

УДК 624.014.2:624.073.327

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЛЬОТНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ПЕРФОРОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА СКЛАДНОГО НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ

**В.В. Романюк,**  
канд. техн. наук

**В.В. Супрунюк,**  
канд. техн. наук

*Національний університет водного господарства та природокористування*

Сформульовано мету та задачі експериментальних досліджень сталеві поперечно напруженої арки з перфорованим верхнім поясом та перфорованого прогону Z-подібного профілю, які полягають у встановленні дійсного напружено-деформованого стану конструкцій за різних їх конструктивних особливостей та за різних схем прикладання навантаження у характерних перерізах на різних розрахункових ділянках. Наведено опис двошарнірної сталеві арки з перфорованим верхнім поясом і поперечно напруженою розпіркою, перфорованого Z-подібного прогону, а також експериментальних установок, які дозволяють закріпити конструкції та завантажити їх відповідно до реальних умов експлуатації. Представлено перелік приладів та обладнання, використаних під час експерименту.

Наведено основні висновки за результатами експериментальних досліджень та визначено, що перспективним напрямком подальших експериментальних і теоретичних досліджень є вивчення питання стійкості стінки та полиці прокатних профілів на різних розрахункових ділянках в перерізах з отворами різної конфігурації і в перерізах без отворів.

**Ключові слова:** арка, прогон, експеримент, установка, прилад, обладнання, несуча здатність, напружено-деформований стан.

**Вступ.** Експериментальні дослідження сталевих конструкцій і особливо такі, що виконані з використанням зразків у натуральну величину, дозволяють отримати реальний напружено-деформований стан не лише окремих елементів, а і конструкції в цілому на всьому проміжку її роботи від початку завантаження і аж до руйнування, що дає можливість враховувати під час розробки інженерної методики розрахунку численні фактори, які сприяють підвищенню точності розрахунків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На теперішній час проведена велика кількість експериментальних досліджень перфорованих елементів, а також конструкцій на їх основі, але, на жаль, результати цих досліджень досить мало відображені в літературі, а іноді навіть протирічать одне одному і теоретичним передумовам самих авторів. До того ж експериментальні дослідження в основному проводились на моделях у вигляді згинальних однопрольотних балок з метою встановлення ступеня точності різних методик розрахунку. Дослідження натурних зразків конструкцій у сучасній практиці є рідкістю, а експерименти з комбінованими системами, до складу яких входять перфоровані елементи, в літературі не представлені, за виключенням деяких окремих випадків.

Враховуючи, що дійсний напружено-деформований стан конструкцій іноді має значне розходження з теоретичними розрахунками, виконаними для ідеалізованих схем, а також цінність результатів дійсної роботи реальних конструкцій, в межах проведених самостійних теоретичних досліджень виникла необхідність проведення і самостійних експериментальних досліджень натурних зразків попередньо напруженої арки з верхнім стиснуто-згинальним поясом у вигляді перфорованого двотаврова постійної по довжині жорсткості, а також перфорованого прогону Z-подібного профілю, який працює в умовах косоного згину.

**Визначення мети та завдання дослідження.** Основною метою експериментальних досліджень є встановлення дійсного напружено-деформованого стану елементів сталевий арки з перфорованим верхнім поясом за різних її конструктивних особливостей та за різних схем прикладання навантаження, а також перфорованого прогону Z- подібного профілю у характерних перерізах на різних розрахункових ділянках за різних кутів його нахилу та визначення величини несучої здатності запропонованих конструкцій.

Відповідно до зазначеної мети експериментальні дослідження мають такі задачі:

1) запроєктувати та виготовити двошарнірну сталеву арку прольотом 9 м з перфорованим верхнім поясом і попередньо напруженою розпіркою і перфорований Z-подібний прогон прольотом 6 м;

2) розробити експериментальні установки для дослідження сталевий попередньо напруженої перфорованій арки і перфорованого Z-подібного прогону за різних кутів нахилу конструкції, які дозволять закріпити конструкції та завантажити їх відповідно до реальних умов експлуатації;

3) встановити фактичні значення напружень і деформацій, які виникають в характерних перерізах елементів арки за різних схем її завантаження та конструктивних особливостей, і перфорованого прогону, які виникають за різних кутів нахилу конструкції;

4) встановити граничну несучу здатність, форму і характер руйнування конструкції арки з розпіркою за нульового значення ексцентриситету зміщення затяжки і з попереднім натягом розпірки та перфорованого Z-подібного прогону, виготовленого з прокатного швелера №22У/ДСТУ 3436–96, за раціонального кута його нахилу;

5) виконати порівняльний аналіз результатів експериментальних досліджень з результатами розрахунків, виконаними за розробленими методиками та теоретичними розрахунками в ПК „Ліра”.

Експериментальні дослідження проведені з дотриманням вимог [1].

**Основна частина дослідження.** Для реалізації зазначеної мети і задач досліджень у спеціалізованій науково-дослідній лабораторії кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП, м. Рівне) були запроєктовані, виготовлені та випробувані конструкції експериментальних зразків арки прольотом 9 м зі стрілою підйому 2,25 м і прогону Z-подібного профілю довжиною 6 м (рис. 1) [2,3].

Дослідна конструкція арки складається з двох напівпоясів, які виготовлені з вихідного двотавра  $\text{I}12/\text{ГОСТ 8239-89}$ , в результаті перфорації якого висота перерізу поясу збільшилась на 22%; зтяжки, яка складається з двох стержнів діаметром 16 мм; розпірки, що запроєктована з двох кутиків  $\text{L} 63 \times 63 \times 6/\text{ДСТУ 2251-93}$ , складених тавром. Фасонки, фланці та опорні вузли арки виготовлені з універсальної широкоштабової сталі товщиною 10 мм за  $\text{ГОСТ 82-70}^*$  (рис. 1, (а), (в)).

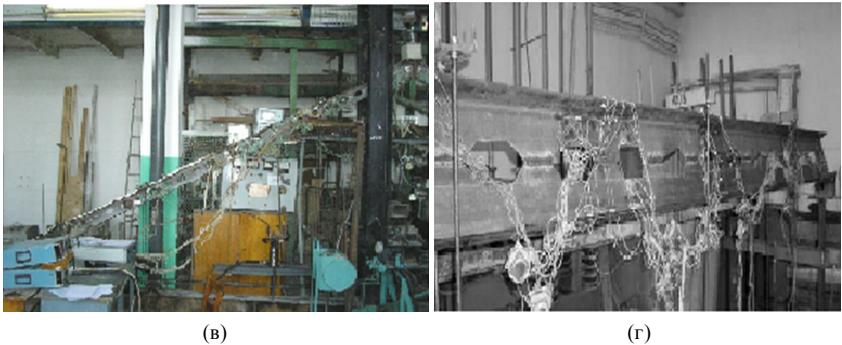
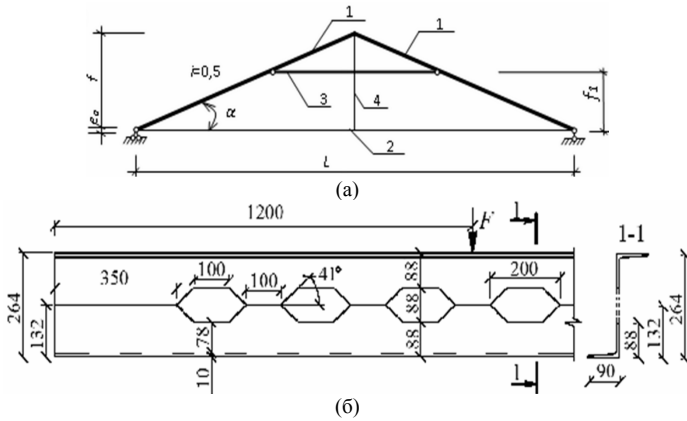


Рис. 1. Дослідні конструкції: (а) – загальна схема арки; (б) – загальна схема прогону; (в) – натурний зразок арки прольотом 9 м; (г) – натурний зразок прогону прольотом 6 м

Прогон виготовлений з прокатного швелера  $\text{C}22\text{У}/\text{ДСТУ 3436-96}$ , стінка якого була розрізана за зигзагоподібною лінією і в подальшому зварена зі зсувом і поворотом однієї половини швелера навколо своєї осі, що дозволило утворити перфорований прогон Z-подібного профілю (рис. 1, (б), (г)). Коефіцієнт розвитку висоти профілю склав 1.2.

Значення фактичних механічних характеристик сталі всіх профілів визначались шляхом випробування стандартних зразків у розривній машині „УММ-50”. Під час випробування розривною машиною було побудовано діаграми розтягу, які дозволили визначити механічні характеристики матеріалу.

В експериментальних дослідженнях використовувались стандартні прилади для статичних випробувань, а саме для вимірювання переміщень – прогиноміри та індикатори годинникового типу, а для вимірювання деформацій волокон матеріалу – тензорезистори з базою 10 мм і 20 мм, які підключались електричними дротами до вимірювача деформацій „СИИТ-3”, який і фіксував покази датчиків (рис. 2). У свою чергу вимірювач деформацій передавав дані на комп’ютер через блок, який перетворює аналоговий сигнал у цифровий. На всіх елементах досліджуваної арки було встановлено 264 тензорезистора, а на прогоні 128 датчиків, розміщених у 13 характерних перерізах по його довжині (рис. 3, 4, 5).



Рис. 2. Апаратура для вимірювання деформацій

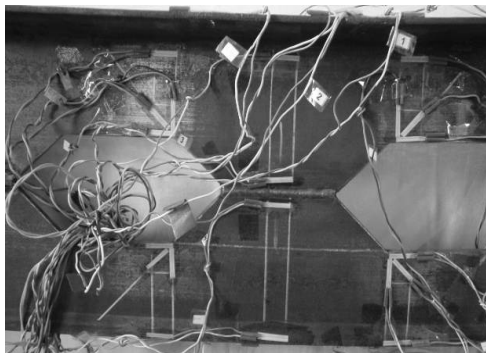


Рис. 3. Розміщення датчиків в перерізі з отворами

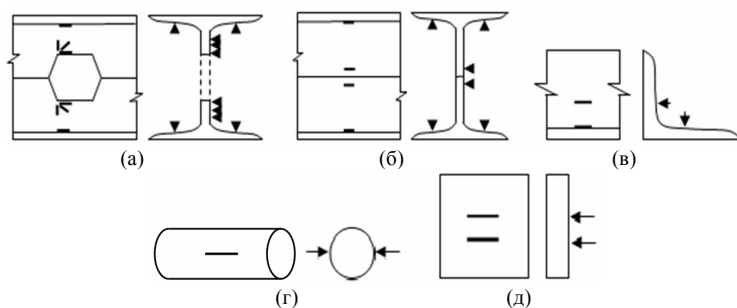


Рис. 4. Схеми розміщення тензорезисторів на елементах арки:

(а) – в перерізі перфорованого двотавра з отвором; (б) – в перерізі перфорованого двотавра без отвору; (в) – на кутику розпірки; (г) – на арматурі затяжки; (д) – на листових елементах

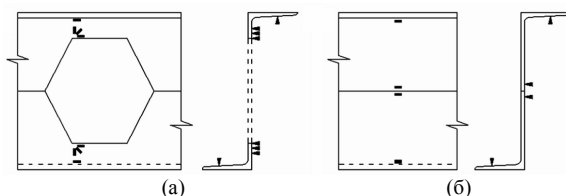


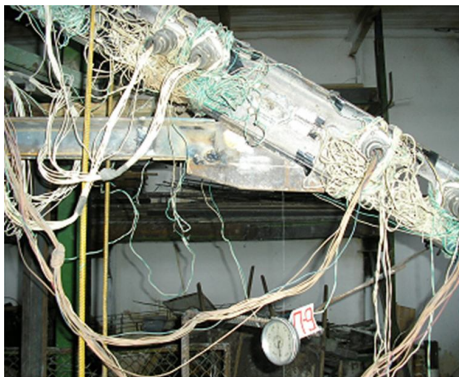
Рис. 5. Схема розміщення тензорезисторів у перерізах перфорованого Z-подібного профілю (а) – в перерізі з отвором; (б) – в перерізі без отвору

Напруження в поясах арки визначались у всіх перерізах з отворами, які знаходяться поблизу прикладання зовнішнього зосередженого навантаження, в перерізах поблизу гребеневого, опорних вузлів та вузлів з'єднання розпірки з поясом, а також в перерізах посередині ділянки поясу між опорним вузлом та найближчою зосередженою силою для встановлення точних значень напружень, які обчислюються за деформаційною розрахунковою схемою. В інших елементах, оскільки вони є однооснонапруженими, напруження визначались у напрямку дії внутрішнього зусилля.

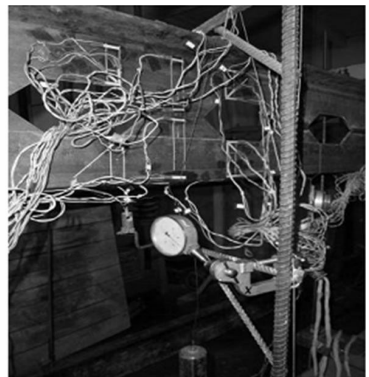
Нормальні напруження в перерізах перфорованого прогону Z-подібного перерізу вимірювались на чотирьох ділянках: 1) ділянка з максимальною поперечною силою і малим згинаючим моментом; 2) ділянка з середніми значеннями поперечної сили і згинаючого моменту; 3) ділянка з максимальним згинаючим моментом за відсутності поперечної сили; 4) приопорні ділянки. На кожній з трьох характерних ділянок (окрім приопорних) можна виділити два характерні перерізи, в яких і визначались напруження: переріз з отвором і переріз без отвору. Всі вони знаходяться поблизу точок прикладання зовнішнього зосередженого навантаження.

Деформації поясів арки вимірювались прогиномірами „6 ПАО-ЛИСИ” та „Максимова”, які мають ціну поділки 0,01 мм, у площині арки як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках (рис. 6, (а)). Прогиноміри розміщувались у гребеневому вузлі, вузлах з'єднання розпірки з поясом, а також посередині ділянки поясу між опорним вузлом та вузлом з'єднання розпірки з поясом. На конструкції прогону прогиноміри розміщувались в місцях найбільших імовірних деформацій, тобто посередині прольоту (рис. 6, (б)).

Для уточнення напрямку головних напружень у кутах отворів перфорованих профілів були влаштовані розетки з трьох тензодатчиків (див. рис. 3, 4, 5). Їх бази були орієнтовані згідно з напрямком деформацій у волокнах матеріалу.



(а)



(б)

Рис. 6. Розміщення прогиномірів: (а) – на поясах арки; (б) – на прогоні

Для вивчення дійсної роботи розроблених конструкцій арки та прогону були запроєктовані та виготовлені спеціальні установки, які складаються з дослідної конструкції, системи закріплення дослідної конструкції в проектному положення, системи створення навантаження, системи передачі навантаження на конструкцію і системи контролю за станом дослідної конструкції (рис. 7, 8).

Випробування конструкції арки проводилось за трьома схемами завантаження, а саме: симетричній, несиметричній і монтажній. Симетрична схема завантаження моделювала реальне постійне навантаження на покрівлю, несиметрична – наявність снігового покриву тільки на половині прольоту, монтажна – у випадку влаштування покрівлі під час будівництва лише з одного боку. Крім того, для підтвердження доцільності застосування розробленої конструкції, проводились випробування арки за кожною зі схем завантаження за відсутності розпірки, з розпіркою, за різних значень ексцентриситету зміщення затяжки і з попереднім натягом розпірки, що дозволяла виконати дослідна конструкція.

Навантаження в процесі випробування прикладалось ступенями рівними 10% від максимального розрахункового навантаження, яке було попередньо обчислене теоретичними методами. Витримка після прикладання навантаження для з'ясування закономірностей приросту деформацій становила в межах 10...15 хвилин.

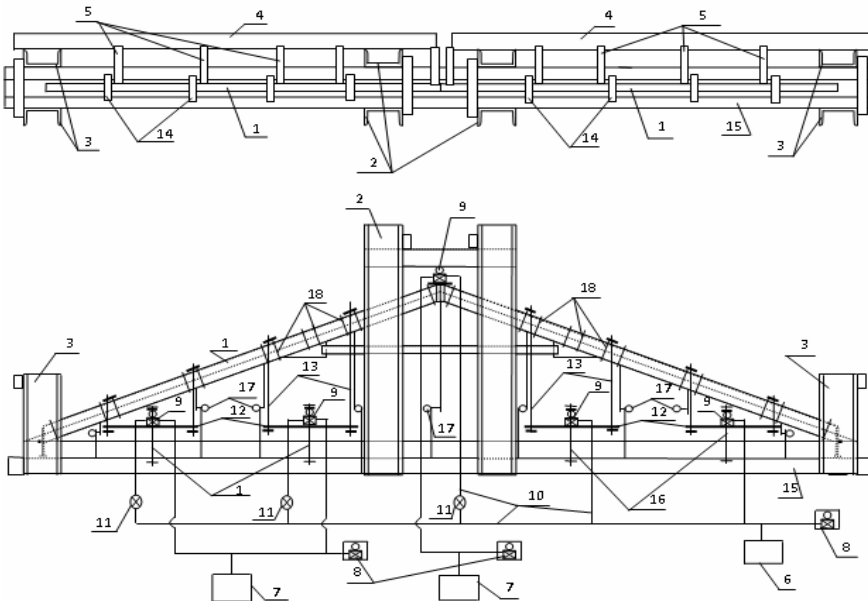


Рис. 7. Загальна схема експериментальної установки арки

1 – дослідна конструкція; 2 – центральний стіжок; 3 – опорний стіжок; 4 – в'язева балка; 5 – в'язеві елементи; 6 – основна маслостанція; 7 – допоміжні маслостанції; 8 – контрольні домкрати; 9 – основні домкрати; 10 – система маслопроводів; 11 – маслоперекачуючі вентилі; 12 – траверси; 13 – тяги; 14 – опорні балочки; 15 – силова підлога; 16 – анкери; 17 – прогноміри; 18 – перерізи з тензорезисторами; 19 – індикатор годинникового типу; 20 – пружинний пристрій

Навантаження на дослідну конструкцію за кожною схемою навантаження доводилось до розрахункового значення, після чого скидалось до нуля. При цьому на кожному етапі знімались покази прогиномірів, індикаторів та тензотричної апаратури. Загалом було проведено 27 завантажень дослідної конструкції для різних схем його прикладання, та за різних конструктивних особливостей арки. На останньому симетричному завантаженні з попереднім натягом розпірки арку було доведено до руйнування з метою визначення руйнівного навантаження. Виходячи з теоретичних розрахунків, які згодом були підтверджені експериментально, встановлено, що дослідна конструкція арки з розпіркою здатна витримати навантаження на 30% більше ніж без розпірки.

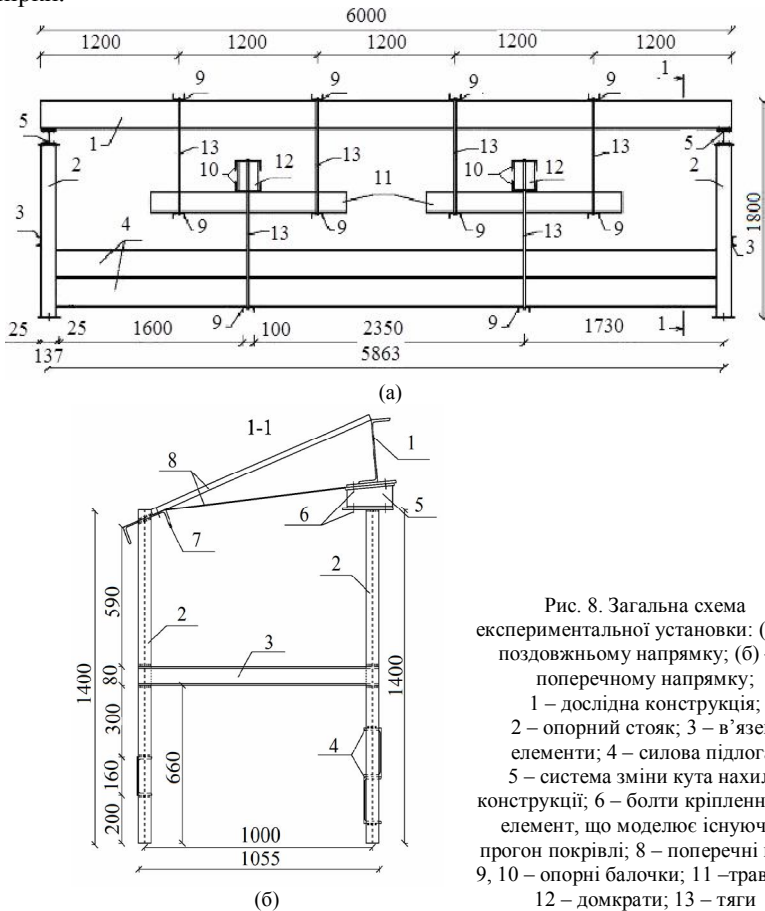


Рис. 8. Загальна схема експериментальної установки: (а) – у поздовжньому напрямку; (б) – у поперечному напрямку; 1 – дослідна конструкція; 2 – опорний стоек; 3 – в'язеві елементи; 4 – силова підлога; 5 – система зміни кута нахилу конструкції; 6 – болти кріплення; 7 – елемент, що моделює існуючий прогон покрівлі; 8 – поперечні в'язі; 9, 10 – опорні балочки; 11 – траверси; 12 – домкрати; 13 – тяги

Попередній натяг розпірки арки виконувався механічним способом за допомогою гайкового ключа, а його величина контролювалась за допомогою тензодатчиків і тензотричної апаратури.

Випробування конструкції прогону проводилося за симетричною схемою навантаження за дії чотирьох зосереджених сил, що моделювали рівномірно розподілене навантаження на покрівлю (див. рис. 8).

Систему зміни кута нахилу дослідної конструкції представлено у вигляді „башмаків”, які передають навантаження від дослідної конструкції на раму установки і забезпечують необхідний кут нахилу конструкції. Вони виготовлені з двох швелерів, стінки яких зрізані під певним кутом для забезпечення проектного положення конструкції. До полиці швелера приварено металеву пластину товщиною 10 мм. Для надійного кріплення конструкції до експериментальної установки в „башмаках” було виконано чотири отвори під болти діаметром 16 мм (рис. 9).

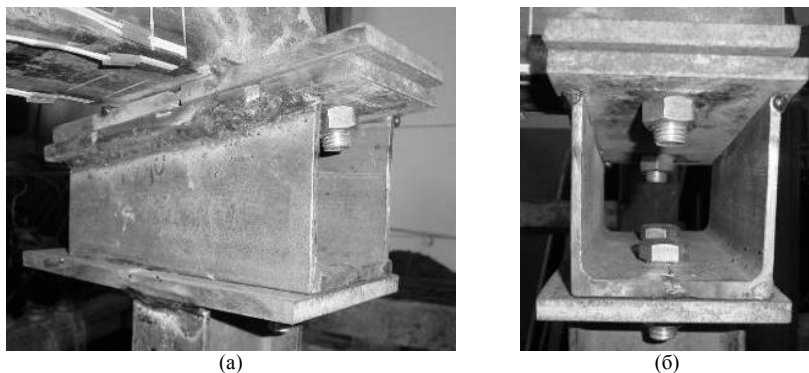


Рис. 9. Конструкція „башмаків” (а) – вигляд збоку; (б) – вигляд спереду

Розрахункове симетричне навантаження на перфорований прогон, яке залежить від кута нахилу конструкції, визначалося за граничними станами другої групи для вихідного прокатного швелера 22У/ДСТУ 3436–96 [4].

Для визначення руйнівного навантаження прогон було доведено до руйнування за кута нахилу конструкції  $15^\circ$ . Такий кут нахилу був прийнятий тому, що саме за такого його значення спостерігається найбільший збіг силової площини, тобто напрямку дії сили, з головною центральною віссю інерції перфорованого прогону Z-подібного профілю, виконаного з прокатного швелера 22У/ДСТУ 3436–96. Іншими словами, має місце найменше відхилення головної центральної осі інерції від силової площини, що забезпечує найбільшу несучу здатність конструкції, оскільки моменти інерції та опору матимуть у цьому випадку максимальні значення. Для інших вихідних профілів цей кут нахилу буде мати інші значення. Розрахунки виконані з дотриманням вимог [5].

### Висновки

1. Розроблено дослідні зразки попередньо напруженої арки прольотом 9 м з перфорованим верхнім поясом, перфорованого прогону Z-подібного профілю довжиною 6 м та експериментальні установки, які дозволили закріпити конструкції відповідно до їх розрахункових схем і прикласти до них навантаження за різними реально можливими схемами завантаження.



2. Проведено експериментальні дослідження арки, які дозволили отримати дані про її дійсний напружено-деформований стан у випадку використання її без розпірки, з ненапруженою розпіркою, з попередньо напруженою розпіркою, з різними значеннями ексцентриситету зміщення затяжки як для симетричного, так і для несиметричного завантаження конструкції. Експериментально підтверджено доцільність застосування в арці попередньо напруженої розпірки або ексцентриситету зміщення затяжки, що дає можливість виконати дослідна конструкція.

3. Виконано експериментальні дослідження прогону Z-подібного профілю прольотом 6 м в умовах поперечного та косого згинів з можливістю зміни кута нахилу в діапазоні  $0^\circ \dots 25^\circ$  відповідно до ухилу покрівлі будівлі і в результаті отримано нові експериментальні дані про дійсний напружено-деформований стан перфорованих елементів Z-подібного профілю, що працюють в умовах косого згину, в характерних точках поперечних перерізів з отворами і без отворів на трьох розрахункових ділянках по довжині прогону.

4. Встановлено, що руйнування арки з попередньо напруженою розпіркою відбулось через втрату стійкості стиснуто-згинального перфорованого поясу з його площини, а руйнування перфорованого прогону – через втрату місцевої стійкості полиці та стінки на ділянці конструкції з максимальним значенням згинаючого моменту, що призвело до загальної втрати стійкості верхнього поясу прогону із площини

5. Загалом, проведені експериментальні дослідження підтвердили основні теоретичні передумови розрахунку попередньо напруженої арки з перфорованим верхнім поясом та Z-подібного прогону та можливість їх застосування у масовому будівництві.

6. Враховуючи характер руйнування дослідних зразків, перспективним напрямком подальших експериментальних і теоретичних досліджень є вивчення питання стійкості стінки та полиці прокатних профілів на різних розрахункових ділянках в перерізах з отворами різної конфігурації і в перерізах без отворів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Конструкції сталеві будівельні. Методи випробування навантаженням [Текст]: ДСТУ Б В.2.6–10–96. – [офіц. вид.]. К., 1997. – 20 с. – (Держстандарт України).
2. Романюк, В.В. Міцність та деформативність перфорованих елементів сталеві арки [Текст]: монографія / В.В. Романюк, В.В. Супрунюк. – Рівне: НУВГП, 2013. – 106 с.
3. Романюк, В.В. Несуча здатність перфорованих прогонів Z-подібного профілю за косого згину [Текст]: монографія / В.В. Романюк, В.В. Василенко, В.В. Супрунюк. – Рівне: НУВГП, 2017. – 206 с.
4. Романюк, В.В. Особливості розрахунку прольотних конструкцій з перфорованих елементів за складного напружено-деформованого стану [Текст] / В.В. Романюк, В.В. Супрунюк // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – Випуск 175. – С. 98 – 108.
5. Сталеві конструкції [Текст]: ДБН В.2.6 – 198: 2014. – [офіц. вид.]. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2014. – 199 с. – (Нормативний документ Мінрегіонбуду України. Норми проектування).

## REFERENCES

1. Konstruktsiyyi stalevi budiveli. Metody vyprovuvannya navantazhenyamy (Constructions are steel construction. Methods of load testing) [Tekst]: DSTU B V.2.6–10–96. – [ofits. vyd.]. K., 1997. – 20 s. – (Derzhstandart Ukrainy).
2. Romaniuk V. V. Mitsnist ta deformativnist perforovanykh elementiv stalevoyi arky (Strength and deformability of perforated elements of steel arch) [Tekst]: Monohrafiya / V. V. Romaniuk, V. V. Supruniuk. – Rivne: NUVHP, 2013. – 106 s.
3. Romaniuk V. V. Nesucha zdattist perforovanykh prohoniv Z-podibnoho profilu za kosoho z-hynu (Carrying capacity of perforated runs of Z-shaped profile in oblique bending) [Tekst]: onohrafiya / V. V. Romaniuk, V. B. Vasylenko, V. V. Supruniuk. – Rivne: NUVHP, 2017. – 206 s.
4. Romaniuk V. V. Osoblyvosti rozrakhunku prolotnykh konstruktsiy z perforovanykh elementiv za skladnoho napruzhenno-deformovanoho stanu (Features of the calculation of span structures from perforated elements in complex stress-strain state) [Tekst] / V. V. Romaniuk, V. V. Supruniuk // Zbirnyk naukovykh prats Ukrainy koho derzhavnogo universytetu zaliznychnoho transportu. – Kharkiv: UkrDUZT, 2018. – Vypusk 175. – S. 98 – 108.
5. Stalevi konstruktsiyyi (Steel structures) [Tekst]: DBN V.2.6 – 198: 2014. – [ofits. vyd.]. – K.: DP «Ukrarkhbudinform», 2014. – 199 s. – (Normativnyy dokument Minrehionbudu Ukrainy. Normy proektuvannya).

*Стаття надійшла 18.09.2019 р.*

*Romaniuk V.V., Supruniuk V.V.*

#### **EXPERIMENTAL RESEARCHES OF FLEXIBLE CONSTRUCTIONS FROM PERFORATED ELEMENTS AT A COMPLEX STRESS-DEFORMED STATE**

The purpose and tasks of experimental researches of steel pre-stressed arches with perforated upper belt and perforated stringer of Z-like profile are formulated. They consist in establishing the actual stress-deformed state of constructions for their various design features and for different schemes of applying a load in characteristic sections on different settlement areas.

For this purpose a double-hinged steel arch with a span of 9 m with a perforated upper belt and a pre-tensioned arch and a perforated Z-like stringer of 6 m was designed and manufactured; experimental installations for the study of steel pre-stressed perforated arches and perforated Z-like stringer at different angles of the design have been developed, which will allow the fastening of structures and loading them in accordance with the actual operating conditions; the actual values of the stresses and deformations that arise in the characteristic sections of the arches elements in different schemes of its loading and structural features, and the perforated stringer, which arise at different angles of the design; the boundary bearing capacity, the shape and character of the destruction of the arch structure with the arrangement for the zero value of the eccentricity of the tightening displacement and with the preliminary tension of the spacer and the perforated Z-like stringer made of a rolled channel at a rational angle of its inclination is established; a comparative analysis of the results of experimental studies with the results of calculations performed on the developed methods and theoretical calculations in PC "Lira" was performed.

The description of a double-hinged steel arch with a perforated upper belt and a pre-stressed arch, a perforated Z-like stringer, as well as experimental installations, that allow fastening the structures and loading them in accordance with the actual operating conditions are given. The list of devices and equipment used during the experiment is presented. The locations of the measuring equipment in the characteristic sections of the structures along their length, which are located near the application of the external concentrated load, are determined.

The main conclusions from the results of experimental research are presented and the prospective direction of further experimental and theoretical researches is the study of the stability of the wall and the shelf of the rolling profiles at different settlement areas in sections with holes of different configurations and in sections without holes.

**Key words:** arch, stringer, experiment, test bench, gear, equipment, load bearing capacity, stress-strain state.

*Романюк В.В., Супрунюк В.В.*

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПЕРФОРИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СЛОЖНОМ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ**

Сформулированы цель и задачи экспериментальных исследований стальной предварительно напряженной арки с перфорированным верхним поясом и перфорированного прогона Z-образного профиля, которые заключаются в определении действительного напряженно-деформированного состояния конструкций при различных их конструктивных особенностях и при различных схемах приложения нагрузки в характерных сечениях на разных расчетных участках. Приведено описание двухшарнирной стальной арки с перфорированным верхним поясом и предварительно напряженной распоркой, перфорированного Z-образного прогона, а также экспериментальных установок, которые позволяют закрепить конструкции и загрузить их в соответствии с реальным условиям эксплуатации. Представлен перечень приборов и оборудования, использованных в ходе эксперимента.

Приведены основные выводы по результатам экспериментальных исследований и определено, что перспективным направлением дальнейших экспериментальных и теоретических исследований является изучение вопроса устойчивости стенки и полки прокатных профилей на разных расчетных участках в сечениях с отверстиями различной конфигурации и в сечениях без отверстий.

**Ключевые слова:** арка, прогон, эксперимент, установка, прибор, оборудование, несущая способность, напряженно-деформированное состояние.

УДК 624.014.2:624.073.327

*Романюк В.В., Супрунюк В.В.* **Експериментальні дослідження пролётних конструкцій з перфорованих елементів за складного напружено-деформованого стану** // Опір матеріалів і теорія споруд: наук.-тех збірн. – К.: КНУБА, 2019. – Вип. 103. – С. 189-200.

*Сформульовано мету та задачі експериментальних досліджень сталеві попередньо напруженої арки з перфорованим верхнім поясом та перфорованого прогону Z-подібного профілю, які полягають у встановленні дійсного напружено-деформованого стану конструкцій за різних їх конструктивних особливостей та за різних схем прикладання навантаження у характерних перерізах на різних розрахункових ділянках. Наведено опис конструкцій та експериментальних установок, які дозволяють закріпити конструкції та завантажити їх відповідно до реальних умов експлуатації.*

Табл. 0. Іл. 9. Бібліогр. 5 назв.

UDC 624.014.2:624.073.327

*Romaniuk V.V., Supruniuk V.V.* **Experimental researches of flexible constructions from perforated elements at a complex stress-deformed state** // Strength of Materials and Theory of Structures: Scientific-&-Technical collected articles. – Kyiv.: KNUBA, 2019. – Issue 103. – P. 189-200. Ukr.

*The purpose and tasks of experimental researches of steel pre-stressed arches with perforated upper belt and perforated stringer of Z-like profile are formulated. They consist in establishing the actual stress-deformed state of constructions for their various design features and for different schemes of applying a load in characteristic sections on different settlement areas. The description of constructions and experimental installations, that allow fastening the structures and loading them in accordance with the actual operating conditions are given.*

Tabl. 0. Fig. 9. Ref. 5.

УДК 624.014.2:624.073.327

*Романюк В.В., Супрунюк В.В. Экспериментальные исследования пролетных конструкций из перфорированных элементов при сложном напряженно-деформированном // Сопrotивление материалов и теория сооружений: науч.-тех сборн. – К.: КНУСА, 2019. – Вып. 103. – С. 189-200. – Укр.*

*Сформулированы цель и задачи экспериментальных исследований стальной предварительно напряженной арки с перфорированным верхним поясом и перфорированного прогона Z-образного профиля, которые заключаются в установлении действительного напряженно-деформированного состояния конструкций при различных их конструктивных особенностях и при различных схем приложения нагрузки в характерных сечениях на разных расчетных участках. Приведено описание конструкций и экспериментальных установок, которые позволяют закрепить конструкции и загрузить их в соответствии с реальным условиям эксплуатации.*

Табл. 0. Ил. 9. Библиогр. 5 назв.

**Автор (вчена ступень, вчене звання, посада):** доцент, кандидат технічних наук, професор кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд НУВГП Романюк Володимир Володимирович.

**Адреса:** 33028 Україна, м. Рівне, вул. Соборна, 11, Національний університет водного господарства та природокористування, кафедра промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.

**Мобільний тел.:** +38(096) 804-31-77

**Імейл:** v.v.romaniuk@nuwm.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0002-2539-4654>

**Автор (вчена ступень, вчене звання, посада):** доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг, основ та фундаментів НУВГП Супрунюк Володимир Володимирович.

**Адреса:** 33028 Україна, м. Рівне, вул. Соборна, 11, Національний університет водного господарства та природокористування, кафедра автомобільних доріг, основ та фундаментів.

**Мобільний тел.:** +38(097) 732-99-01

**Імейл:** v.v.supruniuk@nuwm.edu.ua

**ORCID ID:** <https://orcid.org/0000-0001-9534-4460>