

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БАЛОК ПОРОЖНИСТОГО ТРИКУТНОГО ПРОФІЛЮ У СКЛАДІ МОСТОВИХ СПОРУД

*Азізов Т.Н., д.т.н., проф., Мельник О.С., викладач
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини*

Постановка проблеми.

Для сучасного етапу економічного і громадського розвитку України характерне розширення будівельного виробництва і проведення масштабного будівництва мостів у великих містах, зокрема м.Києва, Харкова, Дніпропетровська і т.д. Це неминуче породжує нові завдання, пов'язані із забезпеченням безпечної життєдіяльності в умовах мегаполісу, що визначається, по-перше, надійністю самих споруд, що будуються, і, по-друге, впливом будівництва, що проводиться, на вже існуючу інфраструктуру.

Як показує досвід, однією з основних проблем експлуатації мостових споруд у великих містах є можливість їх ушкодження в результаті нерівномірних навантажень, спровокованих різними природно-техногенними причинами. Контроль технічного стану несучих конструкцій мостів повинен носити систематичний характер і дозволяти здійснювати оцінку змін, що відбуваються, на основі кількісних критеріїв, тобто базуватися на процедурах виявлення відповідності фактичної міцності, жорсткості і стійкості конструктивних елементів нормативним вимогам.

Визначення форми поперечного перерізу мостових балок є складною та важливою задачею тому, що від форми поперечного перерізу залежить як крутильна, так і згинальна жорсткості.

У зв'язку з вищевикладеним **метою** даної статті є порівняння залізобетонних елементів різного типу перерізу у складі мостових споруд.

Викладення основного матеріалу.

В [5] наведені переваги порожнистого трикутного профілю над елементами таврового, коробчастого та П-подібного перерізу.

Розглянемо 5 типових конструкції пролітної будови 12м, що складається з 5 балок, армованих арматурою періодичного профілю (рис. 1). За основу був взятий тавровий профіль за [6]. При цьому ширина і товщина верхньої полиці однакові, а також момент інерції на згин у вертикальному напрямку однаковий у всіх профілях.

При визначених геометричних розмірах балок можна знайти об'єм затраченого бетону: порожнисту трикутну балку – 5,48 м³; збірно-монолітний трикутний профіль – 5,09 м³; коробчасту балку – 7,55 м³; таврову балку – 5,5 м³; П-подібний профіль – 5,5 м³.

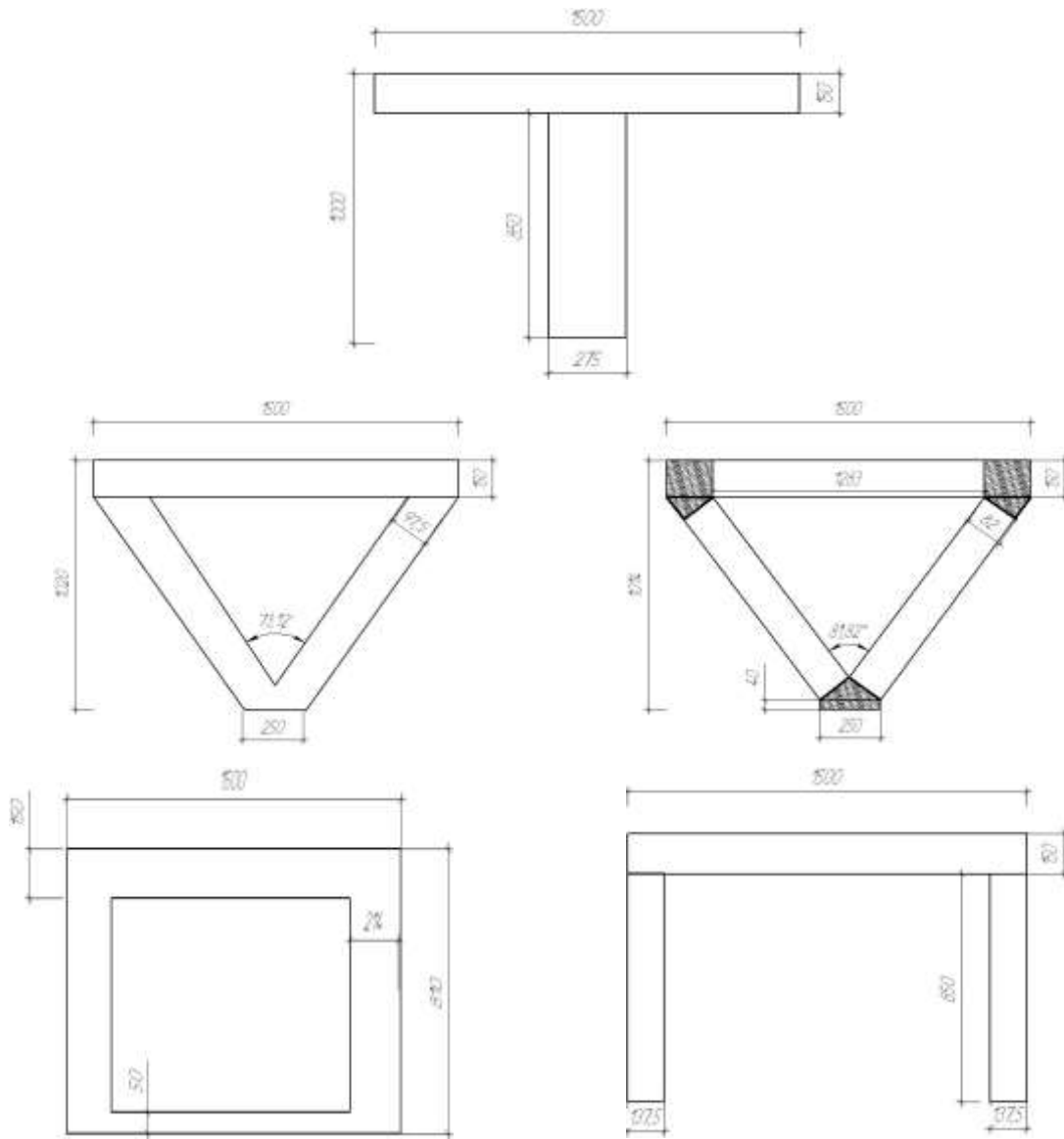


Рис. 1 Геометричні параметри дослідних профілів

В ПК «Лири 9.6» були змодельовані мостові конструкції з балок даних поперечних перерізів та смугове навантаження в 3-ій балці величиною $q=10$ кН/м² (рис.2).

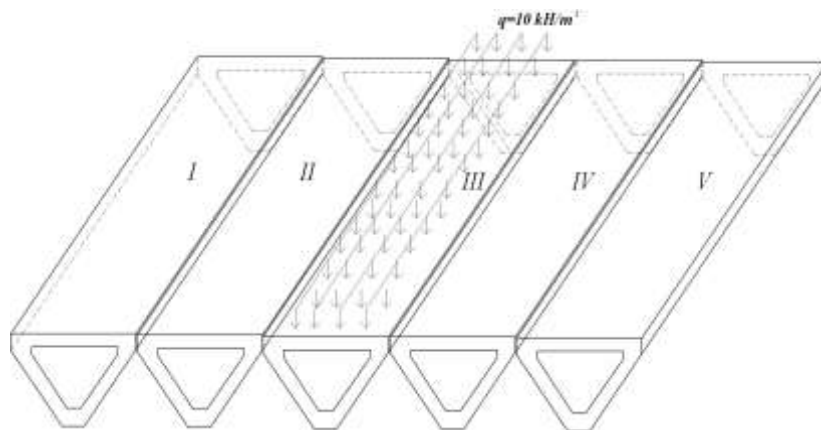


Рис. 2 Смугове навантаження на серединну балку

Було визначено величини поздовжніх зусиль N_y , згинаючих моментів M_y та крутних моментів – M_{xy} у складових елементах мостових конструкцій та зроблено їх порівняння. В певних вузлах було визначено вертикальні переміщення z . Результати представленні у таблицях 1 – 5 та гафіки розподілу відповідних зусиль залежно від віддалення балки від прикладеного навантаження балки (рис.3 – 7).

Таблиця 1

Максимальні величини N_y , kH/cm^2 для 3-го варіанту навантаження у всіх прольотах різних типів профілів

№ профілю \ Вид	Порожнистий трикутник	Збірно-монолітний трикутник	Тавр	П-подібний	Коробчатий
I	0.0186	0.0217	0.00692	0.0155	0.0202
$k_1 = \frac{N_{y,i}}{N_{y,1}}$	1	1.16667	0.37204	0.83333	1.08602
II	0.0303	0.0333	0.0416	0.0432	0.0318
$k_1 = \frac{N_{y,i}}{N_{y,1}}$	1	1.09901	1.37294	1.42574	1.0495
III	0.0343	0.038	0.069	0.0589	0.0366
$k_1 = \frac{N_{y,i}}{N_{y,1}}$	1	1.10787	2.01166	1.7172	1.06706

Таблиця 2

Максимальні величини M_y , $\text{kH}\cdot\text{cm/cm}$ для 3-го варіанту навантаження у всіх прольотах різних типів профілів

№ профілю \ Вид	Порожнистий трикутник	Збірно-монолітний трикутник	Тавр	П-подібний	Коробчатий
I	0.12	0.171	0.193	0.0528	0.22
$k_2 = \frac{M_{y,i}}{M_{y,1}}$	1	1.425	1.60833	0.44	1.83333
II	0.234	0.323	0.622	0.74	0.505
$k_2 = \frac{M_{y,i}}{M_{y,1}}$	1	1.38034	2.65812	3.16239	2.15812
III	0.923	1.18	1.82	1.79	0.585
$k_2 = \frac{M_{y,i}}{M_{y,1}}$	1	1.27844	1.97183	1.93933	0.6338

Значення поздовжніх зусиль N_y у завантаженій трикутній балці найменші. Зміни даних величин у мостах з використанням балок порожнистого трикутного профілю не мають різкого характеру, ніж у мостових спорудах з використанням таврових та П-подібних елементів.

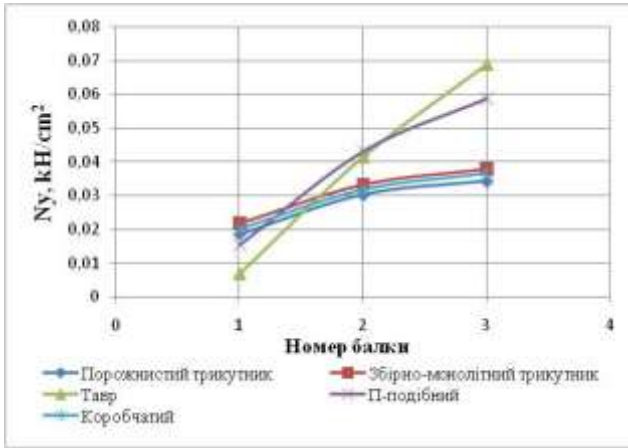


Рис. 3 Розподіл повздовжніх зусиль N_y по окремих балках споруди

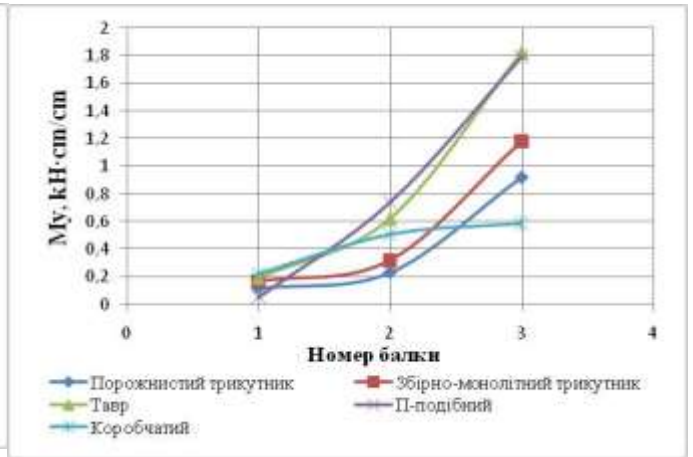


Рис. 4 Розподіл згинаючих моментів M_y по окремих балках споруди

Проте у величині згинаючих моментів M_y коробчаста завантажена балка має переваги над порожнистою трикутною балкою.

Таблиця 3

Максимальні величини M_{xy} , $kH \cdot cm/cm$ для 3-го варіанту навантаження у всіх прольотах різних типів профілів

№ Вид профілю	Порожнистий трикутник	Збірно-монолітний трикутник	Тавр	П-подібний	Коробчатий
I	0.0069	0.0089	0.081	0.05	0.0074
$k_3 = \frac{M_{xy,i}}{M_{xy,1}}$	1	1.28986	11.7391	7.24638	1.07246
II	0.0104	0.014	0.0807	0.105	0.0341
$k_3 = \frac{M_{xy,i}}{M_{xy,1}}$	1	1.34615	7.75962	10.0962	3.27885
III	0.0032	0.0039	0.0261	0.0261	0.0043
$k_3 = \frac{M_{xy,i}}{M_{xy,1}}$	1	1.21875	8.15625	8.15625	1.34375

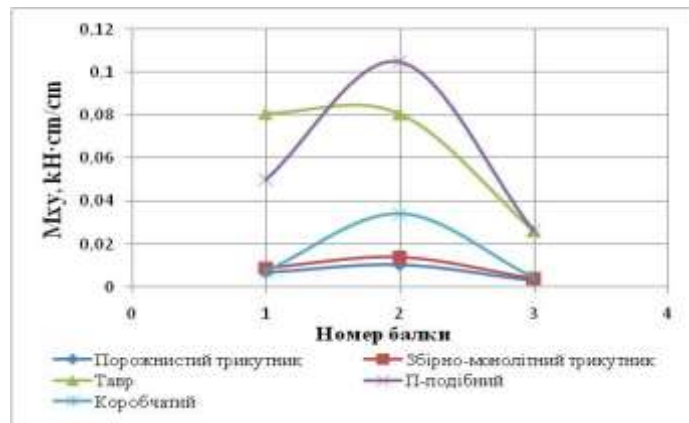


Рис. 5 Розподіл крутних моментів M_{xy} по окремих балках споруди

Таблиця 4

Максимальні величини M_x , $\text{kH}\cdot\text{cm}/\text{cm}$ для 3-го варіанту навантаження у всіх прольотах різних типів профілів

№ Вид профілю	Порожнистий трикутник	Збірно-монолітний трикутник	Тавр	П-подібний	Коробчатий
I	0.774	0.961	0.955	0.858	0.85
$k_3 = \frac{M_{x,i}}{M_{xy,1}}$	1	1.2416	1.23385	1.10853	1.09819
II	0.379	0.371	1.3	0.944	1.43
$k_3 = \frac{M_{x,i}}{M_{xy,1}}$	1	0.97889	3.43008	2.49077	3.77309
III	3.02	3.66	4.59	4.81	2.75
$k_3 = \frac{M_{x,i}}{M_{xy,1}}$	1	1.21192	1.51987	1.59272	0.9106

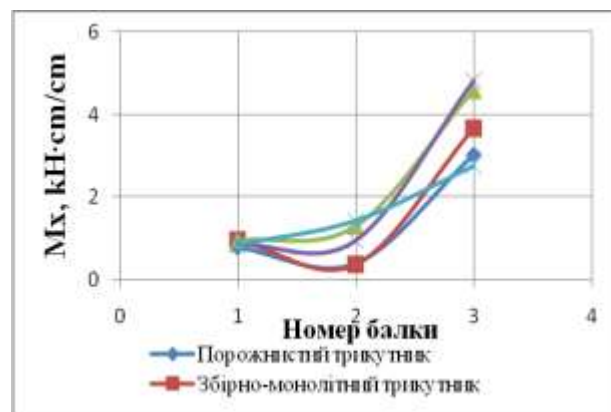


Рис. 6 Розподіл згинаючих моментів M_x по окремих балках споруди

Таблиця 5

Максимальні величини Z , cm для 3-го варіанту навантаження у всіх прольотах різних типів профілів

№ Вид профілю	Порожнистий трикутник	Збірно-монолітний трикутник	Тавр	П-подібний	Коробчатий
I	0.30609	0.46856	0.15272	0.58646	0.41289
$k_4 = \frac{Z_i}{Z_1}$	1	1.53077	0.49895	1.91596	1.34891
II	0.58967	0.85732	1.18955	1.55658	0.73464
$k_4 = \frac{Z_i}{Z_1}$	1	1.45389	2.01731	2.63974	1.24585
III	0.81999	1.154	2.07148	1.73164	0.77401
$k_4 = \frac{Z_i}{Z_1}$	1	1.40733	2.52621	2.11177	0.94392

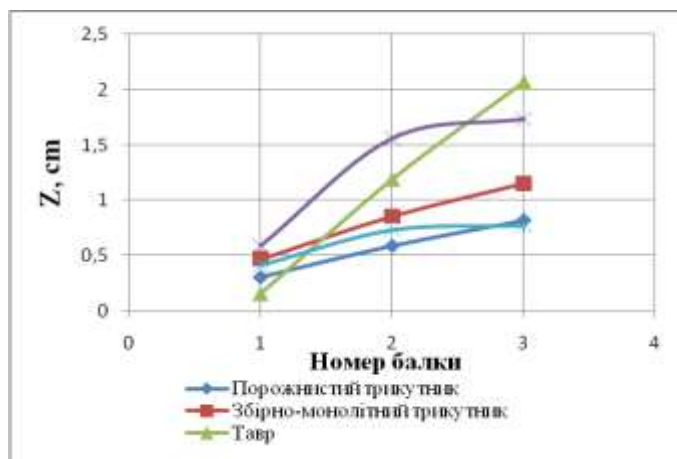


Рис. 7 Максимальні переміщення у прольотах по окремих балках споруди

Значення шуканих величин у балках IV, V не наводяться, так як, вони однакові за значенням II та I балкам.

При завантаженні конкретної балки у просторових конструкціях у ній виникають найбільші зусилля. Характер розподілу величин зусиль у інших елементах просторової системи залежить від їх місця розташування. Вище було показано переваги завантаженої балки порожнистого трикутного профілю. Переваги зусиль інших типів перерізу у незавантаженій балці вказують на те, що ці балки менше включаються в просторову роботу, тобто більшість зусиль сприймає завантажена балка. А у мостових конструкціях з використанням балок порожнистого трикутного профілю зміни величин спадають у напрямку від завантаженої балки до незавантаженої, тобто вся конструкція сприймає дане навантаження (спостерігається характер розподілу зусиль між усіма елементами просторової системи). Цим доведено ефект просторової роботи мостів з використанням балок порожнистого трикутного монолітного чи збірно-монолітного трикутного профілю.

Вітчизняні дослідники [7] передбачали використання збірно-монолітного трикутника економічним у мостових конструкціях (рис. 8). А проблему технологічності його виготовлення було вирішено професором Азізовим Т.Н.[1,2].

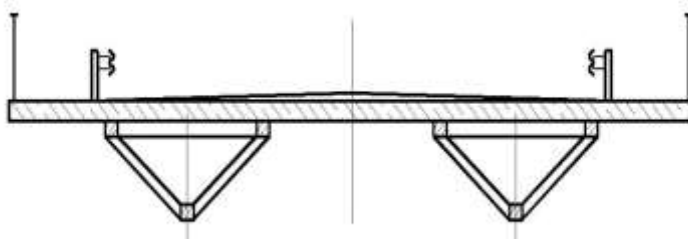


Рис. 8 Використання збірно-монолітних трикутних елементів у мостових конструкціях

Авторами були проведені експериментальні дослідження [4], які показали, що міцність таких балок, виготовлених збірно-монолітними є не меншою за балки, виготовлені суцільно з монолітного бетону. Ці експериментальні

дослідження дозволяють зробити висновок про доцільність використання таких конструкцій в практиці будівництва. Така балка поєднує в собі функції кроквяної конструкції і плити, оскільки ширина верхньої полиці може вільно прийматися 1.5 і більше метрів.

Висновки та перспективи досліджень. При розгляді питання про доцільність застосування залізобетонних конструкцій таврового, коробчастого чи порожнистого трикутного типів необхідно мати на увазі наступне. При використанні залізобетонних конструкцій порожнистого трикутного типу вдало поєднує підвищення ступеня збірності мостових споруд із збереженням їх експлуатаційних якостей. Крім того, застосування такого типу перерізу забезпечує простоту виготовлення, економію матеріалів за рахунок зменшення геометричних розмірів; збільшення ефекту просторової роботи.

Таким чином, конструкції мостів, які складаються з балок порожнистого трикутного профілю є ефективними економічно.

У **перспективі** слід експериментально підтвердити доцільність використання балок порожнистого трикутного профілю у складі мостових конструкцій.

Література

1. Азизов, Т. Н. Экономичные конструкции покрытий и перекрытий / Т. Н. Азизов. – Умань : Алми, 2002. – 64 с.
2. Азизов, Т. Н. Теория пространственной работы перекрытий / Азизов Т. Н. – К. : Науковий світ, 2001. – 276 с.
3. Азізов, Т. Н. Залізобетонні балки з підвищеною жорсткістю при крученні. / Т. Н. Азізов, О. С. Мельник // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне 2009. – Вип. 19. – С. 55-60.
4. Азізов, Т. Н. Експериментальні дослідження жорсткості та міцності залізобетонних елементів порожнистого трикутного перерізу з нормальними тріщинами при крученні / Т. Н. Азізов, О. С. Мельник // Збірник наукових праць : (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – Полтава, 2011. – Вип. 2(30). – С. 47-52.
5. Азізов Т.Н. Ефективні конструкції мостових споруд / Т.Н.Азізов, О.С. Мельник // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Вип. 47 – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2012. – С. 16-22.
6. Инструкция по определению грузоподъемности железобетонных балочных пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов: ВСН 32-89. – М.: Минавтодор, 1990. – 150 с.
7. Коваль П. М. Ефективні конструкції залізобетонних збірно-монолітних прогонових будов автодорожних мостів з використанням попередньо напружених балок / П. М. Коваль, А. Є. Фаль, С. В. Стоянович // Теорія і практика будівництва : збірник наукових праць / відп. ред. З. Я. Бліхарський. – Львів : Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2010. – № 664. – С. 44-52.