

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра міського будівництва та господарства

03-04-113М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять
та виконання курсового проекту (проектування прольотної
будови мостового переходу) з навчальної дисципліни
«Міські інженерні споруди»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою 192 «Будівництво та
цивільна інженерія» («Міське будівництво і господарство»)
усіх форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 3 від 17.12 2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до практичних занять та виконання курсового проекту (проектування прольотної будови мостового переходу) з навчальної дисципліни «**Міські інженерні споруди**» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою 192 «Будівництво та цивільна інженерія» («Міське будівництво і господарство») усіх форм навчання. [Електронне видання] / Кочкаръов Д. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 20 с.

Укладач: Кочкаръов Д. В., д.т.н., професор, завідувач кафедри міського будівництва та господарства.

Відповідальний за випуск: Кочкаръов Д. В., д.т.н., професор, завідувач кафедри міського будівництва і господарства.

Керівник групи забезпечення

ОПП 192 «Будівництво та цивільна інженерія» Караван В. В.

© Д. В. Кочкаръов, 2024

© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

Передмова.....	4
1. Розрахунок пролітної будови моста виконаної із збірних залізобетонних елементів плитного типу.....	5
1.1. Встановлення розрахункової схеми одно пролітної будови моста.....	5
1.2. Збір навантажень на прольотну будову моста.....	5
1.2.1. Розрахунок постійних навантажень на прольотну.....	5
1.2.2. Розрахунок тимчасових навантажень, визначення коефіцієнтів поперечної установки.....	10
1.2.3. Визначення експлуатаційних значень тимчасових навантажень, коефіцієнтів динамічності та коефіцієнтів надійності за навантаженням.....	13
1.3. Визначення внутрішніх зусиль в елементах прольотної будови.....	14
1.3.1. Розрахунок згинаючих моментів.....	14
1.3.2. Визначення поперечних сил.....	16
2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ПРОЛЬОТНОЇ БУДОВИ	19
Рекомендована література.....	19

ПЕРЕДМОВА

Метою викладання навчальної дисципліни "Міські інженерні споруди" є набуття навичок проектування спеціальних інженерних споруд, зокрема мостів, естакад і шляхопроводів, підпірних стінок та тунелів. Майбутні фахівці, що навчаються за освітньо-професійною програмою 192 «Будівництво та цивільна інженерія» повинні **вміти**: компонувати об'ємно-планувальні та конструктивні схеми міських споруд різного призначення; складати розрахункові схеми спеціальних інженерних споруд та їх окремих елементів; збирати навантаження та визначати зусилля в елементах конструкцій; виконувати розрахунки окремих елементів споруд за несучою здатністю та придатністю до нормальної експлуатації, а також здійснювати їх конструювання; розробляти заходи щодо захисту конструкцій будівель і споруд від агресивної дії навколишнього середовища та ґрунтових вод; досліджувати і оцінювати реальний стан та забезпечувати нормальні умови експлуатації міських інженерних споруд.

Здобувачі вищої освіти повинні **знати**: основи розробки об'ємно-планувального та конструктивного рішення мостового переходу, основи статичного, а в окремих випадках (відповідно до завдання) ще й конструктивного розрахунку прольотної будови.

Даний розділ курсового проекту складається з розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 10-15 (20*) сторінок рукописного тексту та з графічної частини об'ємом 1 (2*) - х аркушів формату А3.

У відповідному розділі дипломного проекту крім всього вищезазначеного слід обов'язково здійснити конструктивний розрахунок та виконати армування несучого елемента прольотної будови.

1. РОЗРАХУНОК ПРОЛІТНОЇ БУДОВИ МОСТА ВИКОНАНОЇ ІЗ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПЛИТНОГО ТИПУ

1.1. Встановлення розрахункової схеми одно пролітної будови моста

Розрахункова схема моста в статичному відношенні являє собою однопролітну балку (рис. 1.1), розрахунковий проліт якої визначається за виразом

$$l_p = l - 2l_c = \dots (\text{м}). \quad (1.1)$$

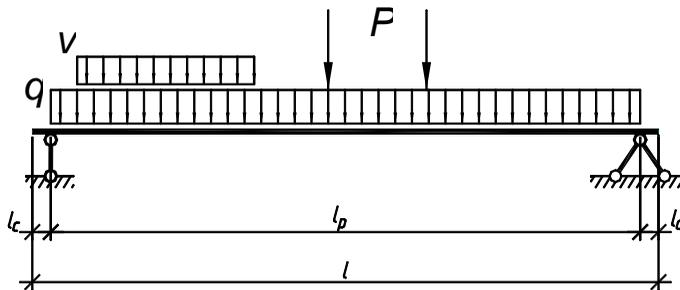


Рисунок 1.1 – До визначення розрахункового прольоту
моста

1.2. Збір навантажень на пролітну будову моста

1.2.1. Розрахунок постійних навантажень на пролітну будову моста

Збір навантажень виконується на 1 метр погонний пролітної будови моста. Експлуатаційне навантаження від власної маси елементів пролітної будови визначасмо за формулою

$$q_{p,n} = t_{np} b_p \gamma m = \dots \text{ (кН/м)}. \quad (1.2)$$

де t_{np} - приведена товщина плитних елементів прольотної будови моста, м; b_p - ширина плитного елемента прольотної будови, м; γ - густина матеріалу (залізобетону) елементів прольотної будови (25 кН/м^3); n - кількість плитних елементів прольотної будови в поперечному перерізі, шт. (рис. 1.2).

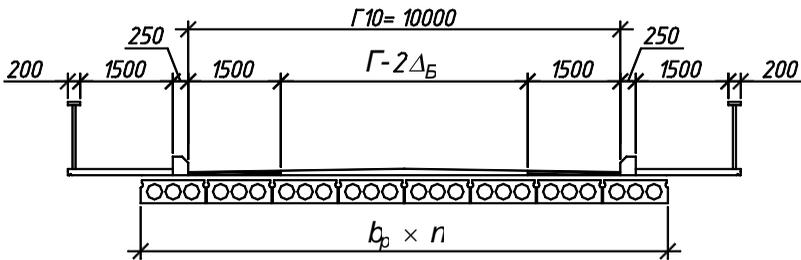


Рисунок 1.2 – Поперечний переріз прольотної будови мосту виконаної із збірних плитних елементів

Експлуатаційне навантаження від власної маси двох тротуарів шириною $b_{tp}=1,5\text{ м}$ та перилами визначається за виразом

$$q_{T,n} = 2q_{t,n} = 2 \times 15 = 30 \text{ (кН/м)}. \quad (1.3)$$

Значення навантаження прийняті за типовим проектом, для якого експлуатаційне навантаження від тротуарного елемента складає $q_{t,n} = 15 \text{ кН/м}$.

Збір навантаження від власної маси дорожнього покриття виконується у табличній формі (див. табл. 1.1). В таблицю записуються всі шари покриття проїзної частини прольотної будови мосту та тротуару. Конструкції дорожніх покриттів проїзної частини та тротуару приведені на рис. 1.3 і рис. 1.4.

Експлуатаційне навантаження від кожного шару покриття заноситься у відповідну таблицю та обчислюється за формулою

$$q_{i,n} = t_i b_{n,i} \gamma_i = \dots \text{ (кН/м)}, \quad (1.4)$$

де t_i - товщина шару покриття проїзної частини або тротуару, м;
 $b_{bn,i}$ - ширина вантажної площі шару покриття (для проїзної частини приймається значення габариту Γ , для тротуару – подвійна ширина тротуару $2b_{tp}$), м; γ_i - густина матеріалу шару покриття, кН/м^3 .



Рисунок 1.3 – Конструкція покриття проїзної частини прольотної будови мосту виконаної із збірних плитних елементів

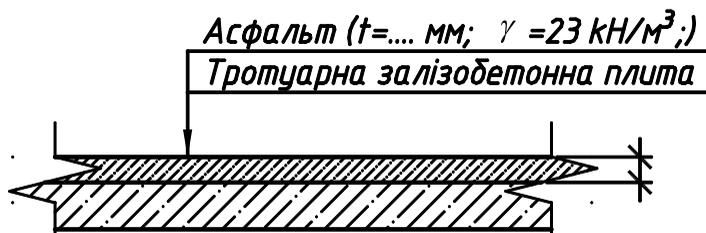


Рисунок 1.4 – Конструкція покриття тротуару прольотної будови моста

Таблиця 1.1 – Навантаження від власної маси дорожнього покриття

№ з/п	Вид навантаження (шари покриття проїзної частини та тротуару)	Експлуатаційне навантаження $q_{i,n}, \text{кН/м}$	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове навантаження $q_i, \text{кН/м}$
1	2	3	4	5
Проїзна частина				
1	Асфальтобетон ($t_1 \Gamma \gamma_1 =$)			
2	Армований бетон ($t_2 \Gamma \gamma_2 =$)			
3	Гідроізоляція ($t_3 \Gamma \gamma_3 =$)			
4	Цементна стяжка ($t_4 \Gamma \gamma_4 =$)			
Тротуар				
5	Асфальтобетон ($t_5 2b_{тр} \gamma_5 =$)			
	Разом	$\sum q_{i,n} =$		$\sum q_i =$

Навантаження від рухомого складу автотранспорту необхідно приймати:

- від автотранспорту у вигляді смуг АК, кожна з яких включає (рис. 1.5, а):
 - один двоосний возик з осьовим навантаженням $P = 9,81K$ (кН);
 - рівномірно розподілене навантаження інтенсивністю $\nu = 0,98K$ (кН/м) на обидві колії (для мостів на дорогах III категорії клас навантаження необхідно приймати рівним $K = 15$);

- від важких одиночних навантажень: для мостів, що проектуються під навантаження А15 – у вигляді колісного навантаження (однієї чотирьохосної машини НК-1000) загальною масою 1000 кН, рис. 1.5, б.

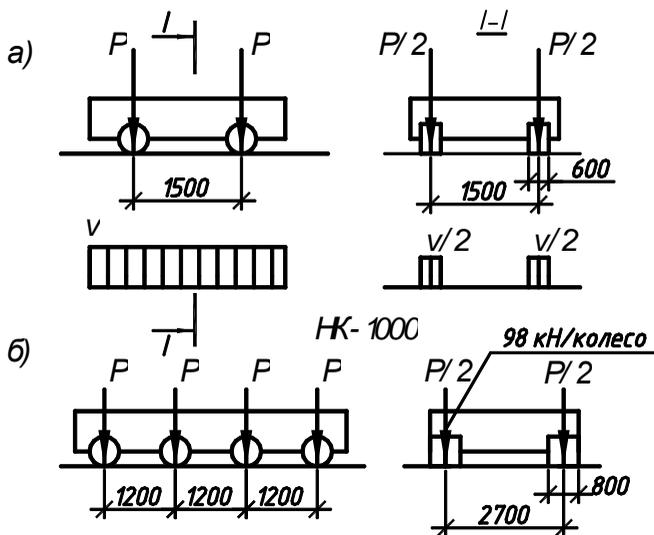


Рисунок 1.5 – Схеми навантажень від рухомого складу автотранспорту: а) автомобільне навантаження АК у вигляді одиночного возика з тиском на вісь P і рівномірно розподіленого навантаження інтенсивністю v ; б) важке одиночне навантаження НК-1000

Навантаження від власної маси конструкції прольотної будови, а також покриття проїзної частини розподіляється рівномірно між елементами (плитами) прольотної будови і складає:

- від власної маси конструкцій

$$q_{k,n} = (q_{P,n} + q_{T,n}) / n = \dots \text{ (кН/м);} \quad (1.5)$$

- від покриття проїзної частини й тротуарів, вирівнюючого, ізоляційного та захисних шарів дорожнього покриття

$$q_{g,n} = \sum q_{i,n} / n = \dots \text{ (кН/м)}. \quad (1.6)$$

Для визначення розрахункових навантажень коефіцієнти надійності за навантаженням від власної маси конструкцій та всіх шарів дорожнього покриття (γ_f) приймати за [2,3].

1.2.2. Розрахунок тимчасових навантажень, визначення коефіцієнтів поперечної установки

Розрахункове тимчасове навантаження на один елемент (плиту) прольотної будови визначимо за допомогою коефіцієнтів поперечної установки. Ці коефіцієнти показують, яка частина від тимчасового навантаження передається на конкретну плиту (елемент). В більшості випадків, найбільш навантаженими є крайні елементи прольотної будови моста. Тому розрахунок виконують саме для них, а всі інші елементи (плити) приймають аналогічними.

Розрахунок коефіцієнтів поперечної установки будемо виконувати виконуємо методом позацентрового стиску, виходячи з того, що прольотна будова в поперечному напрямку працює як жорстка конструкція. Це справедливо для мостів з довжиною L , більшою за їх ширину B , у такому випадку крутильна жорсткість буде не сильно впливати на перерозподіл зусиль і нею можна нехтувати.

Значення ординат лінії впливу під центрами ваги крайніх плит прольотної будови мостового переходу визначимо за формулою

$$\eta_{1,2} = \frac{1}{n} \pm \frac{a_K^2}{2\sum a_i^2}, \quad (1.7)$$

де a_K - відстань між центрами ваги крайніх плит в поперечному напрямку прольотної будови; a_i - відстань між центрами ваги відповідних плит в поперечному напрямку прольотної будови

(симетрично центральній осі поперечного перерізу прольотної будови).

Розрахунок конструкцій моста за несучої здатністю необхідно виконувати за двох випадків дії навантаження АК, за яких у розглянутих елементах виникають найбільші зусилля:

- перший випадок – передбачає невідгідне розташування на проїзній частині (в яку не входять смуги безпеки) числа смуг навантаження яке не перевищує числа смуг руху (рис. 1.6, а);
- другий випадок – передбачає при ненавантажених тротуарах невідгідне розміщення на всій ширині їздового полотна (в яке входять смуги безпеки) двох смуг навантаження (рис. 1.6, б).

Для всіх наведених випадків розташування навантаження АК необхідно виконання наступних вимог:

- число смуг навантаження не повинно перевищувати встановленого числа смуг руху;
- відстань між осями суміжних смуг навантаження повинна бути $\geq 3 м$.

Навантаження НК-1000 необхідно розташовувати по краю проїзної частини (в яку не входять смуги безпеки, рис. 1.6, в).

Коефіцієнти поперечної установки визначають для кожного виду тимчасового навантаження (рис. 1.6).

Для навантаження А15 прийняті наступні значення коефіцієнта поперечної установки:

- $K_{ПУ_{ТА,С}}$ (для смугового навантаження) та $K_{ПУ_{ТА,В}}$ (для возика) за рис.1.6, а, г;
- $K_{ПУ_{А,С}}$ (для смугового навантаження) та $K_{ПУ_{А,В}}$ (для возика) за рис. 1.6, б, г.

Кожен із зазначених коефіцієнтів визначають за формулою

$$K_{ПУ_i} = \eta_{1,i} \cdot S_1 + \eta_{2,i} \cdot S_2 =, \quad (1.8)$$

де $\eta_{1,i}$, та $\eta_{2,i}$ - ординати ліній впливу тиску під центрами відповідних смуг руху (навантаження), рис. 1.6, г; S_1 та S_2 - коефіцієнти, що враховують неповне завантаження відповідних смуг руху автомобілями.

Навантаження з першої смуги руху необхідно приймати з коефіцієнтом $S_1 = 1,0$. Для другої та інших смуг руху навантаження А15 приймають із коефіцієнтом: $S_2 = 1,0$ - для возиків і $S_2 = 0,6$ – для рівномірно розподіленого навантаження.

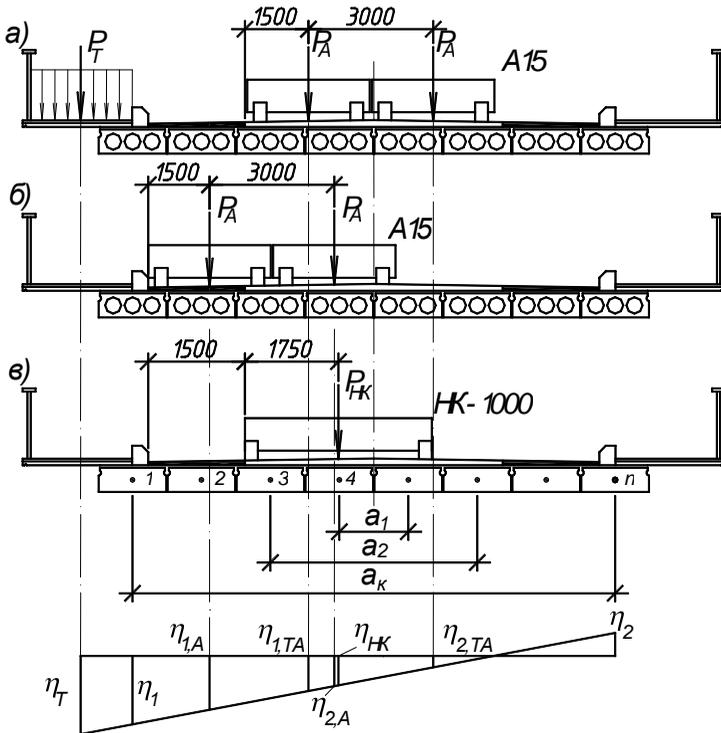


Рисунок 1.6 – До визначення КПУ за дії навантажень: а) автомобільного А15 та з тротуарів Т; б) автомобільного А11; в) важкого НК-1000; г) лінія впливу η

Коефіцієнт поперечної установки від натовпу на тротуарах визначають за виразом

$$КПУ_T = \eta_T. \quad (1.9)$$

Коефіцієнт поперечної установки важкого навантаження НК-1000 дорівнює

$$КПУ_{HK} = \eta_{HK}. \quad (1.10)$$

1.2.3. Визначення експлуатаційних значень тимчасових навантажень, коефіцієнтів динамічності та коефіцієнтів надійності за навантаженням

Експлуатаційні значення тимчасових навантажень складають:

- для автомобільного навантаження А15:
 - на вісь возика $P_A = 9,81K = 9,81 \cdot 15 = 147,15$ кН;
 - від смугового навантаження $\nu = 0,981K = 0,981 \cdot 15 = 14,715$ кН;
- для важкого НК-1000 на одну вісь машини $P_{НК} = 981/4 = 245,25$ кН;
- від натовпу на тротуарах

$$P_T = 4,0 - 0,02\lambda = \kappa \text{Па} \geq 2,0 \text{кПа}; \quad (1.11)$$

де λ - довжина завантаження тротуару, рівна довжині прольоту моста ($\lambda = l_p$).

Коефіцієнт динамічності автомобільного навантаження А15 для возика і смугового навантаження знаходять за формулою

$$(1 + \mu)_A = 1 + \frac{45 - \lambda}{135} = \dots \geq 1,0. \quad (1.12)$$

При $\lambda \geq 5m$ коефіцієнт надійності динамічності важкого навантаження НК-100 приймають рівним

$$(1 + \mu)_{НК} = 1,1.$$

Коефіцієнти надійності за навантаженням приймають за [1] рівними:

- $\gamma_{f,НК} = 1,0$ - для важкого навантаження НК-80;
- $\gamma_{f,T} = 1,2$ - для навантаження від натовпу на тротуарах.

Для автомобільного навантаження А15 коефіцієнт надійності за навантаженням приймають:

- для смугового навантаження $\gamma_{f,AC} = 1,2$;
 - для возика – за формулою
- $$\gamma_{f,AB} = 1,5 - 0,01\lambda = \dots \geq 1,2. \quad (1.13)$$

1.3. Визначення внутрішніх зусиль в елементах прольотної будови

1.3.1. Розрахунок згинаючих моментів

Визначення згинаючих моментів в прольоті несучого елемента будемо виконувати з допомогою епюри лінії впливу моменту на прольотну будову моста (рис. 1.7, в). Площу епюри лінії впливу визначимо за формулою

$$\omega_M = \frac{1}{2} l_p \frac{l_p}{4} = \frac{l_p^2}{8} = \dots \quad (1.14)$$

Згинаючі моменти в плитах (елементах) прольотної будови моста будемо визначати від комбінації постійних та тимчасових навантажень шляхом завантаження приведеної лінії впливу.

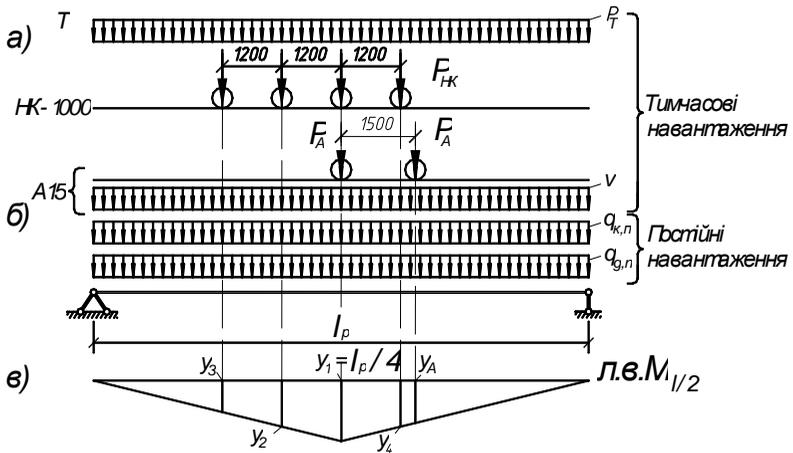


Рисунок 1.7 – До визначення згинаючих моментів в елементах прольотної будови моста: а) від тимчасових навантажень; б) від постійних навантажень; в) форма епюри лінії впливу

Згинаючий момент від постійних розрахункових навантажень обчислюємо за формулою

$$M_l = (q_{k,n}\gamma_f + \sum q_i / n)\omega_M = \dots (\text{кНм}), \quad (1.15)$$

а від постійних експлуатаційних навантажень

$$M_{l,n} = (q_{k,n} + q_{g,n})\omega_M = \dots (\text{кНм}). \quad (1.16)$$

Моменти від тимчасових розрахункових та експлуатаційних навантажень (рис. 1.7, а) відповідно визначаємо для:

а) автомобільного А15 та натовпу на тротуарах (рис. 1.6, а)

$$M_{TA} = (1 + \mu)_{A}\gamma_{f,AC}\nu\omega_M K_{ПУ_{TA,C}} + (1 + \mu)_{A}\gamma_{f,AB}P_A \times \\ \times (y_1 + y_A) K_{ПУ_{TA,B}} + \gamma_{f,T}P_T b_{TP}\omega_M K_{ПУ_T} = \dots (\text{кНм}); \quad (1.17)$$

$$M_{TA,n} = \nu\omega_M K_{ПУ_{TA,C}} + P_A (y_1 + y_A) K_{ПУ_{TA,B}} + \\ + P_T b_{TP}\omega_M K_{ПУ_T} = \dots (\text{кНм}); \quad (1.18)$$

б) автомобільного А15 при розміщенні першої смуги на краю їздового полотна (рис. 1.6, б)

$$M_A = (1 + \mu)_{A}\gamma_{f,AC}\nu\omega_M K_{ПУ_{A,C}} + (1 + \mu)_{A}\gamma_{f,AB}P_A \times \\ \times (y_1 + y_A) K_{ПУ_{A,B}} = \dots (\text{кНм}); \quad (1.19)$$

$$M_{A,n} = \nu\omega_M K_{ПУ_{A,C}} + P_A (y_1 + y_A) K_{ПУ_{A,B}} = \dots (\text{кНм}); \quad (1.20)$$

в) важкого навантаження НК-1000 (рис. 1.6, в)

$$M_{HK} = (1 + \mu)_{HK}\gamma_{f,HK}P_{HK} (y_1 + y_2 + y_3 + y_4) \times \\ \times K_{ПУ_{HK}} = \dots (\text{кНм}); \quad (1.21)$$

$$M_{HK,n} = P_{HK} (y_1 + y_2 + y_3 + y_4) K_{ПУ_{HK}} = \dots (\text{кНм}). \quad (1.22)$$

Максимальний згинаючий момент від постійних та тимчасових навантажень приймають більший із трьох наступних:

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= M_l + M_{TA} = \\ M_2 &= M_l + M_A = \\ M_3 &= M_l + M_{HK} = \end{aligned} \right\} (\text{кНм}). \quad (1.23)$$

Визначений таким чином згинаючий момент використовують у розрахунках залізобетонної прольотної будови за несучою

здатністю (при визначенні площі перерізу поздовжньої робочої арматури).

В розрахунках за тріщиностійкістю нормальних перерізів плитних елементів використовують згинаючий момент від нормативних навантажень, який обчислюють за формулою

$$M_{TP,n} = M_{l,n} + M_{TA,n} = (\text{кНм}). \quad (1.24)$$

Розрахунок жорсткості елементів (плит) прольотної будови моста необхідно використовувати згинальний момент від експлуатаційних постійних навантажень та експлуатаційного важкого навантаження НК-100

$$M_{f,n} = M_{l,n} + M_{HK,n} = (\text{кНм}). \quad (1.25)$$

1.3.2. Визначення поперечних сил

Для визначення поперечних сил побудуємо епюру лінії впливу Q_A , а також графіки зміни коефіцієнта поперечної установки по довжині прольоту моста для навантажень А15 та НК-100 (рис. 1.8).

Площу епюри лінії впливу Q_A визначимо за формулою

$$\omega_Q = \frac{y l_p}{2} = \dots (\text{м}). \quad (1.26)$$

Поперечну силу від постійних розрахункових навантажень обчислюємо з виразу

$$Q_l = (q_{k,n} \gamma_f + \sum q_i / n) \omega_Q = \dots (\text{кН}), \quad (1.27)$$

а від постійних експлуатаційних навантажень за формулою

$$Q_{l,n} = (q_{k,n} + q_{g,n}) \omega_Q = \dots (\text{кН}). \quad (1.28)$$

Поперечні сили від тимчасових розрахункових та експлуатаційних навантажень (рис. 1.8, а), відповідно, визначимо для:

а) автомобільного А11 і натовпу на тротуарах (рис. 1.6, а)

$$\begin{aligned}
Q_{TA} = & (1 + \mu)_A \gamma_{f,AC} \nu (\omega_Q K_{ПУ_{TA,C}} + \frac{l_1}{6} (y_1 (0,5 - K_{ПУ_{TA,C}}) + \\
& + 4 \frac{y_1 + y_2}{2} \frac{0,5 - K_{ПУ_{TA,C}}}{2}) + \frac{l_1}{6} 4 \frac{y_3}{2} \frac{0,5 - K_{ПУ_{TA,C}}}{2}) + \\
& + (1 + \mu)_A \gamma_{f,AB} P_A (K_{ПУ_{TA,B_1}} y_{A,1} + K_{ПУ_{TA,B_2}} y_{A,2}) + \\
& + \gamma_{f,T} P_T b_{Tp} (\omega_Q K_{ПУ_T} + \frac{l_1}{6} (y_1 (0,5 - K_{ПУ_T}) + \\
& + 4 \frac{y_1 + y_2}{2} \frac{0,5 - K_{ПУ_T}}{2}) + \frac{l_1}{6} 4 \frac{y_3}{2} \frac{0,5 - K_{ПУ_T}}{2}) = \dots (\kappa H); \quad (1.29)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{TA,n} = & \nu (\omega_Q K_{ПУ_{TA,C}} + \frac{l_1}{6} (y_1 (0,5 - K_{ПУ_{TA,C}}) + \\
& + 4 \frac{y_1 + y_2}{2} \frac{0,5 - K_{ПУ_{TA,C}}}{2}) + \frac{l_1}{6} 4 \frac{y_3}{2} \frac{0,5 - K_{ПУ_{TA,C}}}{2}) + \\
& + P_A (K_{ПУ_{TA,B_1}} y_{A,1} + K_{ПУ_{TA,B_2}} y_{A,2}) + \\
& + P_T b_{Tp} (\omega_Q K_{ПУ_T} + \frac{l_1}{6} (y_1 (0,5 - K_{ПУ_T}) + \\
& + 4 \frac{y_1 + y_2}{2} \frac{0,5 - K_{ПУ_T}}{2}) + \frac{l_1}{6} 4 \frac{y_3}{2} \frac{0,5 - K_{ПУ_T}}{2}) = \dots (\kappa H); \quad (1.30)
\end{aligned}$$

б) автомобільного А11 при розміщенні першої смуги на краю

їздового полотна (рис. 1.6, б)

$$\begin{aligned}
Q_A = & (1 + \mu)_A \gamma_{f,AC} \nu (\omega_Q K_{ПУ_{A,C}} + \frac{l_1}{6} (y_1 (0,5 - K_{ПУ_{A,C}}) + \\
& + 4 \frac{y_1 + y_2}{2} \frac{0,5 - K_{ПУ_{A,C}}}{2}) + \frac{l_1}{6} 4 \frac{y_3}{2} \frac{0,5 - K_{ПУ_{A,C}}}{2}) + \\
& + (1 + \mu)_A \gamma_{f,AB} P_A (K_{ПУ_{A,B_1}} y_{A,1} + K_{ПУ_{A,B_2}} y_{A,2}) = \dots (\kappa H); \quad (1.31)
\end{aligned}$$

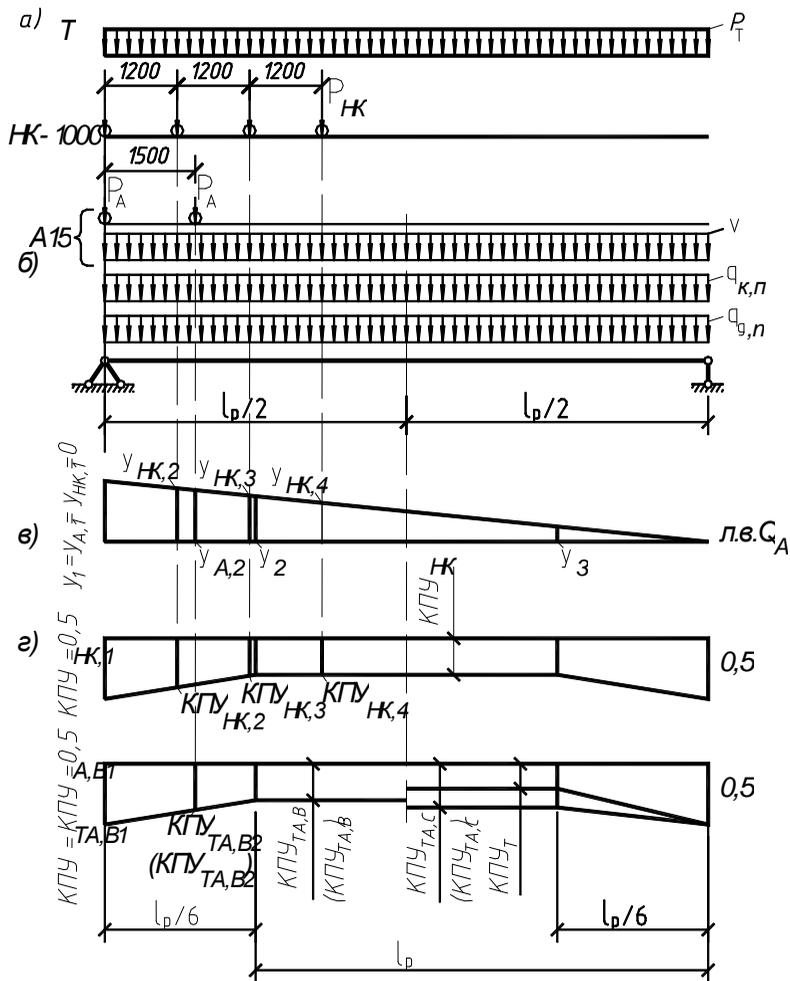


Рис. 1.8. До визначення поперечних сил в елементах прольотної будови моста: а) від тимчасових навантажень; б) від постійних навантажень; в) форма епюри лінії впливу; г) графіки зміни коефіцієнтів поперечної установки по довжині прольоту від тимчасових навантажень

в) важкого навантаження НК-100

$$Q_{HK} = (1 + \mu)_{HK} \gamma_{f, HK} P_{HK} \Sigma (KTPU_{HK, i} \gamma_{HK, i}) = \dots (\text{кН}). \quad (1.32)$$

За максимальну поперечну силу від постійних та тимчасових навантажень приймаємо більшу із трьох наступних:

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= Q_l + Q_{TA} = \dots \\ Q_2 &= Q_l + Q_A = \dots \\ Q_3 &= Q_l + Q_{HK} = \dots \end{aligned} \right\} (\text{кН}). \quad (1.33)$$

Зазначену поперечну силу використовують в розрахунках прольотної будови за 1-ю групою граничних станів (за міцністю).

В розрахунках за тріщиностійкістю похилих перерізів використовують поперечну силу від нормативних навантажень, яку обчислюють за формулою

$$Q_{Tp, n} = Q_{l, n} + Q_{TA, n} = \dots (\text{кН}). \quad (1.34)$$

2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ПРОЛЬОТНОЇ БУДОВИ

Конструктивний розрахунок елемента прольотної будови зводиться до визначення площі перерізу поздовжньої (попередньо напруженої) і поперечної арматури, а також перевірки його жорсткості і тріщиностійкості. Рекомендується виконувати такий розрахунок за методиками представленими у [4-6].

Рекомендована література

1. ДБН В.1.2–15:2009. Мости та труби навантаження і впливи. К. :Мінрегіонбуд України, 2009. 84 с.
2. ДБН В.2.6–98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.

3. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції. Правила проектування. Київ : Мінрєгїонбуд, 2010. 166 с.
4. Ромашко В. М., Ромашко О. В. Мїські їнженерні споруди: практикум : навч. посїбник. Рївне : НУВГП. 2012. 396с.
5. Практичний посїбник їз розрахунку залїзобетонних конструкцій за дїючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розробленї на їхню заміну / Бамбура А. М., Павлїков А. М., Колунов В. І., Кочкарїов Д. В., Яковенко І. А. К. : Талком, 2017. 627 с. ISBN 978–617–7397–87–7.
6. Залїзобетонні конструкції: практичні методи розрахункїв та конструювання : навч. посїб. / А. М. Павлїков, Д. В. Кочкарїов ; ПолтНТУ. Полтава, ТОВ "АСМІ", 2019. 238 с. ISBN 978-966-182-555-9
7. Залїзобетонні конструкції: будївлї, споруди та їх частини : пїдручник / А. М. Павлїков ; ПолтНТУ. Полтава, ТОВ «АСМІ», 2016. 284 с.
8. Залїзобетонні конструкції : пїдруч. для студ.вищ.навч. закл. / А. Я. Барашиков, Л. М. Буднїкова, Л. В. Кузнецов та їн.; за ред. А. Я. Барашикова. К. : Вища шк., 1995. 591 с.
9. ДСТУ Б А.2.4-7:2009 «Система проектної документації для будївництва. Правила виконання архїтектурно-будївельних робочих креслень».
10. Конструкції будїнкїв ї споруд. Бетонні та залїзобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування / Мїнрєгїонбуд України: ДСТУ Б В.2.6-156: 2010. [Чинний від 01.06.11]. К. : Мїнрєгїонбуд України, 2011. 123 с. (Національний стандарт України).
11. Навантаження та впливи, норми проектування / Мїнбуд України: ДБН В.1.2-2:2006. [Чинні від 01.01.07]. К. : Сталь, 2006. 60 с.
12. ДБН В.2.1-10:2018 Основи ї фундаменти будївель та споруд. Основні положення.