

РОЗРАХУНОК КОМБІНОВАНОЇ ВИСЯЧОЇ СИСТЕМИ

Аштарі Талхестані, Дроботова І.А. Д-22-18

керівник: проф. Кіслов О.Г.

*Харківський національний автомобільно-дорожній
університет*

Комбіновані висячі системи найчастіше використовуються в якості мостових конструкцій, особливо, коли необхідно перекривати великі прольоти.

Комбінованими називають геометрично незмінні системи, що складаються з двох або декількох систем (простих та шарнірних і дискових ланцюгів), поєднаних між собою додатковими зв'язками для сумісної роботи.

В містобудівництві найчастіше зустрічаються балки або ферми із шарнірними ланцюгами. При цьому основною несучою конструкцією є ланцюг або трос, а балки і ферми, що до неї підвищуються забезпечують жорсткість споруди. В комбінованих висячих системах елементи ланцюгів працюють тільки на розтяг. Балки і ферми жорсткості сприймають місцеве навантаження і працюють на такі самі деформації, що й без ланцюгів.

Балки та ферми жорсткості статично визначених комбінованих висячих систем самі по собі (без ланцюгів є миттєво змінними. Але в цілому система геометрично незмінна, до ланцюга з підвісками, що кріпиться до шарнірно нерухомих опор, додає балкам і фермам зв'язок, якого їм не вистачало.

В роботі розглянуті найпростіші висячі комбіновані конструкції.

На рис. 1а показана розрахункова схема, що складається з нерозрізного ланцюга, поєднаного вертикальними підвісками з балкою жорсткості.

Попередньо визначимо геометричні характеристики елементів ланцюга.

Покажемо розрахункову схему простій балки під дією навантаження (рис.1б).

Спроекуємо опори балки жорсткості на ланцюг (точки Д, Е) та замінемо відкинуті частини ланцюга силами H та R'' .

Визначимо балочні опорні реакції та величину розпору за формулами

$$R_A^{\circ} = R'_A + R''_A; \quad R_B = R'_B + R''_B, \quad H = \frac{M_c^{\circ}}{f}$$

Однак для визначення розрахунку достатньо визначити тільки балочні опорні реакції: R_A° і R_B° за звичайними формулами

$$R_A^{\circ} = \frac{1}{40}(F \cdot 3,5 + q \cdot 10 \cdot 15) = 16,25 \text{кН}$$

$$R_B^{\circ} = \frac{1}{40}(F \cdot 5 + q \cdot 10 \cdot 15) = 13,75 \text{кН}$$

Величина розпору буде

$$H = \frac{16,25 \cdot 20 - 10 \cdot 15}{8} = 21,875 \text{кН}$$

Визначимо внутрішні зусилля в елементах комбінованої системи.

Спробуємо визначити M_4 та Q_4 (переріз І) в балці жорсткості за формулами

$M_4 = M_4^{\circ} - H \cdot Y_4$; $Q_4 = Q_4^{\circ} - H \operatorname{tg} \varphi_4$, якщо розглянути праву частину балки від перерізу.

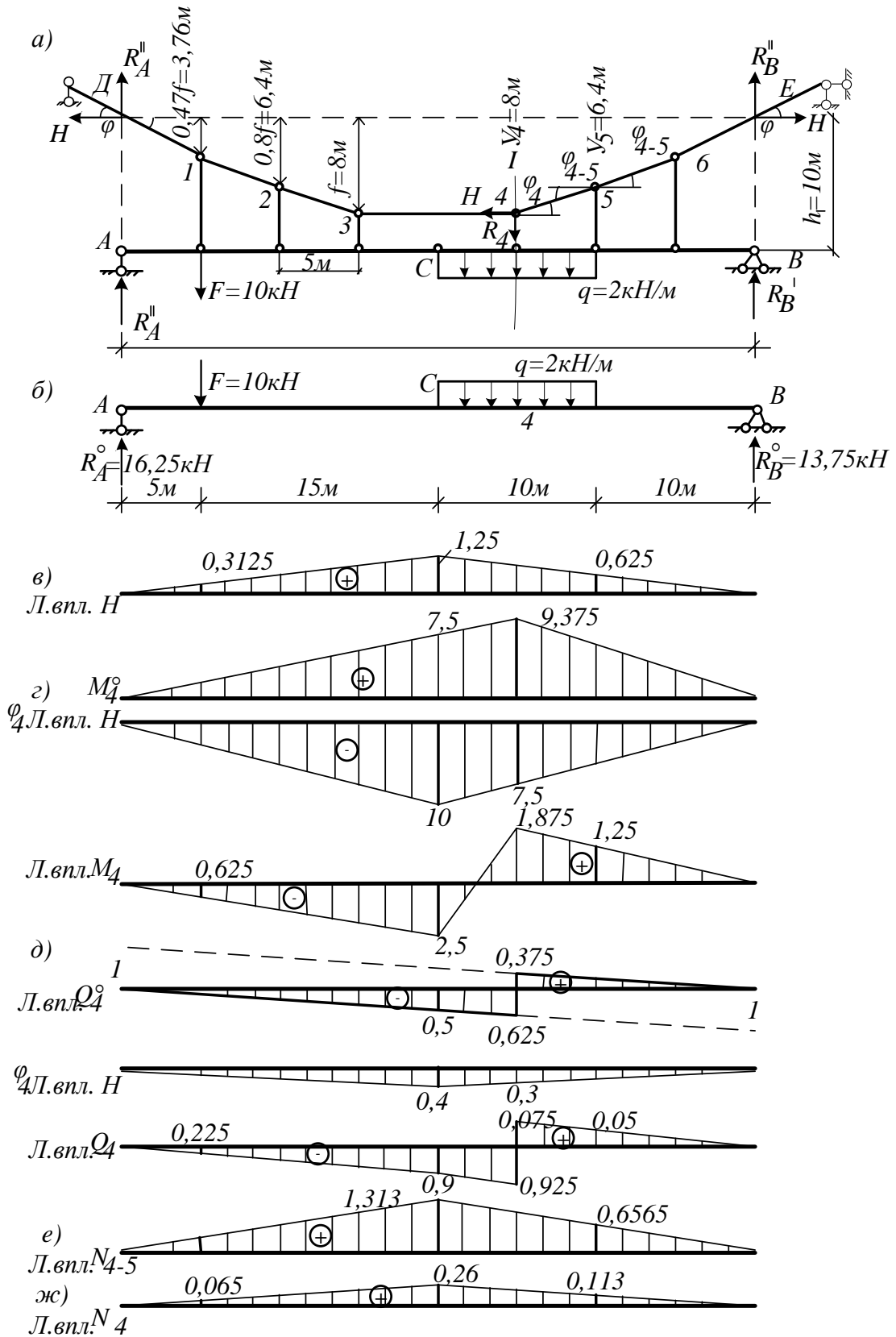


Рисунок 1

Попередньо визначимо Y_4 , $tg\varphi_4$

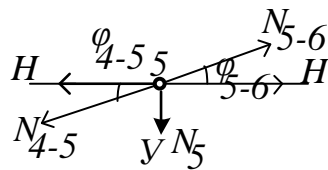
$$Y_4 = f = 8\text{м}, \quad tg\varphi = \frac{Y_4 - Y_5}{5} = \frac{8 - 6,4}{5} = 0,32$$

$$M_4 = R_B^\circ \cdot 15 - q \cdot 5 \cdot 2,5 - H \cdot Y_4 = 6,25\text{кНм}$$

$$Q_4 = -R_B^\circ + q \cdot 5 - Htg\varphi_4 = -10,75\text{кН}$$

Визначимо зусилля в підвісці N_5 за формулою

$$N_5 = H(tg\varphi_{5-6} - tg\varphi_{4-5}), \text{ для чого виріжемо вузол 5}$$



$$tg\varphi_{5-6} = \frac{6,4 - 3,75}{5} = 0,528$$

$$tg\varphi_{4-5} = \frac{8 - 6,4}{5} = 0,32$$

$$N_5 = 21,875(0,528 - 0,32) = 4,55\text{кН}$$

Визначимо зусилля в елементі ланцюга N_{4-5}

$$N_{4-5} = \frac{H}{\cos \cdot \varphi_{4-5}} = \frac{21,875}{0,952} = 22,98\text{кН}$$

Таким чином можна визначати внутрішні зусилля в інших елементах комбінованої висячої системи аналітично.

Однак для виконання розрахунків можна використовувати лінії впливу цих зусиль.

Побудуємо лінії впливу (за наведеними формулами) та визначимо за ними ці внутрішні зусилля:

$$\text{Л.впл. } H = \frac{1}{f} \text{Л.впл. } M_C^\circ$$

$$\text{Л.впл. } M_4 = \text{Л.впл. } M_4^\circ - Y_4 \text{Л.впл. } H$$

$$\text{Л.впл. } N_{4-5} = \frac{1}{\cos \varphi_{4-5}} \text{Л.впл. } H$$

$$L.впл. N_5 = (tg \varphi_{5-6} - tg \varphi_{4-5}) L.впл. H$$

На рис. 1в, г, д, е, ж наведені лінії впливу.

За цілими лініями впливу визначено названі зусилля.

Порівняння з результатами аналітичного розрахунку співпадає з результатами розрахунків за лініями впливу.

Розглянемо розрахункову схему, що складається з шарнірного ланцюгу, поєднаного вертикальними підвісками з фермою жорсткості (рис.2а).

Балочні опорні реакції та величина розпору визначаються як і при розрахунковій схемі 1.

$$\text{Тому } R_A^\circ = 16,25 \text{кН}, R_B^\circ = 13,75 \text{кН}, H = 21,875 \text{кН}$$

Визначимо внутрішні зусилля в стержнях ферми, наприклад N_{17-18} , N_{13-18}

Проведено переріз **I**, тоді запишемо рівняння

$$\sum M_B = -R_B^\circ \cdot 10 + H \cdot h_1 - H(Y_1 - Y_5) + N_{17-18} \cdot h = 0$$

$$N_{17-18} = -0,5 \text{кН}$$

Для N_{13-18} переріз **I**, рівняння

$$\sum Y = R_B^\circ - N_{13-18} \cdot \sin \alpha - 1 + tg \varphi_{5-6} = 0$$

$$N_{13-18} = 3,1 \text{кН}$$

Визначимо зусилля в елементі ланцюга N_{5-6}

$$N_{5-6} = \frac{H}{\cos \varphi_{5-6}} = 24,745 \text{кН}$$

Спробуємо виконати розрахунок за лініями впливу.

АНАЛІЗ ОБСТЕЖЕННЯ МОСТОВИХ СПОРУД ТА КРИТЕРІЇ ОБСТЕЖЕНЬ

Деркач Ю.В. ДМ-51-19

керівник: проф. Більченко А.В.

*Харківський національний автомобільно-дорожній
університет*

Мости є однією з найважливіших складових інфраструктури, це об'єкти 4 та 5 категорії складності. Мостові споруди на автомобільних дорогах України різні за віком, за конструктивним складом, за призначенням та матеріалом. Потрібно приділяти професійну увагу всім етапам життєвого циклу споруд для продовження їх справного експлуатаційного стану. При своєчасному проведенні обстеженні мостів забезпечується необхідна технічна інформація для ефективного прийняття рішень із забезпеченням безаварійної та надійної експлуатації мостових споруд.



Обстеження – це процес отримання якісних та кількісних показників експлуатаційних властивостей об'єкта з визначенням

та оцінкою його технічного стану та надання рекомендацій щодо підтримання експлуатаційної придатності або припинення його експлуатації. Обстеження є важливим аспектом (або елементом) експлуатації мостів, його результати дають можливість планувати ефективно використання коштів на утримання транспортних споруд і тому слід приділяти цьому виду робіт значну увагу. В Україні вимоги щодо проведення обстеження мостів регламентуються відповідними державними будівельними нормами [1]. Саме обстеження дає можливість виявити «слабкі сторони» (або «слабкі ланки») в системі транспортних споруд на автомобільних дорогах і забезпечити надійність мостів і безпечну експлуатацію.

Для належного утримання мостів експлуатаційна організація проводить планові обстеження споруд згідно вимог діючих державних будівельних норм [1] терміни, які наведені в таблиці 1, якщо не встановлені інші строки попереднім актом обстеження або рекомендаціями. Позапланові обстеження проводять у випадках аварії мосту, раптове руйнування визначального елемента споруди або впливу непередбачених подій, які суттєво погіршують технічний стан штучної споруди.

Таблиця 1 – Періодичність обстеження мостів

Міст	Вік моста, років				
	1-20	21-40	41-60	61-80	80, більше
	Періодичність обстеження, в роках				
Металевий, Сталезалізобетонний	5	4	3	2	1
Залізобетонний	7	6	5	3	1

Розрізняють наступні види обстеження мостів:

- Обстеження, що передують передачі в експлуатацію після закінчення будівництва нової споруди або після реконструкції існуючої;
- Планові обстеження мостів, що знаходяться в експлуатації;
- Спеціальні обстеження;
- Маршрутні обстеження.

Після передачі в експлуатацію складається з обстеження звіт про результати виконаних робіт та паспорт. Експлуатаційна організація зберігає даний документ разом з технічною документацією на споруду та передає по одному примірнику цих документів на зберігання до Укравтодору. Спеціалісти розглядають та аналізують результати обстеження і потім приймають рішення щодо рекомендацій та заходів реалізації за результатами обстежень.



В процесі обстеження дані, які отримали повинні відображати тенденцію розвитку дефектів та степінь деградації матеріалів та конструкцій. Далі ці дані використовують для створення класифікації технічного стану споруди та оцінки вартості усунення дефектів. Останнім результатом обстежень є система даних, що дає змогу:

- Виконати оцінку технічного стану споруди;
- Визначити вантажопідйомність споруди;
- Визначити залишковий ресурс;
- Скласти паспорт споруди;
- Надати рекомендації з її подальшої експлуатації;
- Скласти плани капітального ремонту, реконструкції або будівництва нової споруди;
- Скласти технічні завдання на проект капітального ремонту, реконструкції або нового будівництва.

Для виконання обстежень мостів необхідне значне фінансування, тому складається раціональний план обстежень. При формуванні планів обстежень важливо розмістити мости за ступенем важливості. Для формування плану обстежень встановлюють критерії, завдяки яким розроблено відповідний модуль з обстежень у складі АЕСУМ. АЕСУМ – аналітична експертна система управління мостами, яку було розроблено на замовлення Державної служби автомобільних доріг України. Цей комплекс став прикладом застосування сучасних інформаційних технологій для моніторингу технічного стану та експлуатаційного стану мостів, прогнозу їх ресурсу та безпеки експлуатації,

обґрунтування стратегій ремонтів і реконструкції мостів умовах обмеженого фінансування. Ці критерії прогнозують необхідність проведення та черговість обстеження мостів в залежності від відповідних факторів впливу.

Критерії, які запропоновано приймати щодо проведення обстеження мостів:

1. Перебування визначальних елементів споруди в неприцездатному стані експлуатаційному стані.

Проводиться спеціальне обстеження, на основі якого готується проєктна документація з капітального ремонту, реконструкції чи будівництва.

2. Відсутність інформації з обстеження.

Штучні споруди дані про, які відсутні, але технічний стан елементів може призвести до руйнування конструкцій і створення аварійних ситуацій.

3. Проведення обстеження за індивідуальним станом.

Приклад того, коли виникає потреба для експериментальних об'єктів тому можна відійти від нормативної періодичності обстежень.

4. Перебування споруди в 4 експлуатаційному стані.

Мости, експлуатаційний стан яких є обмежено працездатний, мають ознаки загрозливого руйнування елементів.

Отже, в ході аналізу за типами об'єктів було виявлено, що майже не проводяться обстеження, які передують передачі в експлуатацію після закінчення будівництва або після реконструкції, не формуються паспорти на штучні споруди.

З метою раціонального використання коштів запропоновані критерії для пріоритизації мостів при складанні планів робіт на їх обстеження. Це дозволить умовах обмеженого фінансування ефективно експлуатувати мости на автомобільних дорогах.

Також, для належного функціонування дорожньої мережі України необхідно мати сучасний інструмент управління мостами, таким є універсальний інструмент є АЕСУМ. Розвиток АЕСУМ дозволить здійснювати єдину політику в прийнятті рішень з управління станом мостів на основі комплексної оцінки спостережу вальних даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.3-6:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробовування.
2. Боднар Л.П. Програмний комплекс АЕСУМ. Сучасний стан та концепція подальшого розвитку / Л.П. Боднар // «Дороги і мости»: зб. наук. пр. – Київ, 2010. – Вип.12. – С. 31-39.
3. Давиденко О.О. Статичний прогноз технічного стану автодорожніх мостів України / О.О. Давиденко // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика:зб. наук. Праць ДНУЗТ ім. акад. Лазаряна – Дніпропетровськ, 2016. – Вип. 10. – С. 4-12.