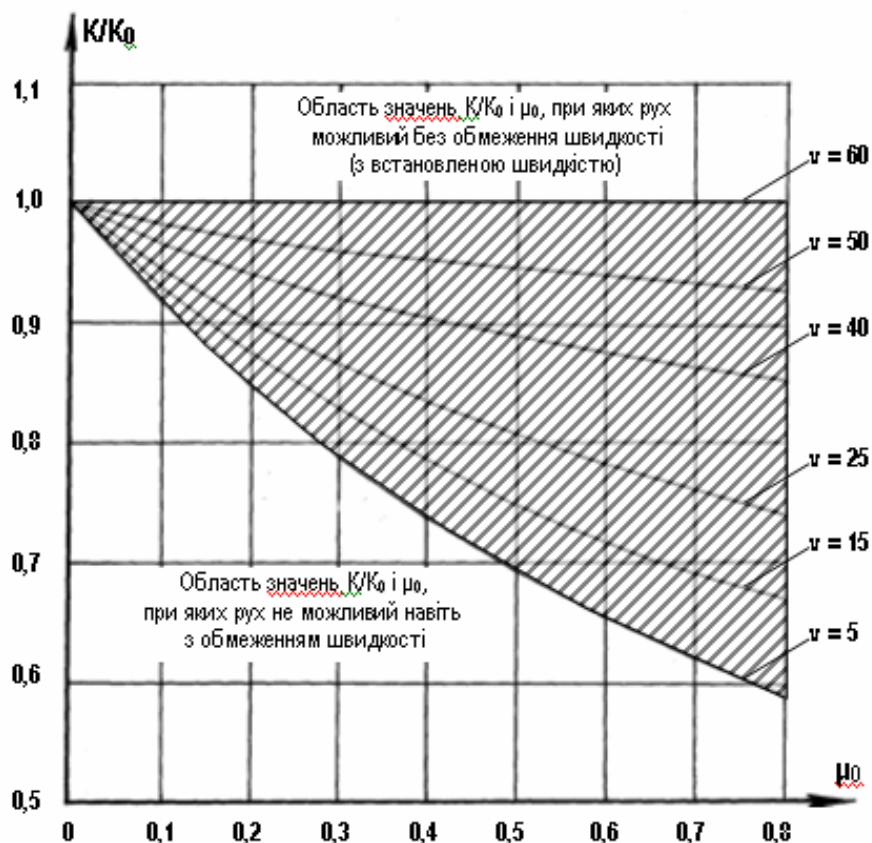


Рис. 2. Графіки для визначення швидкості руху тимчасового навантаження

Для поїздів з паровою тягою величина допустимої швидкості визначається згідно з вказівками галузевого стандарту [2].

У разі недостатнього класу прогонової будови лише за витривалістю обмеження швидкості руху навантаження не вводиться, але необхідно передбачити в плановому порядку підсилення відповідних елементів.

За вантажопідйомністю для всіх мостів, що експлуатуються, крім класу, встановлюється ще укрупнений показник – категорія. Всі мости розподілені на п'ять категорій. До категорії I відносяться мости без суттєвих дефектів, які розраховані на навантаження Н8 та С14 і мають значний запас вантажопідйомності. Мости категорії II та III забезпечують пропуск всіх навантажень, що обертаються на мережі залізниць у даний час, включаючи транспортери вантажопідйомністю до 300 т із швидкістю не менше 25 км/год і транспортери вантажопідйомністю більше 300 т із швидкістю не менше 15 км/год. До категорії IV відносяться мости, які забезпечують пропуск поїздів із вагонами з погонним навантаженням 75 кН/м колії, а також транспо-

ртерів вантажопідйомністю до 300 т включно із швидкістю не менше 15 км/год. Усі інші мости, які не відповідають вимогам категорій I–IV, відносять до категорії V.

Еквівалентні навантаження та класи навантажень, які відповідають вантажопідйомності мостів вказаних категорій, наведені в галузевому стандарті [2].

#### БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Інструкція по утриманню штучних споруд, ЦП – 0054. – К., 1999. – 96 с.
2. ГСТУ 32.6.03.111–2002. Правила визначення вантажопідйомності металевих прогонових будов залізничних мостів. – К.–Д., 2003. – 382 с.
3. Правила визначення вантажопідйомності балкових прогонових будов залізничних мостів, ЦП – 0085. – Д., 2003. – 404 с.
4. Інструкція з визначення умов пропуску рухомого складу по металевих та залізобетонних залізничних мостах, ЦП – 0093. – К., 2002. – 302 с.

Надійшла до редколегії 05.05.2004.