

УДК 624.011.2

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНОЇ АРКИ ТАВРОВОГО ПЕРЕРІЗУ НА
МЕТАЛОЗУБЧАСТИХ ПЛАСТИНАХ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕРЕВЯННОЙ АРКИ ТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ НА
МЕТАЛОЗУБЧАТЫХ ПЛАСТИНАХ**

RESEARCH OF WOODEN T-SECTION ARCH ON METAL PLATES

Демчина Б.Г., д.т.н., проф., Сурмай М.І., к.т.н., ас., Шидловський Я.М., асп.
(Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів)

Демчина Б.Г., д.т.н., проф., Сурмай М.И., к.т.н., ас., Шидловський Я.М., асп.
(Национальный университет "Львовская политехника", г. Львов)

Demchyna B.H., doctor of technical sciences, professor, Surmai M.I., PhD, assistant, Shydlovskiy Y.M., postgraduate (Lviv Polytechnic National University, Lviv)

Наведено результати експериментальних досліджень роботи дерев'яної арки таврового перерізу на металозубчатих пластинах та порівняння її роботи з аналогічною аркою прямокутного перерізу.

Приведены результаты экспериментальных исследований работы деревянной арки таврового сечения на металозубчатых пластинах и сравнения ее работы с аналогичной аркой прямоугольного сечения.

In the article results of experimental researches of wooden planked t-section arch with connections on metal plates and comparing its work with the same rectangular-section arch.

Ключові слова:

Дощата арка, дерев'яні конструкції, методика випробувань.
Дощатая арка, деревянные конструкции, методы испытаний.
Planked arch, wooden constructions, experimental methodology.

Мета роботи. Вивчити характер роботи арки таврового перерізу на дію рівномірно розподіленого симетричного навантаження та порівняти її роботу з аналогічною аркою прямокутного перерізу.

Практичне значення. Отримані дані створили перспективи розвитку дерев'яних арок на металозубчатих пластинах та дозволили розробити більш точні методи їх розрахунку.

Аналіз останніх досліджень. Дослідження дощатої арки таврового перерізу на металозубчатих пластинах не проводились. Тому необхідно провести детальне вивчення роботи цієї конструкції, оскільки такий переріз верхнього поясу може усунути головний недолік арок з гнучкими затяжками, а саме втрату стійкості з площини.

Методика експериментальних досліджень. Всі випробування дерев'яних арок різної форми перерізу верхнього поясу проводились в лабораторії кафедри будівельних конструкцій та мостів Національного університету «Львівська політехніка» НДЛ – 23. Для проведення експериментальних досліджень було розроблено спеціальний стенд. (Рис. 1.).



а)



б)

Рис. 1. Стенд для випробування дослідних зразків арок:
а) арка АП-1 (прямокутний переріз); б) арка АТ-1 (тавровий переріз).

Стенд для випробування дослідних зразків (рис. 2) складався з: арка з дощатих елементів з'єднаних на МЗП (1); опори (2) закріплені до силової підлоги (3); опорні динамометри Д-1 та Д-2 (4); система розпірок для забезпечення стійкості арки (5); стяжки гідравлічні з динамометрами Др-1...Др-6 (6); динамометр Дг-1 (7) на горизонтальній затяжці (8); динамометри Дп-1, Дп-2 (9) на похилих затяжках (10); мікроіндикатори годинникового типу

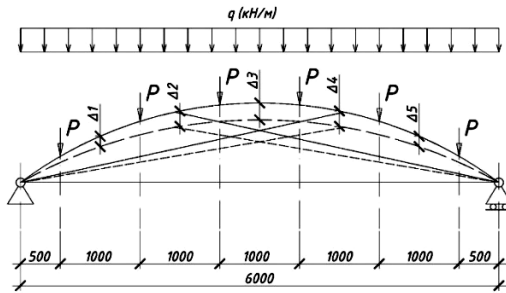
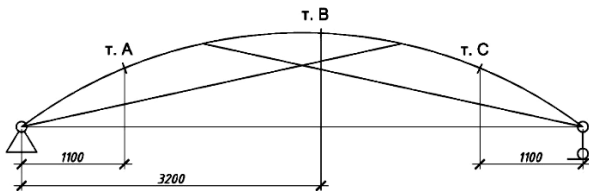


Рис. 3. Схема прикладення навантаження та переміщення Δ арки при симетричному навантаженні



а)



б)

в)

Рис. 4. Розташування вузлів кріплення мікроіндикаторів (а), вузол С арки АП-1(б) та АТ-1(в)



Рис. 5. Динамометри Дп-1, Дг-1

Отримані покази приладів порівнювалися з теоретичними розрахунками.

Одним з найголовніших моментів при проведенні експерименту було спостереження за стійкістю арки при різних поперечних перерізах, що дозволило зробити певні висновки про доцільність влаштування верхньої полицки з метою забезпечення стійкості.

Результати проведених дослідів

Арка прямокутного перерізу АП-1. Після прикладеного навантаження 7,5 кН/м, з дослідного зразка були знято всі прилади та доведено арку до руйнування. Максимальне зусилля, що витримала арка АП-1, становило 9,0 кН/м.

За результатами візуального спостереження було встановлено наступне:

- при навантаженні 4,0 кН/м і більше спостерігалась тенденція розвитку бокового вигину (втрати стійкості з площини) арки (рис 6);
- перші звуки потріскування дослідного зразка появились при навантаженні 4,5 кН/м;
- на шостому етапі прикладання навантаження, було помічено, що при витримці дослідного зразка, показ опорного динамометра зменшився і на наступних етапах це проявлялось в більших масштабах;
- руйнування арки відбулось у вузлі кріплення 4-го та 5-го елемента арки від втрати стійкості (рис 6) при навантаженні 9,0 кН/м.

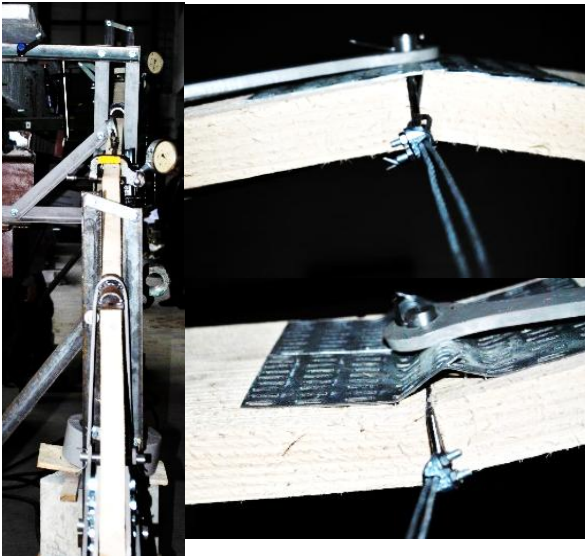


Рис. 6. Втрата стійкості арки під час прикладання навантаження та руйнування арки від втрати стійкості

Це руйнування було прогнозоване в ході проведення експерименту, оскільки боковий вигин з кожним етапом досягав все більшого значення.

Прогини дослідного зразка наведені в табл. 1. Розміщення приладів див. рис.2.

Таблиця 1

Зовнішнє навантаження q , кН/м	Прогини арки АП-1				
	Переміщення Δ , мм				
	П1	П2	П3	П4	П5
0	0	0	0	0	0
1	2,78	4,93	5,83	5,22	2,43
2	6,26	12,50	15,42	11,68	5,46
3	8,67	18,36	22,43	16,72	7,43
4	10,97	24,68	28,85	21,68	9,03
5	13,95	33,45	38,56	27,27	10,33
6	17,20	42,17	47,98	34,36	11,40
7	20,58	48,97	57,59	41,06	12,16
7,5	23,49	55,19	66,06	49,91	13,22

Арка таврового перерізу АТ-1. При дослідженні арки прямокутного перерізу було виявлено основний недолік такої конструкції, а саме втрату стійкості з площини арки. Тому для вирішення цієї проблеми, було розроблено та випробувано варіант арки таврового перерізу АТ-1.

Покази приладів знімалися до навантаження 10,0 кН/м, після чого їх було знято.

За результатами візуального спостереження було встановлено:

- під час дослідів на 4 етапі, що відповідав навантаженню в 4,0 кН/м фанера, що використовувалась як матеріал для верхньої полицки, почала вигинатись. Однак така втрата стійкості фанерного листа не призводила до втрати стійкості конструкції в цілому.

- на протязі всього дослідів, арка не втрачала стійкості і зруйнувалась в результаті відшарування частини деревини в опорному елементі (місце з'єднання опорного елемента з опорним вузлом) при навантаженні 14,5 кН/м (рис. 7.).



Рис. 7. Руйнування опорного елемента арки АТ-1 в опорному вузлі

Прогини дослідного зразка наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Зовнішнє навантаження q , кН/м	Прогини арки АТ-1				
	П1	П2	П3	П4	П5
0	0	0	0	0	0
1	3,62	5,01	6,03	6,6	3,16
2	4,71	8,56	10,19	8,92	4,27
3	7,04	12,88	15,49	14,92	7,28
4	10,47	18,95	22,37	19,49	10,92
5	13,21	24,3	29,72	24,61	12,33
6	15,49	29,4	34,01	29,95	15,67
7	18,06	34,68	39,97	35,25	17,99
8	20,02	39,13	45,18	40,07	19,98
9	22,06	40,69	51,09	46,3	22,17
10	24,43	48,18	56,79	51,52	24,39

Аналіз отриманих експериментальних даних та порівняння їх з розрахунковими

Одними із основних показників, що фіксувалися при проведенні експерименту, були прогини.

Експериментальний прогин акри АТ-1 в середньому більший за розрахунковий в 1,89 рази, які суттєво вищі за експериментальні.

Що стосується прогинів арки АП-1, то тут ситуація аналогічна. В середньому експериментальний прогин більший від розрахункового в 2,44 рази.

Також зроблено порівняння експериментальних прогинів арки АТ-1 і АП-1 посередині прольоту. Відповідно до експериментальних даних прогини а арці АТ-1 в середньому в 1,42 рази менші від прогинів арки АП-1. Це свідчить про те, що влаштування полички тавра забезпечує додаткову жорсткість (зменшує прогини).

Висновки

1. Згідно поставлених завдань, було розроблено методику випробувань арок АП-1 та АТ-1.
2. Сконструйовано два дослідні зразки, арки АП-1 та АТ-1, згідно рекомендацій та вимог чинних нормативних документів.
3. В ході експериментів було зафіксовано прогини арки, деформації та зусилля в затяжках. Арки доводилися до повного руйнування.
4. Доведено, що арка таврового перерізу руйнується не від втрати стійкості, а по тілу арки. За допомогою полички верхнього поясу збільшено несучу здатність арки за I групою граничних станів та підвищено жорсткість конструкції.
5. Прогини в арці АТ-1 в середньому менші в 1,42 рази від прогинів арки АП-1.
6. Руйнування арки АП-1 відбулось від втрати стійкості при навантаженні 9,0 кН/м, що підтвердило основний недолік такої конструкції. Експериментальне критичне навантаження перевищило розрахункове в 1,56 рази.
7. Руйнування арки АТ-1 відбулось в результаті відколювання деревини в опорному вузлі при навантаженні 14,5 кН/м та перевищило розрахункове значення в 2,28 рази.
8. Форма перерізу не впливає на зусилля, що виникають в затяжках Шухова. Розходження зусилля в горизонтальній зтяжці арки прямокутного і таврового перерізу становить 5%.

1. Строительная механика. Избранные труды, Шухов В.Г. М.: Наука, 1977. – 193с. 2. Методика експериментальних досліджень міцності та деформативності дерев'яної ванти, армованої сталевим тросом, А. Р. Кравз, Б. Г. Демчина, І. І. Лукач та ін. Теорія і практика будівництва. Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 4 с. 3. Рекомендации по проектированию и изготовлению дощатых конструкций на МЗП, ЦНИИСК им. Кучеренко. 1983. – 39с