

У збірнику опубліковані наукові статті з раціонального використання природних ресурсів, гідротехнічних споруд, будівництва, машинознавства, економіки, права. Призначений для наукових працівників, інженерів, аспірантів та студентів вищих навчальних закладів.

#### Редакційна колегія

**Мошинський В.С.**, д.с.-г.н., професор, ректор НУВГП, головний редактор; **Савіна Н.Б.**, д.е.н., професор, в.о. проректора з наукової роботи та міжнародних зв'язків НУВГП, заступник головного редактора; **Мамай Л.М.**, здобувач кафедри екології, провідний фахівець відділу аспірантури і докторантури, відповідальний секретар; **Россінський В.М.**, к.т.н., старший викладач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи, відповідальний секретар; **Левицька С.О.**, д.е.н., професор, директор навчально-наукового інституту економіки, менеджменту та права; **Герасімов Є.Г.**, начальник науково-дослідної частини, к.т.н., доцент; **Клименко М.О.**, директор навчально-наукового інституту агроекології та землеустрою, д.с.-г.н., професор; **Хлапук М.М.**, директор навчально-наукового інституту водного господарства та природооблаштування, д.т.н., професор; **Гавриш В.С.**, в.о. директора навчально-наукового механіко-енергетичного інституту, к.т.н., доцент; **Макаренко Р.М.**, в.о. директора навчально-наукового інституту будівництва та архітектури, к.т.н., доцент; **Тадесв П.О.**, в.о. директора навчально-наукового інституту автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки, д.пед.н., професор; **Марчук М.М.**, в.о. директора навчально-наукового автодорожнього інституту, к.т.н., професор; **Дорошенко О.О.**, голова Ради молодих вчених, к.е.н., доцент кафедри обліку і аудиту; **Грицина О.О.**, заступник голови Ради молодих вчених, к.т.н., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки; **Пінчук О.Л.**, к.т.н., старший викладач кафедри водогосподарського будівництва та експлуатації гідромеліоративних систем; **Лук'янчук О.П.**, к.т.н., доцент, доцент кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин і обладнання сільськогосподарського виробництва; **Глінчук В.М.**, к.т.н., старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства; **Карпан Т.С.**, аспірант кафедри транспортних технологій і технічного сервісу; **Гарбарук Ю.В.**, аспірант кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки; **Шапран С.Ю.**, аспірант кафедри архітектури та середовищного дизайну; **Филипчук Л.В.**, старший викладач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій; **Янчук О.Є.**, к.т.н., доцент кафедри геодезії та геоінформатики; **Самолук Н.М.**, к.е.н., доцент кафедри трудових ресурсів і підприємництва; **Вашай Ю.В.**, к.е.н., старший викладач кафедри економічної теорії; **Ботвінко-Ботюк О.М.**, викладач кафедри іноземних мов та українознавства, аспірант Волинського національного університету ім. Лесі Українки кафедри практики англійської мови.

**Збірник «Студентський вісник Національного університету водного господарства та природокористування» зареєстрований у Державній реєстраційній службі України - реєстраційний номер КВ 20359 - 10159 Р від 11.10.2013 р.**

**Матеріали Студентського вісника НУВГП розглянуті і рекомендовані до видання на Вченій раді університету 27 червня 2014 р., протокол № 6.**  
**Адреса редколегії: 33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11, НУВГП**

**© Національний університет водного господарства та природокористування, 2014**

**БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ, БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ**

УДК 693.8.001.4

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО ДЕФОРМОВАНОГО  
СТАНУ ПЕРФОРОВАНОГО ПРОГОНУ Z-ПОДІБНОГО ПРОФІЛЮ В УМОВАХ  
КОСОГО ЗГИНУ****А. В. Востріков, І. О. Жичковська**

студенти 4 курсу, група ПЦБ-41, навчально-науковий інститут будівництва та архітектури  
Науковий керівник – к.т.н., доцент В. В. Романюк, асп. В. Б. Василенко

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
м. Рівне, Україна*

**Наведено методику проведення експериментальних досліджень перфорованих елементів в умовах косоного згину та описано конструкцію дослідної установки і перфорованого прогону.**

**Ключові слова:** прогон, установка, згин, експеримент.

**Приведена методика проведення експериментальних досліджень перфорованих елементів в умовах косоного згину та описано конструкцію дослідної установки і перфорованого прогону.**

**Ключевые слова:** прогон, установка, изгиб, эксперимент.

**Conducting experiments method of perforated elements under slanting bend conditions have been shown and described device construction and perforated summer.**

**Keywords:** summer, device, bend, experiment.

Основною метою експериментальних досліджень є встановлення дійсного напружено деформованого стану конструкції перфорованого прогону, виконаного з прокатних профілів, у найбільш характерних перерізах по його довжині в умовах косоного згину у діапазоні кутів нахилу покрівлі, що найчастіше використовуються як для будівель промислового призначення, так і для громадських будівель.

Для цього у науково-дослідній лабораторії кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд було розроблено і спроектовано установку для дослідження перфорованого прогону за різних кутів нахилу конструкції та проведено натурні експериментальні дослідження прогону Z-подібного профілю довжиною 6 м.

Конструкцію прогону виготовлено з прокатного швелера № 22У/ДСТУ 3436–96, стінка якого була розрізана по зигзагоподібній лінії і в подальшому зварена зі зсувом, що дозволило утворити перфорований елемент Z-подібного профілю. Коефіцієнт розвитку склав 1,2, що дозволило збільшити висоту перерізу на 20% (рис. 1).

Установка представляє собою дві плоскі рами, які за допомогою в'язевих елементів утворюють жорстку просторову конструкцію, що забезпечує її стійкість під час прикладання навантаження (рис. 2).

Одна з рам призначена для закріплення дослідної конструкції в проектному положенні і передачі на неї зовнішнього навантаження від системи завантаження, а інша дає змогу розкріпити дослідну конструкцію з її площини. Для цього використовуються рівнополицеві кутики № 5/ДСТУ 3436–96, які розміщуються з кроком 1,2 м і моделюють закріплення дослідної конструкції профнастилом покриття.

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.

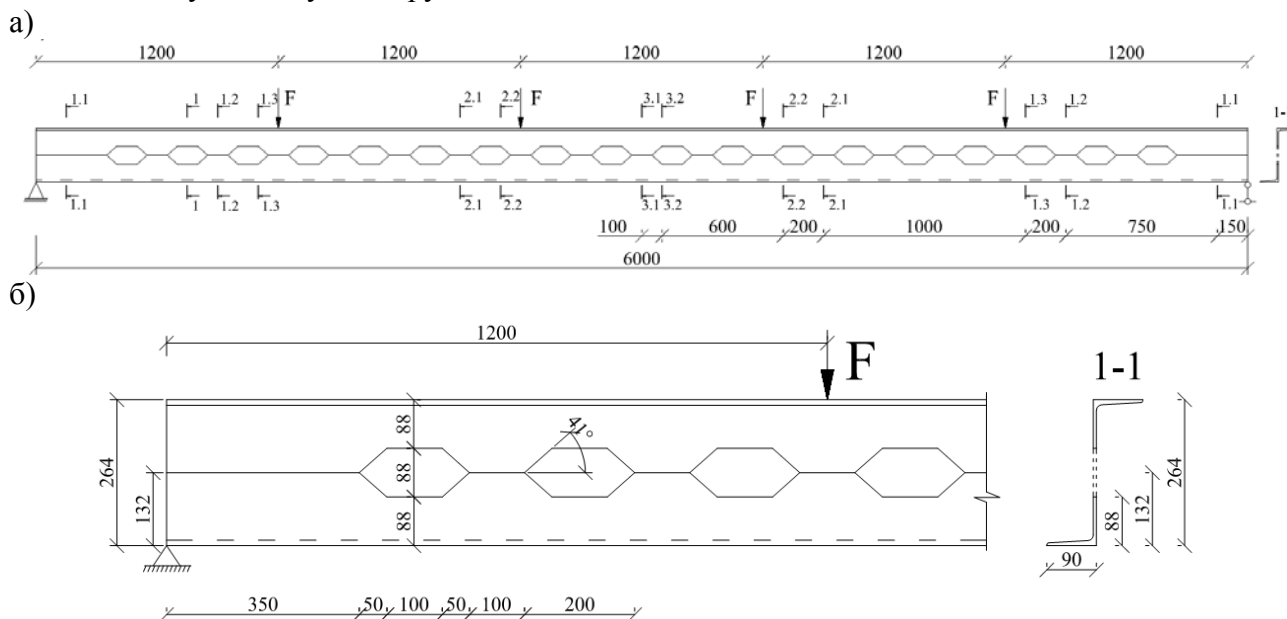


Рис. 1. Конструкція перфорованого прогону:  
а - зовнішній вигляд; б - геометричні розміри

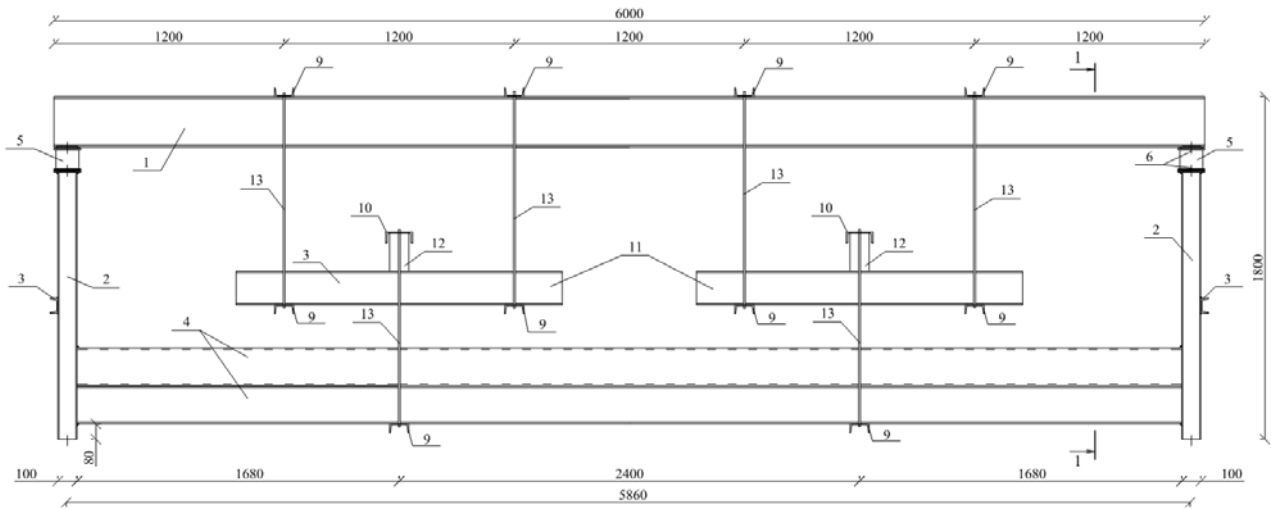
Система передачі навантаження складається з траверс та тяг, за допомогою яких навантаження від домкратів через опорні балочки передається на верхній пояс дослідної конструкції, при цьому анкери закріплюються за силову підлогу. Вона в свою чергу запроєктована з двох прокатних швелерів № 24У/ДСТУ 3436–96, які встановлено один на другий і зварено по довжині. Це дозволило значно збільшити жорсткість силової підлоги, яка сприймає розрахункове навантаження без суттєвих деформацій, оскільки її жорсткість у вертикальній площині у 4,5 рази більша за жорсткість дослідної конструкції. Навантаження на дослідні зразки прикладається до верхнього поясу у місцях можливого кріплення листів профнастилу, а саме у чотирьох точках на всьому прольоті, які рівновіддалені одна від одної і двох опорних вузлів на відстань 1,2 м. Для досягнення точкового прикладання навантаження до конструкції використовувалися сталеві кульки.

Система створення навантаження складається з маслостанції з манометром та двох послідовно з'єднаних домкратів, кожен з яких може розвинути навантаження до 3 т. Домкрати з'єднані між собою маслопроводами і під'єднанні до маслостанції. Для контролю величини навантаження на домкрати використовувався динамометр типу «ДОСМ – 5» з максимальним зусиллям 5 т. Він був протарований в універсальній машині лабораторії НУВГП «УММ – 50».

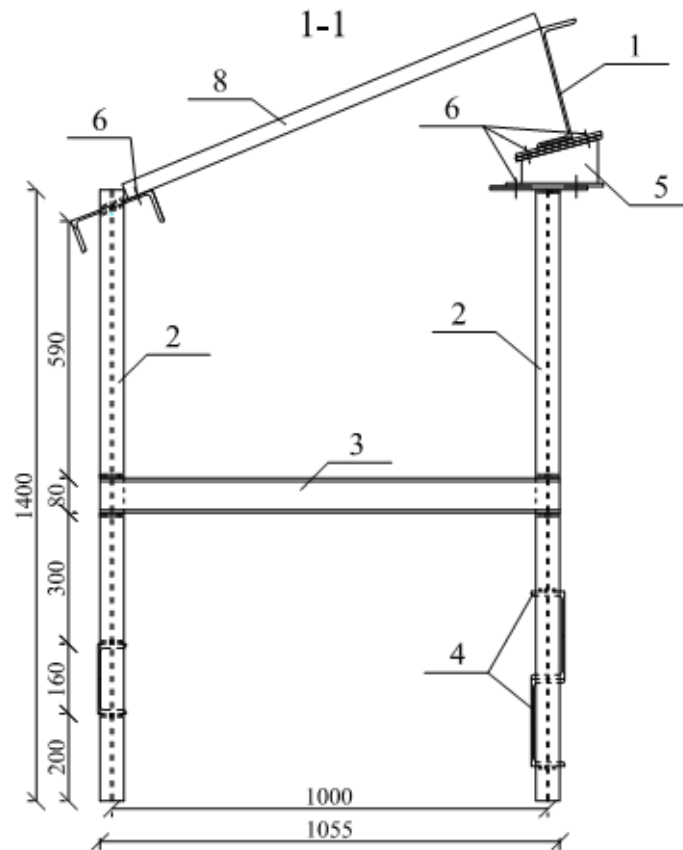
В експериментальних дослідженнях конструкції перфорованого прогону використовувалися стандартні прилади двох типів: для вимірювання деформацій волокон матеріалу – електротензорезистори; для вимірювання переміщень – прогиноміри.

Для вимірювання деформацій матеріалу використовувалися тензорезистори з базою 20 мм, які підключалися до вимірювача деформацій «СИИТ-3» за допомогою електричних дротів, який і фіксував покази датчиків. У свою чергу вимірювач деформацій передавав дані на комп'ютер через блок, який перетворює аналоговий сигнал у цифровий. Всього було використано 128 датчиків, що дало змогу контролювати симетричність деформацій у розрахункових перерізах прогону. Тензорезистори попередньо проходили тарування на спеціальній тарувальній балочці для визначення залежності між деформаціями волокон

матеріалу і нормальними напруженнями. Було встановлено ціну поділки приладу, яка склала 0,169 МПа. Сам принцип роботи тензометричних датчиків полягає у використанні залежності між деформацією та омічним опором елемента.



а)



б)

Рис. 2. Конструкція дослідної установки:

а-у повздовжньому напрямку; б-у поперечному напрямку; 1-дослідна конструкція; 2-опорний стояк; 3-в'язеві елементи; 4-силова підога; 5-система зміни кута нахилу конструкції; 6-болти кріплення; 7-елемент, що моделює суміжний прогон покрівлі; 8-елемент, що моделює настил покрівлі; 9,10-опорні балочки; 11-траверси; 12-домкрати; 13-тяги

Нормальні напруження визначалися 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 і за відсутності поперечної сили;
- 4) приопорні ділянки.

Тензорезистори розміщувалися у характерних перерізах конструкції, а саме: у перерізах з отвором – симетрично на стінці та обох полочках швелера; у перерізі без отвору – на стінці та полочках; на приопорній ділянці – на стінці та полочках (рис. 3). Для уточнення напрямку головних напружень у кутах отворів були влаштовані розетки з трьох тензодатчиків і їх бази були орієнтовані згідно з напрямком деформацій у волокнах матеріалу.

На кожній з трьох характерних ділянок (крім приопорних) можна виділити два перерізи в яких і визначалися напруження: переріз з отвором і переріз без отвору. Всі вони знаходяться поблизу точок прикладання зовнішнього зосередженого навантаження.

Деформації дослідної конструкції як в площині прогону, так і із площини вимірювалися прогиномірами «6 ПАО-ЛИСИ» з ціною поділки 0,01 мм. Вони розміщувалися посередині прольоту балки.

Навантаження в процесі випробування прикладалося ступенями по 10% від максимального розрахункового, яке було попередньо обчислене за існуючими методиками розрахунку. Витримка після досягнення певного ступеня навантаження складала 10–15 хвилин, щоб дати змогу деформаціям і напруженням стабілізуватися, після чого знімалися покази з усіх приладів.

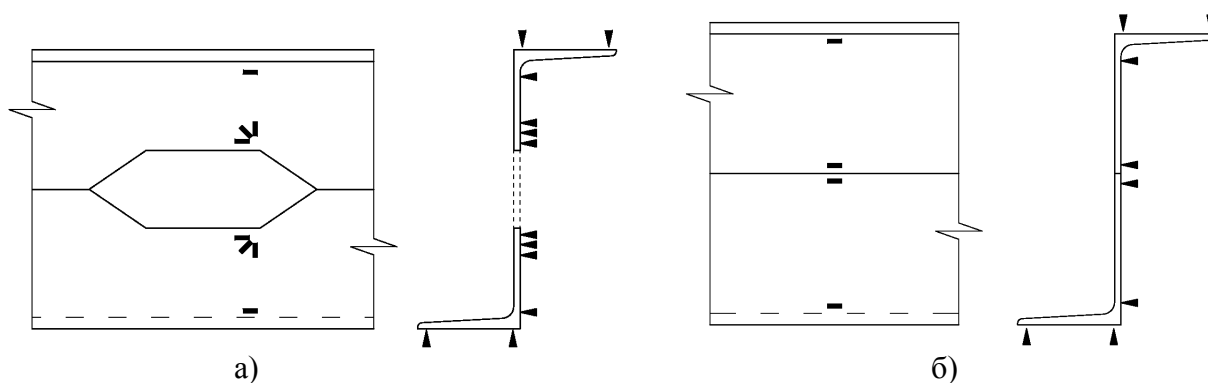


Рис. 3. Схема розміщення тензорезисторів у характерних перерізах перфорованого прогону:  
а – в перерізі з отвором; б – в перерізі без отвору

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.

Теоретичні значення прогинів були отримані на основі використання формул початкових параметрів. Експериментальні значення (рис. 4) отримано за допомогою прогиномірів, які встановлювалися у перерізі з найбільшим прогином, тобто посередині прольоту конструкції.

Аналіз напруженого стану перфорованого прогону за різних кутів нахилу конструкції здійснювався шляхом порівняння експериментальних і теоретичних даних, отриманих у 13-ти характерних перерізах по всьому прольоту конструкції (див. рис. 1, а). Теоретичні напруження обчислювалися в програмному комплексі «Ліра», а експериментальні – вимірювалися за допомогою тензорезисторів (рис. 5). Усі графіки (в даній статті наведені значення для кута нахилу конструкції 15°) мають лінійну залежність, що свідчить про пружну роботу матеріалу конструкції.

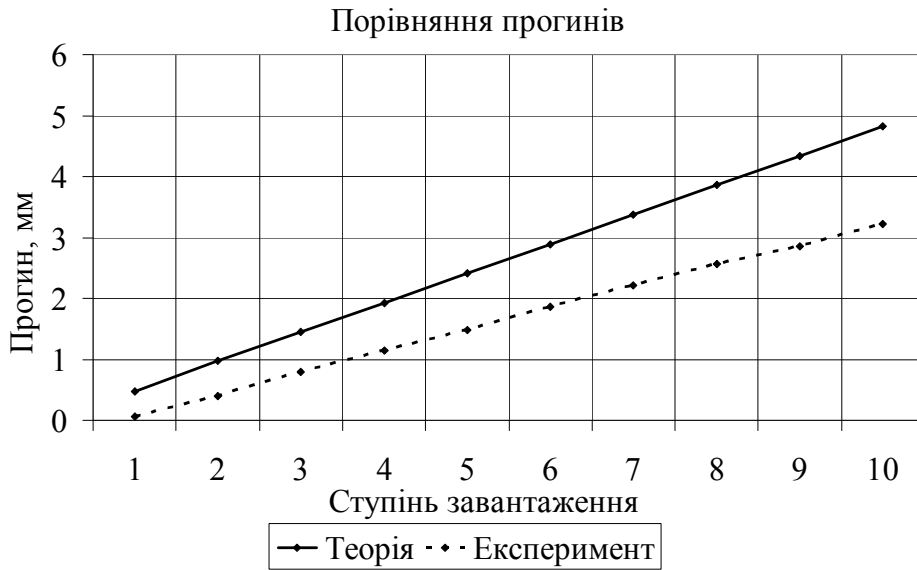
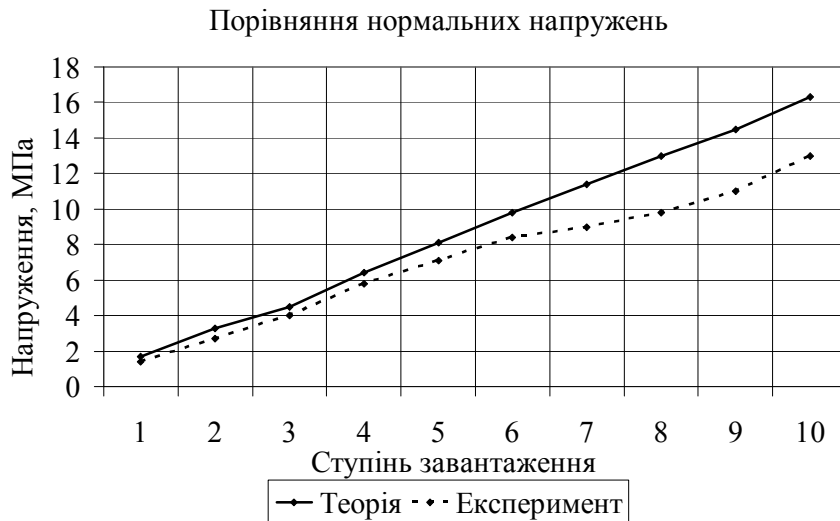
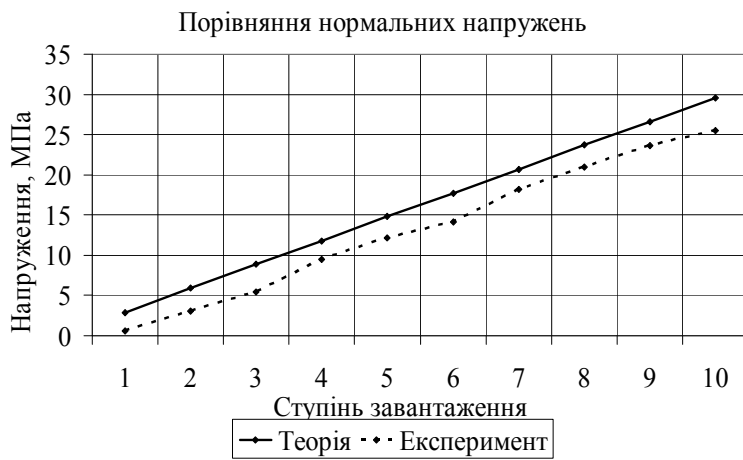


Рис. 4. Порівняння прогинів перфорованого прогону



а)



б)

Рис. 5. Порівняння нормальних напружень перфорованого прогону  
а - ділянка 1; б - ділянка 2

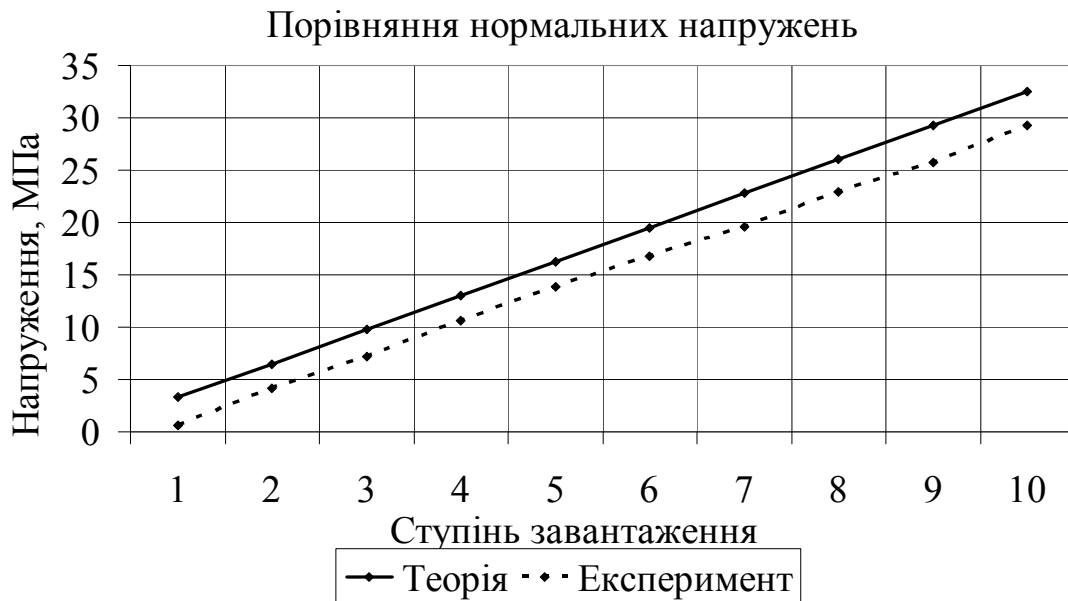


Рис. 6. Порівняння нормальних напружень перфорованого прогону (ділянка 3)

**Список використаних джерел:**

1. Романюк В. В., Супрунюк В. В. Експериментальні установка для дослідження сталюї арки та методика проведення досліду // Зб. наук. ст. Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація. Вип. 6. – Кривий Ріг: КТУ, 2004. – с. 225-229.
2. Романюк В. В., Супрунюк В. В. Експериментальні дослідження напружено деформованого стану сталевої попередньо напруженої перфорованої арки // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : Зб. наук. Праць. – Рівне, 2006. – Випуск 14. – с. 309-317.