https://doi.org/10.36100/dorogimosti2023.27.189

УДК 624.21/.8

Корнієв М. М., *канд. техн. наук, https://orcid.org/0000-0002-3018-9874*

АТ «Київстройпроект», м. Київ, Україна

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗМІНИ НАВАНТАЖЕННЯ НА МОСТИ

Анотація

Вступ. Державні будівельні норми, які встановлюють навантаження для мостів ДБН В.1.2-15:2009 «Навантаження і впливи» є тим документом, який допоміг підняти рівень розрахункових транспортних навантажень на мости і наблизити їх значення до значень моделі LM1 Єврокодів. Але характеристичні навантаження були збережені на старому рівні, що порушило принципи розрахунків надійності, згідно яких, характеристичні навантаження мають відстояти від середніх значень, як мінімум на 5 стандартів

Проблематика. Порівняння розрахункових автомобільних навантажень моделі АК в ДБН В.1.2-15 з моделлю LM1 Єврокоду EN 1991-2 і моделлю трака за нормами США AASHTO LRFD показує, що існує певний баланс між ними. Розрахункове навантаження за нормами України займає проміжне положення між нормами Європи і США. Але, рівень характеристичних навантажень майже вдвічі нижчий ніж в Єврокоді. Це є суттєвим недоліком державних будівельних норм, оскільки знижує рівень надійності розрахунків за другою групою граничних станів.

Мета. Стаття присвячена пошуку та аналізу пропозицій щодо змін навантажень.

Матеріали та методи. У статті надані пропозиції, що до зміни деяких параметрів навантаження моделлю АК для збереження рівня розрахункових навантажень і збільшення характеристичних, для наближення до навантаження моделі LM1 EN 1991-2.

Результати. У цілому, запропоновані у статті зміни дозволять підняти рівень надійності розрахунків за II групою граничних станів до рівня надійності Єврокодів; при цьому, характеристичні значення зусиль на 20 % менші значень від моделі LM1 (крім мостів з одною смугою); розрахункові значення зусиль на (8–10) % менші значень від моделі LM1 (крім мостів з одною смугою); спростити існуючу модель навантажень і позбутися додаткових смуг навантажень; позбутися установки пар тандемів при завантаженні ліній впливу опорних моментів.

Висновки. У статті ми не торкнулися питання, що до введення єдиного середньозваженого коефіцієнта надійності для всіх постійних навантажень. Існуючі коефіцієнти, не можна обґрунтувати, у зв'язку з відсутністю достовірних коефіцієнтів варіації. Зараз для всіх навантажень за власною вагою, крім покриття введений коефіцієнт надійності 1,25. А для покриття коефіцієнти 1,5 — якщо міст за містом і 2,0 — якщо міст в місті. У свій час це обґрунтовувалося тим, що були відомі випадки, коли покриття на міських мостах подвоювали при реконструкції вулиць. Але зараз таких випадків немає. І якщо прийняти 1.5 для ваги покриття і 1,25 для іншої ваги, то для власної ваги всіх конструкцій моста можна прийняти коефіцієнт $\gamma_f = 1{,}35$.

Ключові слова: державні будівельні норми, коефіцієнт надійності, міст, модель, навантаження, тандем.

Вступ

Вплив величини транспортних навантажень на зусилля в елементах мосту не слід переоцінювати. Частка транспортних навантажень в сумарних навантаженнях балок складає,

приблизно 10 % — для залізобетонних, 20 % — сталезалізобетонних і 30 % — сталевих балок, відповідно. Тобто, зміна величини транспортного навантаження, навіть, на третину, викличне зміни зусиль в балках від 3 % до 9 %.

У ДБН В.1.2-15 ми користуємося транспортною моделлю АК, яка з'явилася в 80-ті роки[1] у СНиП 2.05.03-84, де клас навантажень був прийнятий рівним 11[2]. З того часу клас неодноразово збільшувався. У ДБН В.1.2-15 клас навантажень був прийнятий рівним 15, і були змінені коефіцієнти надійності і правила навантаження мосту.

Критеріями для порівняння оновленого навантаження АК стали вантажні моделі в Єврокоді [7] і в нормах США [8]. За орієнтир була прийнята модель транспортного навантаження LM1, яка була розроблена при складанні Єврокоду EN 1991-2.

З часом, стали очевидними недоліки і визначилися цілі корегування навантаження АК в новій редакції норм:

1. При діленні проїзду на смуги навантаження, ширину смуг навантаження слід приймати 3,0 м, замість 3,5 м.
2. Слід відмовитися від додаткових смуг руху; з'ясувалося, що це ускладнює розрахунки і майже не впливає на кінцеві результати.
3. Слід позбутися тандемів АК на четвертій смузі; з'ясувалося що в деяких випадках навантаження більші за модель LM1 в Єврокоді.
4. Слід відкоригувати значення коефіцієнтів надійності, відповідно до прийнятих в Єврокоді коефіцієнтів варіації і діаграми розподілу.
5. Слід підняти рівень характеристичних значень моделі АК, тобто змінити клас.

Як створювалася модель LM1 в EN 1991-2

При складанні моделей навантажень для EN 1991-2, були виконані масштабні дослідження руху вантажівок у транспортних потоках на дорогах Франції, Нідерландів, Німеччини, Англії, і Італії протягом років [9]. Безцінність цього дослідження полягає в тому, що зараз воно опубліковано, і ми можемо його вивчати і використовувати. Більш розширені пояснення надані в роботі [5].

Робота з побудови моделей навантажень, зокрема і моделі LM1, виконувалась поетапно:

– реєстрація складу вантажівок в потоці машин; вибір основних типів вантажівок; визначення частки найбільш популярних і важких типів в потоці;
– замірювання тиску осей для вибраних типів вантажівок; статистична обробка;
– прогнозування осьових навантажень у майбутньому;
– вибір відстаней між осями для призначених 4 типів вантажівок;
– вибір даних про вагу вантажівок і відстані між осями;
– оцінка кількості вантажівок по смугам;
– оцінка динамічної складової;
– оцінка відстані між вантажівками в потоці;
– оцінка при завантаженні вибраними типами вантажівок стандартних ліній впливу згинальних моментів і поперечних сил.

---

[1] Вперше була застосована при проєктуванні вантового Північного мосту в Києві, замість моделі Н-30 згідно з СН 200-62.

[2] За характеристичні навантаження були прийняті найбільші, зареєстровані на той час навантаження на дорогах, тобто 11 т на вісь. Було прийнято, що характеристичне значення віддалене від середнього на 3-4 стандарти, а розрахункове значення на 5 стандартів від середнього. Коефіцієнти варіації були прийняті 0.3 для тандемів і 0.2 для розподіленого. Виходячи з цих даних були розраховані коефіцієнти надійності 1.47 для тандемів і 1.11 для розподіленого, які були прийнятими 1.5 і 1.15.

Виконані дослідження дозволили побудувати вантажну модель, оцінити середнє значення навантажень, і далі знайти характеристичні і розрахункові значення (**рис. 1**).

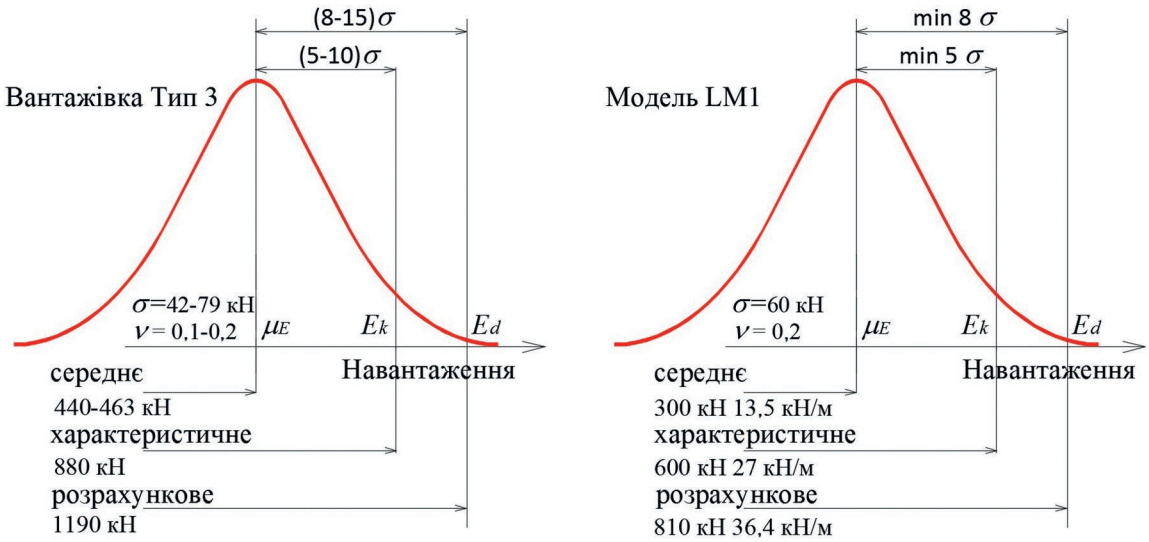

Рисунок 1 — Середнє, характеристичне і розрахункове значення навантажень

На **рис. 2** показана схема вантажівки з характеристичною вагою 880 кН і розподілом ваги між осями, яка була вибрана для побудови моделі LM1.

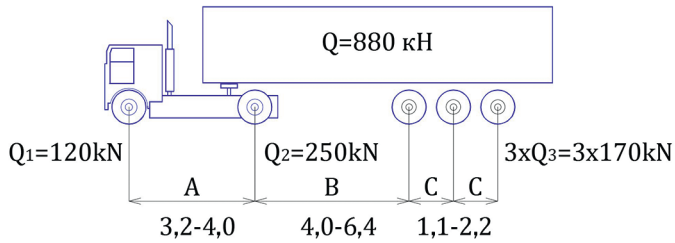

Рисунок 2 — Характеристичні значення тиску основної вантажної моделі

Характеристичне значення ваги вантажівки віддалене від середнього на 5 стандартів[3], тобто вірогідність появи такого навантаження оцінюється менше одиниці на мільйон вантажівок.

Криві розподілу фактичного навантаження у вигляді вибраного типу вантажівок (як на **рис. 2**) і штучної моделі LM1 показані на **рис. 1**.

На основі даних на **рис. 1** є можливість розрахувати коефіцієнт надійності γ_f при коефіцієнті $\nu = 0{,}2$: $\gamma_f = (1 + 8 \cdot \nu) / (1 + 5 \cdot \nu) = 1{,}3$. Коефіцієнт надійності в Єврокоді був прийнятий з врахуванням динамічної складової рівним $\gamma_f = 1{,}35$.

[3] Стандартне відхилення s (або стандарт) при значенні середнього $\bar{x}$ можна отримати за формулою:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_i^n \left(x_i - \bar{x}\right)^2}.$$

Стандарт ще має позначення σ.

Еквівалентна вантажна модель LM1 (**рис. 3**) імітує проїзд колони вантажівок, і є схемою з розподіленим по смугам навантаженням і одним тандемом.

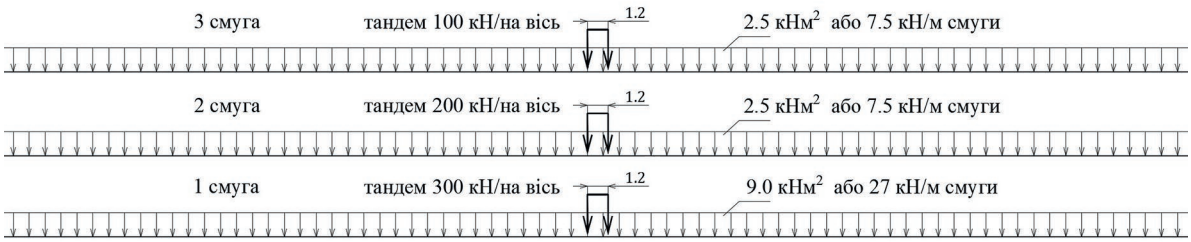

Рисунок 3 — Характеристичні навантаження моделі LM1

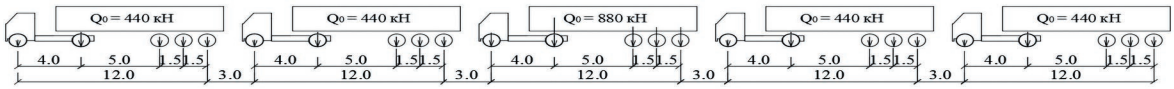

Рисунок 4 — Еквівалентне характеристичне навантаження моделі LM1 на першій смузі

Навантаження, що показане на **рис. 4** складено з окремих вантажівок відповідає навантаження LM1 на першій смузі, що показано на **рис. 3**.

Слід відмітити, що характеристичне значення ваги моделі А15 майже вдвічі менше моделі LM1 (див. **рис. 5**).

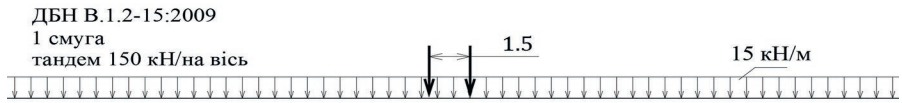

Рисунок 5 — Характеристичні навантаження моделі А15. Перша смуга

Крім моделі LM1 для порівняння навантажень АК, була розглянута модель у мостових нормах США AASHTO LFRD у вигляді «трака» і розподіленого навантаження (**рис. 6)**. Це навантаження було перенесено зі старих норм, де розрахунки виконувались ще за допустимими напруженнями. При відносно малих характеристичних навантаженнях, розрахункові навантаження більші за характеристичні значення у 2,3 рази за рахунок коефіцієнта надійності 1,75 і динамічної добавки у 33 %.

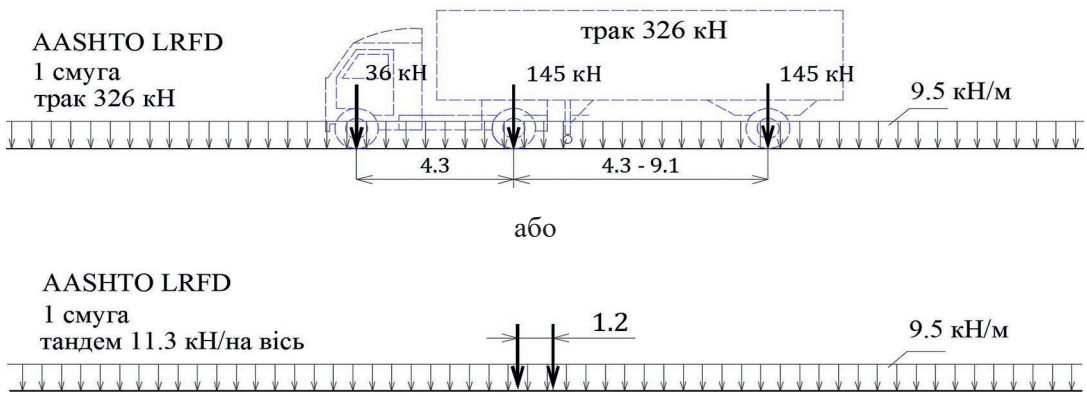

Рисунок 6 — Характеристичні навантаження тривісного трака AASHTO LFRD. Перша смуга

Графічне порівняння навантажень

Оцінку рівня навантажень зручно виконувати порівнянням з іншими стандартами. Для порівняння рівня навантажень моделі А15, з навантаженнями за нормами EN 1991-2 і AASHTO LFRD побудовані графіки, на яких показано як змінюється навантаження на міст із зміною ширини плити мосту, або кількості смуг руху. На **рис. 7** наведені графіки для тандемів, а на **рис. 8** — для розподіленого навантаження.

Синім кольором показане навантаження згідно EN 1991-2. Жовтим кольором показане навантаження згідно з ДБН В.1.2-15, червона пунктирна лінія — запропоновані зміни державні будівельні норми. Зелений колір — навантаження AASHTO.

Розподілене навантаженні згідно з EN 1991-2 зростає пропорційно ширині проїзду прямою лінією. А для ДБН і AASHTO зростання відбувається східцями. Це пов'язано з тим, що навантаження в EN 1991-2 віднесене до площі, а в інших нормах до смуг руху.

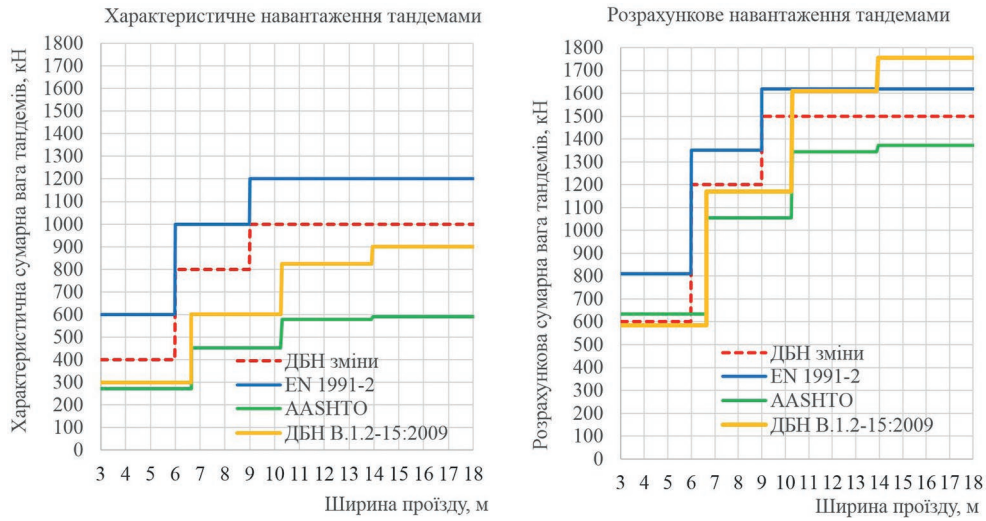

Рисунок 7 — Оцінка величини навантаження тандемами при зміні ширини плити: ліворуч характеристичні значення; праворуч — розрахункові

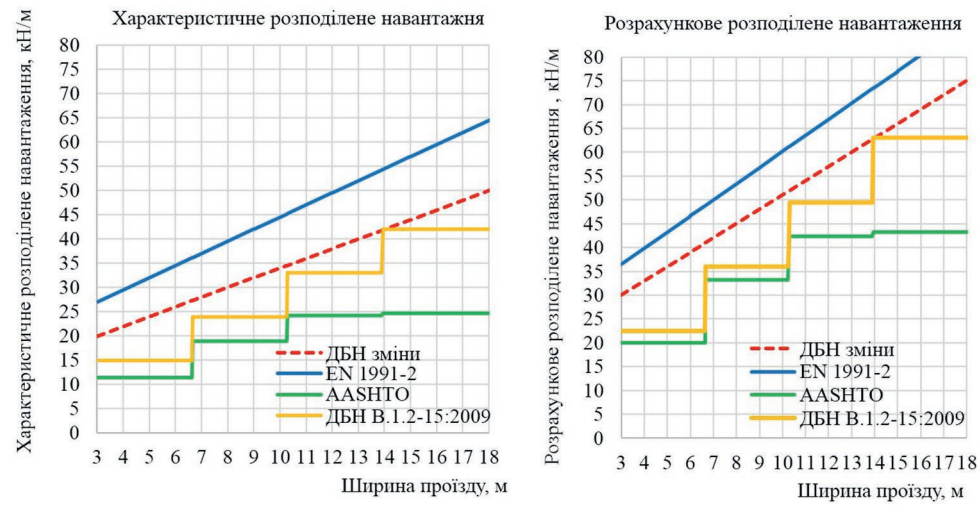

Рисунок 8 — Оцінка величини розподіленого навантаження при зміні ширини плити: ліворуч характеристичні значення; праворуч — розрахункові

З графіків видно, що найбільша різниця з моделлю LM1 виникає при порівнянні характеристичних навантажень. Навантаження LM1 перевищує навантаження за іншими нормами майже вдвічі. При цьому, розрахункове навантаження у ДБН В.1.2-15 (жовтий колір) близьке до навантаження за EN 1991-2, і навіть перевищує при 4-ьох смугах тандемів.

Виникає питання, чи потрібно в Єврокоді створювати таку високу забезпеченість появі характеристичного навантаження на мосту? Відповідь на це питання детально розглянуто в роботі [9] і висновкам важко заперечити.

На що вплинуть збільшені характеристичні навантаження?

При будь яких змінах навантажень слід оцінити, як такі зміни вплинуть на інші розрахунки, і до яких змін конструкції це призведе.

Для сталевих мостів ніяких змін не відбудеться. При всіх розрахунках міцності і стійкості використовуються розрахункові навантаження, а для розрахунків витривалості спеціальна модель.

Для сталезалізобетонних мостів, збільшення характеристичних навантажень не призведе до збільшення витрат прокату, але викличне збільшене армування плит.

Для залізобетонних конструкцій, де розрахунки тріщиностійкості виконуються при характеристичних навантаженнях, слід очікувати збільшені витрати арматури. Але враховуючи, що частка тимчасових навантажень складає до 10 % при глобальних розрахунках, то збільшення характеристичних навантажень вплине тільки на армування плит проїзду, де частка локальних транспортних навантажень найбільша.

Тому, нижче надані пропозиції зі збільшення характеристичних навантажень, є дуже обережними. Збільшення виконується до рівня, яке б зайняло проміжне значення між європейськими і американськими нормами і не завадило застосуванню типових конструкцій, що використовуються в Україні.

Пропозиції, що до зміни навантажень у державних будівельних нормах

Пропонуються внести такі зміни, що до самої моделі АК, зміни до порядку навантаження мосту і зміни до значень коефіцієнтів до навантажень:

1. Зміна класу навантажень АК.

Клас навантажень К слід збільшити з 15 на 20. При цьому характеристичні навантаження будуть збільшені на третину. Тиск осі візка становитиме 200 кН; розподілене навантаження на смугу 20 кН/м або розподілене навантаження на площу смуги шириною 3,0 м 6,67 кН/м^2.

2. Для визначення коефіцієнта надійності до навантажень тандемами і розподіленим, слід знайти середній тиск осі тандему, виходячи з характеристичного значення 200 кН. Приймемо графік розподілення, який наведений на **рис. 1** (як в Єврокоді) де відстань характеристичного значення від середнього становить не менше 5 стандартів. Тоді при коефіцієнті варіації v = 0,2, середнє значення дорівнює: 200 / (1 + $\sigma \cdot v$) = 200 / (1+ 5 · 0,2) = 200 / 2 = 100 кН.

Тобто, середнє значення тиску на вісь становить 100 кН, що відповідає фактичним даним.

Прийнявши віддалення розрахункового значення від середнього на 8 стандартів (див. **рис. 1**), розраховуємо γ_f за формулою:

$$\gamma_f = (1 + 8 \cdot 0{,}2) / (1 + 5 \cdot 0{,}2) = 1{,}3.$$

Якщо врахувати динамічну добавку 15 % для розподіленого навантаження і тандемів, то коефіцієнт надійності (з врахованою динамічною добавкою) має бути збільшений до γ_f = 1,5.

При таких змінах коефіцієнтів надійності в діапазоні прогонів (20–80) м похибка в згинальних моментах порівняно з існуючим станом не перевищить 4 %!

Тоді розрахункова вага тандему і розподіленого навантаження на площу становлять:

$$Q_d = Q_k \cdot \gamma_f = 400 \cdot 1{,}5 = 600 \text{ кН};$$
$$q_d = q_k \cdot \gamma_f = 20 \cdot 1{,}5 = 30 \text{ кН/м}.$$

3. Зміна ширини і кількості смуг навантажень.

Ширину смуг навантажень приймаємо рівною 3,0 м. Кількість смуг навантажень визначається, як ціла частка від ділення ширини між огородженнями проїзду на 3 м.

4. Зміна понижувальних коефіцієнтів до смуг руху.

Понижувальні коефіцієнти на смуги для тандемів слід приймати: $s_1 = 1{,}0$, $s_2 = 1{,}0$, $s_3 = 0{,}5$.

Подальші смуги тандемами не завантажуються. Кількість тандемів на проїзній частині одного напрямку має бути не більше трьох.

5. Понижувальні коефіцієнти на смуги для розподіленого навантаження: $s_1 = 1{,}0$; для другої і інших смуг $s_2 = 0{,}3$.

6. Розрахунок характеристичних і розрахункових навантажень АК.

Розподілене характеристичне навантаження може бути застосовано як лінійне на смугу, або як навантаження на площу з інтенсивністю для першої смуги:

q_{k1} = 6,67 кН/м^2; для інших смуг і площ що лишилися — q_{k2} = 2,0 кН/м^2; відповідні розрахункові значення: q_{d1} = 10,0 кН/м^2; q_{d2} = 3,0 кН/м^2.

При описаних змінах, ще раз розглянемо графіки на **рис. 7** і **рис. 8**, на яких співставлені навантаження від тандемів і розподіленого навантаження на плиту мосту за діючими ДБН В.1.2-15, EN 1991-2 і AASHTO, а також проаналізуємо червоний пунктир, яким відображені зміни при прийнятті класу 20. Видно, що при цих змінах відбулось зростання характеристичних навантажень без зростання розрахункових.

Нова модель А20, і зміни до завантаження плити можуть бути надані у вигляді, показаному на **рис. 9**. Ця схема навантажень повторює схему навантаження в Єврокоді і є більш зручною для роботи. Крім іншого, при цій схемі ми позбуваємося «додаткових» смуг, які виникали при діленні ширини проїзду на смуги навантаження в діючому ДБН В.1.2-15.

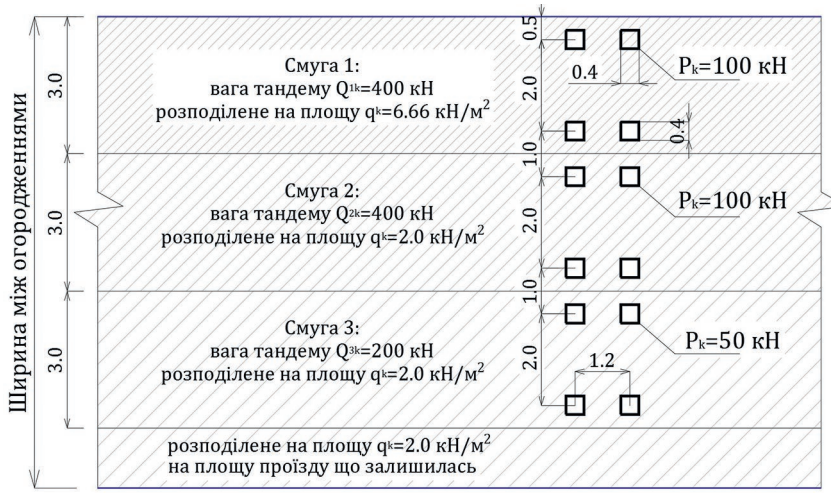

Рисунок 9 — Схема характеристичних навантажень моделлю А20 плити мосту

Крім описаних вище змін, змінена відстань між осями тандемів вздовж і поперек мосту і розміри відбитків коліс.

Висновки

1. Порівняння автомобільних навантажень АК передбачених у ДБН В.1.2-15 з навантаженнями Єврокоду EN 1991-2 і нормами США AASHTO LRFD показує, що навантаження за нормами України займає проміжне положення між навантаженнями за цими нормами. При цьому, характеристичні навантаження АК надмірно наближені до середніх значень і занадто віддалені від розрахункових.

2. При запропонованих змінах моделі АК у державних будівельних нормах, характеристичні навантаження будуть віддалені від середніх на 5 стандартів, а рівень розрахункових навантажень на 8 стандартів від середніх і на 3 стандарти від характеристичних. Це відповідає прийнятим Єврокоді положенням, показаним на графіку розподілу на **рис. 1**.

3. Коефіцієнт надійності до ваги тандемів і розподіленого навантаження прийнятий єдиним і рівним 1,5 (з включеним динамічним коефіцієнтом). Такий підхід спрощує розрахунки і не змінює результати.

4. Збільшення характеристичних навантажень на третину направлене на збільшення надійності розрахунків за другою групою граничних станів. В основному це торкнеться розрахунку залізобетонних елементів, які сприймають локальний вплив коліс тандемів. Для збільшення впливу коліс на плиту при локальних навантаженнях, змінені відстані в осях моделі АК з 1,5 м до 1,2 м і розміри відбитків коліс. Це позбавляє вводити спеціальну модель для розрахунку плити, схожу на LM2 в EN 1991-2.

5. Розрахункові навантаження залишились без змін, тобто забезпеченість при розрахунках за першою групою граничних станів залишиться на існуючому рівні.

6. У цілому, запропоновані зміни дозволять:

– підняти рівень надійності розрахунків за II групою граничних станів до рівня надійності Єврокодів; при цьому, характеристичні значення зусиль на 20 % менші значень від моделі LM1 (крім мостів з одною смугою);

– розрахункові значення зусиль на (8–10) % менші значень від моделі LM1 (крім мостів з одною смугою);

– немає перевищень зусиль моделі АК порівняно з LM1 при кількості смуг більше трьох;

– спростити існуючу модель навантажень і позбутися додаткових смуг навантажень;

– позбутися установки пар тандемів при завантаженні ліній впливу опорних моментів.

7. У цій статті ми не торкнулися питання, що до введення єдиного середньозваженого коефіцієнта надійності для всіх постійних навантажень. Існуючі коефіцієнти, не можна обґрунтувати, у зв'язку з відсутністю достовірних коефіцієнтів варіації. Зараз для всіх навантажень за власною вагою, крім покриття введений коефіцієнт надійності 1,25. А для покриття коефіцієнти 1,5 — якщо міст за містом і 2,0 — якщо міст в місті. У свій час це обґрунтовувалося тим, що були відомі випадки, коли покриття на міських мостах подвоювали при реконструкції вулиць. Але зараз таких випадків немає. І якщо прийняти 1,5 для ваги покриття і 1,25 для іншої ваги, то для власної ваги всіх конструкцій моста можна прийняти коефіцієнт γ_f = 1,35.

Список літератури

1. ДБН В.1.2-15:2009. Мости та труби. Навантаження і впливи. Київ, 2009. 84 с. (Інформація та документація).

2. ДБН В.2.3-22:2009. Мости та труби. Основні вимоги до проектування. Київ, 2009. 73 с. (Інформація та документація).

3. ДБН В.2.3-26:2009. Мости та труби. Сталеві конструкції. Київ, 2009. 266 с. (Інформація та документація).

4. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів.

Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ, 2018. 36 с. (Інформація та документація).

5. Корнієв М.М. Сталеві мости. 3 Тома, Київ, 2018. 423 с.

6. EN 1990: Eurocode - Basis of structural design [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]. English 2002. 119 p.

7. EN 1991-2: Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]. English 2003. 167 p.

8. AASHTO LRFD BRIDGE (American Association of State Highway and Transportation Officials) Design Specification, 2012. URL: http://lecturer.polnes.ac.id/dosen/budinugroho/E%20book%20AASHTO%20BRIDGE%20LRFD%20DESIGN%20SPESIFICATIONS%202012/AASHTO%20LRFD%20Bridge%20Design%20Specifications%20(6th%20Eition)%20(2012%20US).PDF (дата звернення: 11.01.2023) [in English].

9. G. Sedlacek, G. Merzenich, M. Paschen, A. Bruls, L. Sanpaolesi, P. Croce, J.A. Calgaro, M. Pratt, Jacob, M. Leendertz, v. de Boer, A. Vrouwenfelder, G. Hanswille. Background document to EN 1991- Part 2 - Traffic loads for road bridges – and consequences for the design,. First Edition, XXXXX 2008. 324 p.

10. EN 1991-1-1: Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]. English 2003. 47 p.

References

1. DBN V.1.2-15:2009. Mosty ta truby. Navantazhennia i vplyvy [State Building Norms (DBN V.1.2-15:2009) Bridges and pipes. Loads and influences]. Kyiv, 2009. 84 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

2. DBN V.2.3-22:2009. Mosty ta truby. Osnovni vymohy do proektuvannia (State Building Norms (DBN V.2.3-22:2009) Bridges and pipes. Basic design requirements). Kyiv, 2009. 73 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

3. DBN V.2.3-26:2009. Mosty ta truby. Stalevi konstruktsii. (State Building Norms (DBN V.2.3-26:2009) Bridges and pipes. Steel structures). Kyiv, 2009. 266 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

4. DBN V.1.2-14:2018. Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh obiektiv. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel i sporud [State Building Norms (DBN V.1.2-14:2018) A system for ensuring the reliability and safety of construction objects. General principles of ensuring the reliability and structural safety of buildings and structures]. Kyiv. 2018. 36 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

5. Korniiev M.M. Stalevi mosty [Steel bridges]. 3 Toma, Kyiv, 2018. 423 p. [in Ukrainian].

6. EN 1990: Eurocode - Basis of structural design [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]. English 2002. 119 p. [in English].

7. EN 1991-2: Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]. English 2003. 167 p. [in English].

8. AASHTO LRFD BRIDGE (American Association of State Highway and Transportation Officials) Design Specification, 2012. URL: http://lecturer.polnes.ac.id/dosen/budinugroho/E%20book%20AASHTO%20BRIDGE%20LRFD%20DESIGN%20SPESIFICATIONS%202012/AASHTO%20LRFD%20Bridge%20Design%20Specifications%20(6th%20Eition)%20(2012%20US).PDF (Last accessed: 11.01.2023) [in English].

9. G. Sedlacek, G. Merzenich, M. Paschen, A. Bruls, L. Sanpaolesi, P. Croce, J.A. Calgaro, M. Pratt, Jacob, M. Leendertz, v. de Boer, A. Vrouwenfelder, G. Hanswille. Background document to EN 1991- Part 2 - Traffic loads for road bridges – and consequences for the design,. First Edition, XXXXX 2008. 324 p. [in English].

10. EN 1991-1-1: Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]. English 2003. 47 p. [in English].

Mykhailo Korniev, *Ph.D., https://orcid.org/0000-0002-3018-9874*
JSC «Kyivstroyproekt», Kyiv, Ukraine

PROPOSALS FOR CHANGING THE LOAD ON BRIDGES

Abstract

Introduction. Bridge DBN V.1.2-15:2009 «Loadings and impacts» is the document that raised the level of calculated traffic loadings on bridges and bring their values closer to the values of LM1 model of Eurocodes. But the characteristic loadings were remained at the old level, which violated the principles of reliability calculations, according to which the characteristic loadings should deviate from the average values by 5 standards at least.

Problem statement. Estimated vehicle loadings of the AK model in DBN B.1.2-15:2009 in compare with LM1 model of Eurocode EN 1991-2 and the track model according to US AASHTO LRFD standards shows that there is a certain balance between them. The calculated loading according to the standards of Ukraine occupies an intermediate position between the standards of Europe and the United States. However, the level of characteristic loadings is almost twice lower in compare with in Eurocode. This is a significant drawback of DBN, because it reduces the level of reliability of calculations based on the second group of limit states.

Purpose. The article is devoted to the search and analysis of proposals for loading changes.

Materials and methods. The article provides proposals for changing some loading parameters of AK model in order to maintain the level of calculated loadings and increase the characteristic loadings for approaching LM1 EN 1991-2 model loading.

Results. In general, the changes proposed in the article will make it possible to raise the level of reliability of calculations according to the II group of limit states to the level of reliability of Eurocodes; at the same time the characteristic values of forces are 20 % lower than the values of LM1 model (except for bridges with one lane); calculated values of forces are (8–10) % lower than the values from the LM1 model (except for bridges with one lane); to simplify the existing loading model and to exclude additional lanes of loadings, to exclude the installation of pairs of tandems when loading lines of supporting moments impact.

Conclusions. In this article, we did not touch the issue of introducing a single weighted average reliability coefficient for all permanent loadings. The existing coefficients cannot be substantiated due to the lack of reliable coefficients of variation. Now, a reliability coefficient of 1.25 has been introduced for all self-weight loadings, except for the pavement. And for pavement the coefficients are 1.5 — if the bridge is outside the city and 2.0 — if the bridge is in the city. At one time this was justified by the fact that there were known cases when the pavement on city bridges was doubled during reconstruction of the streets. But now there are no such cases. And if we take 1.5 for the weight of the pavement and 1.25 for the other weight, then for the own weight of all bridge structures we can take the coefficient $\gamma_f = 1.35$.

Keywords: state construction standards, reliability factor, bridge, model, load, tandem.