

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДОЩАТИХ АРОК НА МЕТАЛОЗУБЧАСТИХ ПЛАСТИНАХ

© Шидловський Я. М., 2017

У статті наведено дані експериментальних досліджень двошарнірних дерев'яних дощатих арок на металозубчатих пластинах з похилими затяжками. Було сконструйовано та проведено експериментальні дослідження зразків дерев'яних арок з прольотом 6 м та висотою підйому арки 1 м. Дослідні зразки були прямокутного перерізу 180×40 мм, та таврового перерізу 180×40 мм – з поличкою з фанери завтовшки 6 мм і шириною 500 мм. Основним завданням таврового перерізу було забезпечення стійкості арки. В арках була горизонтальна затяжка з тросу для сприйняття зусиль від розпору конструкції та дві похилі затяжки з тросів – для сприйняття несиметричних навантажень та забезпечення стійкості в площині арки. Було випробувано по 2 дослідні зразки дерев'яних арок різного прямокутного перерізу та таврового перерізу, та по 2 дослідні зразки при дії симетричного та несиметричного навантаження. Всього було досліджено 8 арок. В статті наведено результати по зусиллях, що виникають в затяжках арки, прогини від різних видів навантаження, а також розподіл напружень по висоті перерізу тіла арки в трьох характерних перерізах при дії симетричного та несиметричного навантаження.

Ключові слова: металозубчата пластина, арка, випробування.

Y. Shydlovskiy

Lviv Polytechnic National University,
Department of building construction and bridges

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDY OF WOODEN ARCHES ON PUNCHED METAL PLATE FASTENERS

© Y. M. Shydlovskiy, 2017

In the article results of experimental studies of two-hinged wooden arches on punched metal plate fasteners with incline tie bars. The prototype models of wooden arches with the span of 6 m and the rise of 1m were designed. The models had a rectangular cross-section of 180x40 mm and a T-section of 180x40 mm with a plywood plate with the thickness of 6 mm and the width of 500 mm. The main objective of the T-section was to ensure the stability of the arch. The bowstring truss including horizontal tie bar carrying lateral thrust and two inclined tie bars enables carrying asymmetric loads and provides in-plane stability of the arch. Two prototypes of wooden arches were tested with rectangular cross-sections and two T-section ones subjected to the loading across the span, and the same four prototypes subjected, two rectangular cross-sections and two T-section – to the half-span loading. In total, eight arches were tested. The results of testing revealed insufficient stability of the arches with rectangular cross-section in the horizontal plane. In the article results of collapsing force of rectangular cross-section arches and T-section arch, the thrust force in tie bars, deflections depend on type of loading and cross-section fibre deformation in three specific sections under symmetrical and asymmetrical loading of the arch.

Key words: punched metal plate fastener, arch, experimental study.

Вступ. У цьому дослідженні випробувано дві серії двошарнірних дерев'яних арок, виготовлених з сосни І сорту [1] із з'єднанням елементів металозубчастими пластинами з горизонтальною та двома похилими затяжками [2] (рис. 1). Перша серія арок була прямокутного

перерізу марки А-1...4 (рис. 1, а), друга – таврового перерізу марки Аt-1...4 (рис. 1, б). Кожна серія містила по 4 дослідні зразки арок.

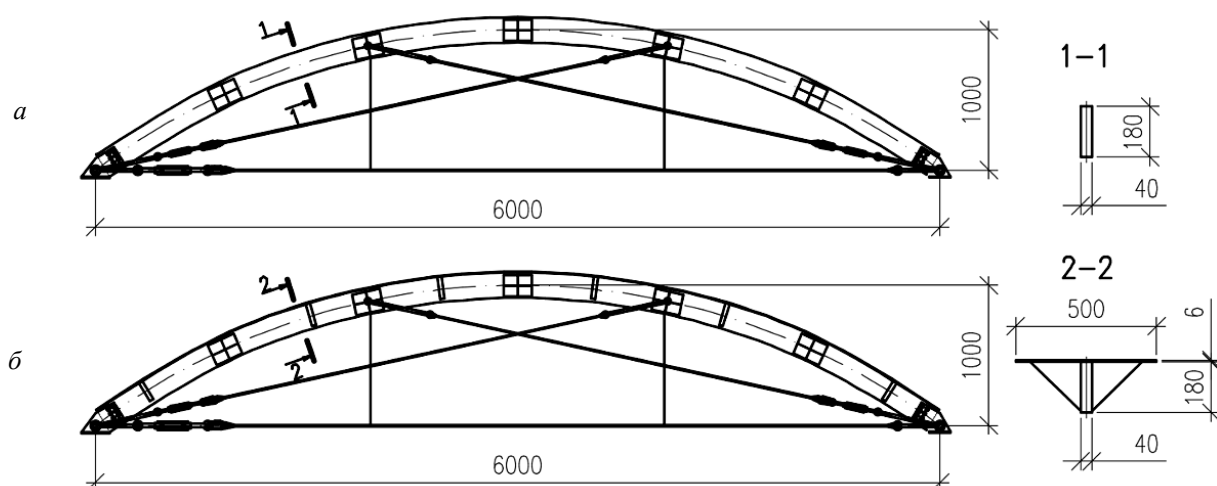


Рис. 1. Серії арок: а – марки А-1...4 прямокутного перерізу; б – марки Аt-1...4 таврового перерізу

Методика досліджень. Випробування дощатих арок на металозубчатих пластинах проводилось згідно з методикою, наведеною в [3].

Результати досліджень. Величини руйнівного навантаження та характер руйнування дощатих арок наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Марка арки	Руйнівне навантаження, кН/м	Тип навантаження	Характер руйнування
А-1.1	8,9	<p>симетричне</p>	втрата стійкості з площини
А-2.1	9,5		втрата стійкості з площини
Аt-1.1	14,5		руйнування дошки в опорному вузлі
Аt-2.1	13,5		зміна деревини
А-3.2	10,0	<p>несиметричне</p>	втрата стійкості з площини
А-4.2	11,0		руйнування тіла арки
Аt-3.2	13,3		руйнування тіла арки
Аt-3.2	13,5		відшарування фанери та зміна деревини

Графіки зусиль, що виникають у горизонтальній та похилих затяжках, показані на рис. 2.4.

В похилих затяжках під час симетричного розподіленого завантаження не повинно виникати зусилля розтягу, однак під час експерименту було встановлено протилежне. Це може бути пов'язано із тим, що рухома опора арки під дією навантаження має зміщення, яке впливає на перерозподіл зусиль. Зусилля в похилих затяжках не були симетричними, як ми можемо побачити із графіків на рис. 2. Причиною такого явища могла бути неточність у виготовленні зразка, незначні похибки в місцях прикладання навантаження, що могли спричинити несиметричність.

З порівняння графіків експериментальних значень зусиль у горизонтальній та похилих затяжках арок серії А та Аt зроблено висновок, що зусилля в похилих затяжках не залежать від форми поперечного перерізу.

Під час дії несиметричного навантаження на арку включалась в роботу тільки одна похила затяжка D9 (рис. 4), D10 відповідно провисала.

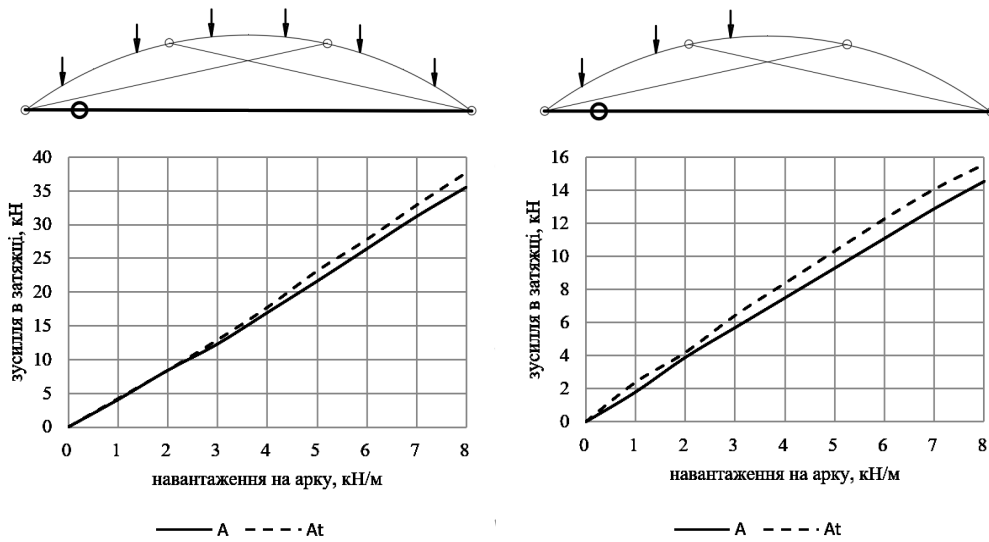


Рис. 2. Зусилля в горизонтальній з'язці D9 залежно від виду навантаження

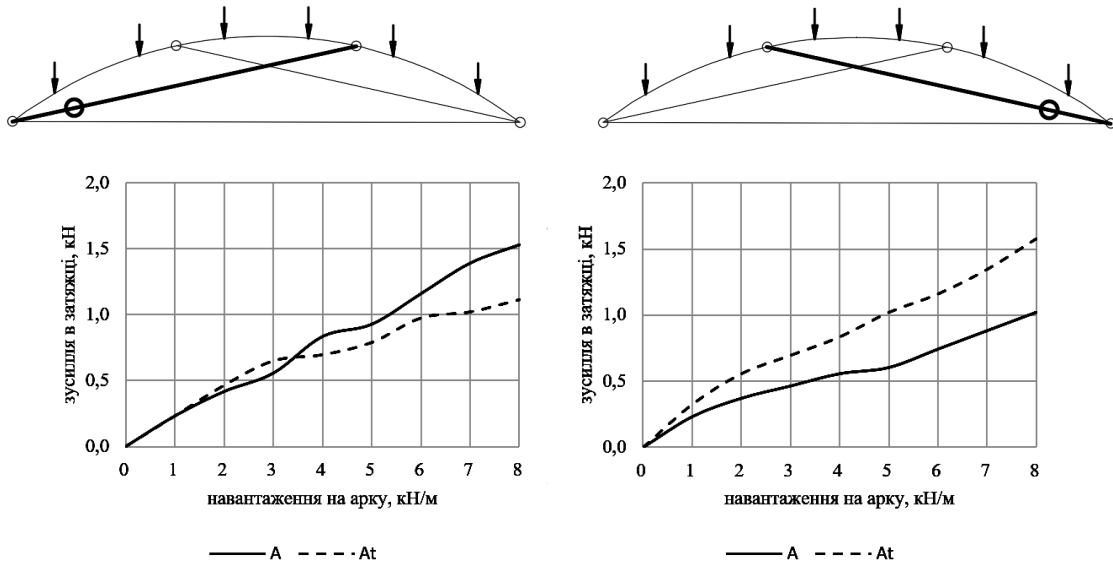


Рис. 3. Зусилля в похилих з'язках D10 та D11 від дії симетричного навантаження

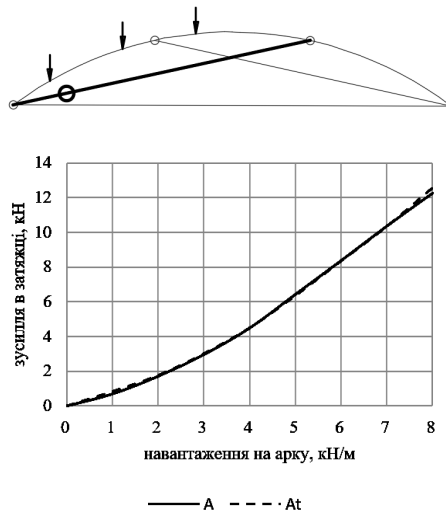


Рис. 4. Зусилля в похилій з'язці з'язці D10 від дії несиметричного навантаження

Діаграму наростання прогинів арок серії А та Аt від дії симетричного навантаження в процесі дослідження для різних етапів навантаження показано на рис. 5.

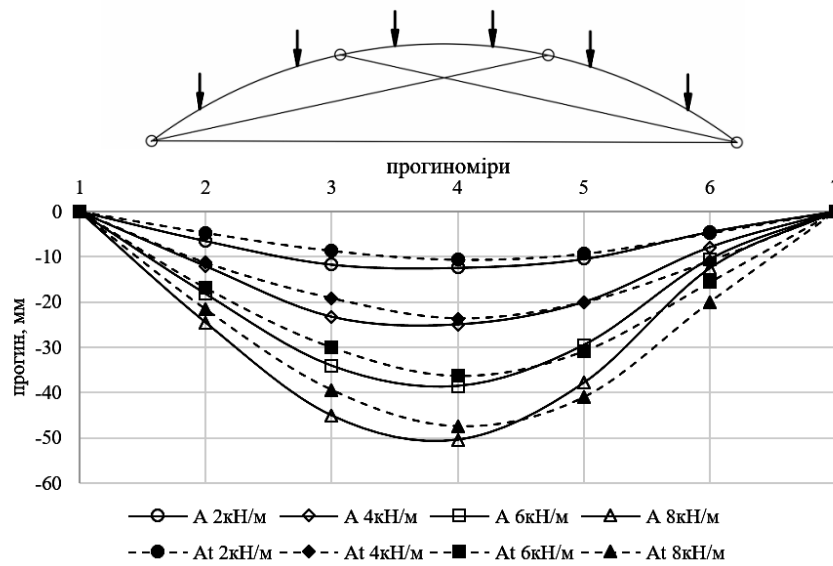


Рис. 5. Діаграма наростання прогину арок марки А та марки Аt від дії симетричного навантаження

На рис. 6 показано діаграму наростання прогинів арок серії А та Аt від дії несиметричного навантаження на половині прольоту. За цього типу навантаження одна частина арки мала додатний прогин, друга – від’ємний.

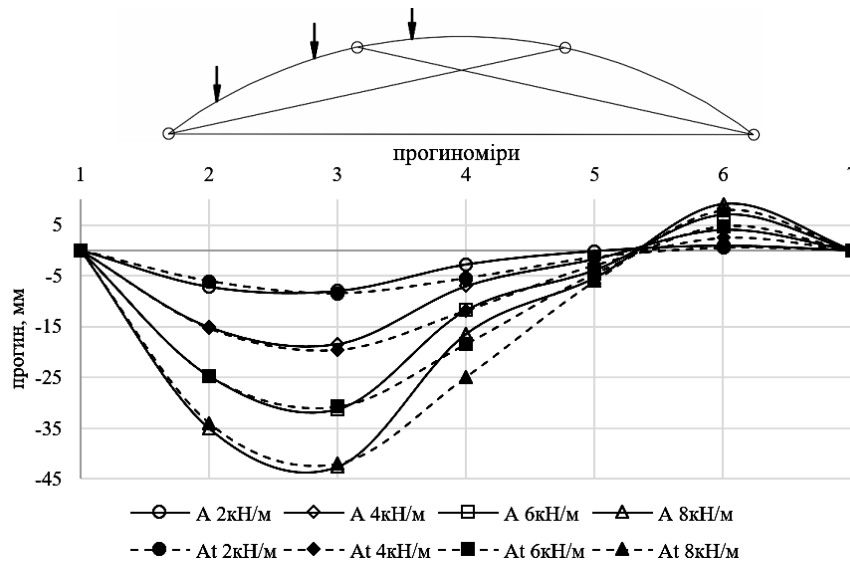


Рис. 6. Діаграма наростання прогину арок марки А та марки Аt від дії несиметричного навантаження

Відповідно до експериментальних даних прогини а арках серії Аt були не суттєво менші від прогинів арок серії А. Однак крива прогину в серії Аt відповідає реальній роботі конструкції такого типу, оскільки в серії А на криву прогинів впливав боковий вигин арки з площини. Це свідчило про те, що влаштування полички тавра забезпечувало додаткову жорсткість конструкції.

Графіки розподілу напружень по висоті перерізу тіла арки при навантаженні арок від 0кН/м до 8кН/м показані на рис. 7–10.

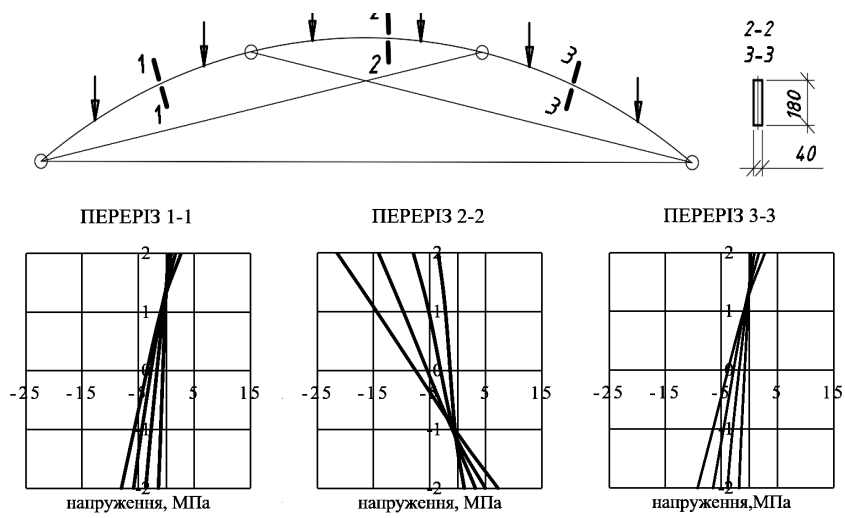


Рис. 7. Розподіл напружень за висотою перерізу тіла арки марки А при симетричному навантаженні

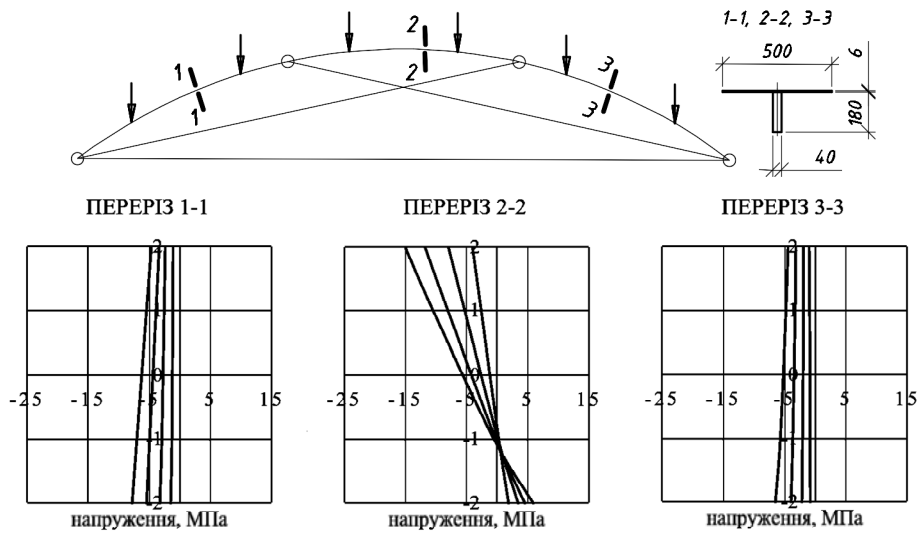


Рис. 8. Розподіл напружень за висотою перерізу тіла арки марки А_т при симетричному навантаженні

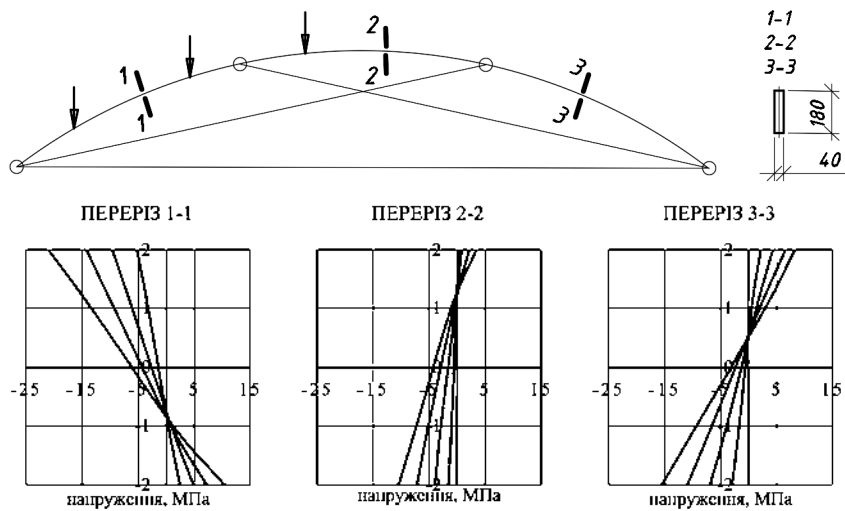


Рис. 9. Розподіл напружень за висотою перерізу тіла арки марки А при несиметричному навантаженні

Проаналізувавши наведені вище графіки деформацій волокон арок серії А, зроблено висновок, що поличка тавра забезпечувала стійкість арки, а відповідно деформації волокон проходили за лінійним графіком та були не такими різкими, як в арках серії А.

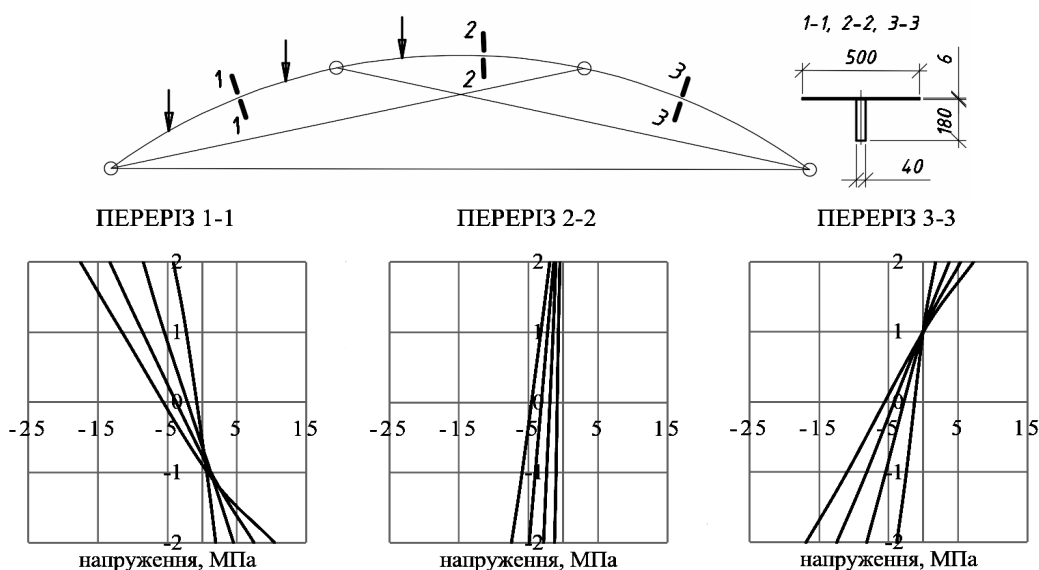


Рис. 10. Розподіл напружень за висотою перерізу тіла арки марки А_т при несиметричному навантаженні

Висновки.

1. Проведено випробування 8 дослідних зразків арок з похилими затяжками на металозубчатих пластинах до їх повного руйнування, по 4 на кожен вид навантаження.
2. Наведено та проаналізовано результати експериментальних випробувань дощатих арок, а саме – зусилля, що виникають у затяжках арки, прогини від різних видів навантаження, а також розподіл напружень за висотою перерізу тіла арки в трьох характерних перерізах при дії симетричного та несиметричного навантаження.

1. Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-161:2010. – [Чинний від 2011-09-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 102 с. – (Національний стандарт України) 2. В. Г. Шухов. Стропила. Изыскание рациональных типов прямолинейных стропильных ферм и теория арочных ферм / В. Г. Шухов. – М., Русское Товарищество печатного и издательского дела, 1897. – 125 с. 3. Демчина Б. Г. Методика експериментальних досліджень дощатих арок зі з'єднанням окремих дерев'яних елементів металозубчатими пластинами / Б. Г. Демчина, Я. М. Шидловський // Вісник НУВГП: Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. – Вип. 32. – Рівне, НУВГП, 2016. – 497 с.

References

1. Konstruktsii budynkiv i sporud. Dereviani konstruktsii. Osnovni polozhennia [Construction of houses and buildings. Wooden structures. The main provisions of the]. (2011). DBN V.2.6-98:2010 from 1th September 2011. Kiev: Building norms of Ukraine [in Ukraine]. 2. Stropylya. Yzyskanye ratsyonal'nyikh typov pryamolyneynykh stropyl'nykh ferm y teoryya arochnykh ferm [Rafters. The search for rational types of rectilinear trusses and the theory of arched trusses]. – Moskva., Russkoe Tovaryshchestvo pechatnoho y yzdatel'skoho dela, 1897. – 125 s. 3. Demchyna B. H. Metodyka eksperymental'nykh doslidzhen' doshchatykh arok zi z'yednannyam okremykh derev'yanykh elementiv metalozubchatymy plastynamy [Methodology of experimental study of wooden arches with connections of wooden elements on punched metal plate fasteners] // Visnyk NUVHP: Resursoekonomni materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy. Zbirnyk naukovykh prats'. – Vol. 32. – Rivne, NUVHP, 2016. – P. 150–155.