

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ДЕФОРМАТИВНОСТІ ДОЩАТИХ АРОК НА МЕТАЛОЗУБЧАТИХ ПЛАСТИНАХ

Наведено результати експериментальних досліджень роботи дощатих арок на металозубчатих пластинах.

The results of experimental researches of wooden planked arches with connections on metal plates is described.

Ключові слова: дощата арка, дерев'яні конструкції, металозубчаті пластини.

Постановка проблеми. У зв'язку з великою деформативністю дощатих арок основною проблемою в процесі їх роботи є забезпечення стійкості тіла арки. Проблему у вертикальній площині вирішують влаштуванням похилих зтяжок [1] з тросів та горизонтальних зв'язків у горизонтальній площині.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попереднім аналізом літературних джерел встановлено, що тема дощатих арок на металозубчатих пластинах досліджувалась мало, тому доцільно було провести дослідження такої конструкції.

Мета та завдання досліджень. Метою роботи було вивчення деформативності дощатих арок на металозубчатих пластинах та розподілу нормальних напружень у поперечному перерізі тіла арки та у зтяжках.

Методика експериментальних досліджень. Згідно поставлених завдань досліджень була розроблена програма експериментальних випробувань арок, до якої увійшли випробування на дію рівномірно розподіленого навантаження на весь проліт, та завантаження половини прольоту навантаженням (табл. 1).

Таблиця 1. Специфікація арок

Марка арки	Схема навантаження арки	Поперечний переріз тіла арки, мм
А-1.1	рівномірно розподілене навантаження на весь проліт	180x30
А-2.1		180x40
А-3.1		180x40
А-1.2	завантаження половини прольоту рівномірно розподіленим навантаженням	180x30
А-2.2		180x40
А-3.2		180x40

Зразок арок мав проліт 6м, стрілу підйому 1м (рис. 1). Зігнута вісь описувалася рівнянням квадратної параболи. Тіло арок складалося з шести дерев'яних дощатих елементів 1 завдовжки 1070мм і розміром поперечного перерізу 180x30мм або 180x40мм, матеріал – сосна.

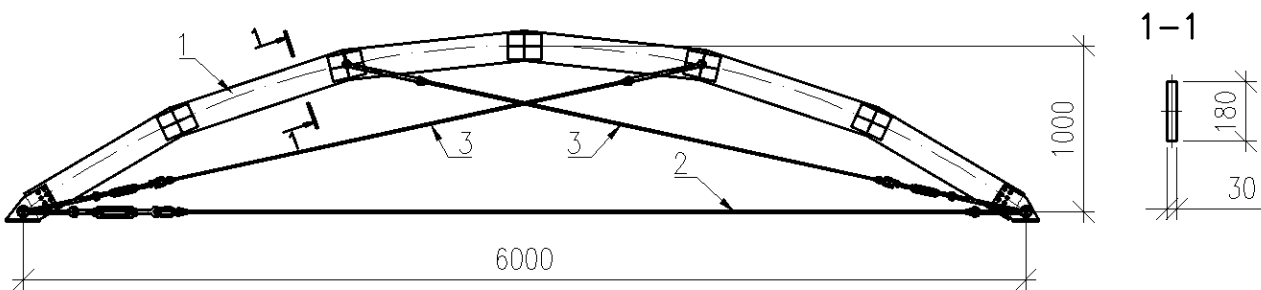


Рис. 1. Схема дощатої арки:

1 – тіло арки; 2 – горизонтальна затяжка; 3 – похилі затяжки.

Між собою дощаті елементи з'єднувались за допомогою металевих зубчатих пластин (рис. 2, а) згідно [2]. Для горизонтальної затяжки 2 був підібраний канат типу ЛК-Р конструкції 6x19(1+6+6/6)+7x7(1+6) діаметром 12,5мм (ГОСТ 14954), для похилих затяжок 3 – канат типу ЛК-О конструкції 6x7(1+6)+1x7(1+6) діаметром 10мм (ГОСТ 3066).

Було запроєктовано опорний вузол МД-1 (рис. 2, б), до якого через спеціальні металеві деталі МД-2,3 (рис.2, б) шарнірно прикріплювались горизонтальна та похила затяжки, в місцях з'єднання канату з тілом арки також були встановлені циліндричні шарніри, а зусилля передавалось через металеві деталі МД-4 (рис. 2, в).

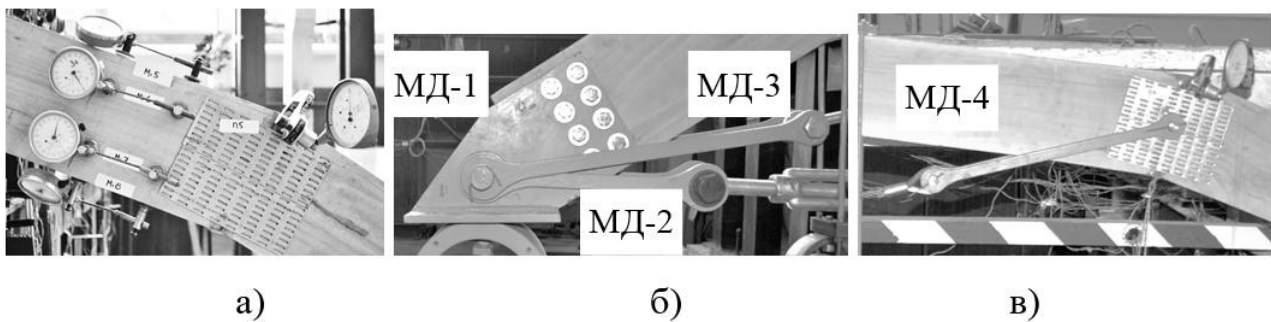


Рис. 2. Вузли арки:

- а) з'єднання на металозубчатих пластинах; б) опорний вузол арки;
в) з'єднання похилої затяжки з тілом арки.

Для забезпечення стійкості верхнього поясу з площини було влаштовані системи жорстких закріплень з кутників L50x50x4 (рис. 3)



Рис. 3. Система забезпечення стійкості арки з площини.

Випробування арок на міцність проводилися в лабораторії кафедри будівельних конструкцій та мостів національного університету «Львівська політехніка». Була розроблена установка для проведення випробування конструкцій арок (рис. 4,5). Навантаження на конструкцію арки створювалося гідравлічними стяжками 3 (Miol 5т), які підключали до насосної станції. Це дозволяло підтримувати однакове навантаження на окремі елементи в ході випробування та забезпечувати можливість прикладання навантаження дистанційно до 50 кН/м. Для контролю зусилля від гідравлічних стяжок

використовувались динамометри розтягу, попередньо протаровані на розривній машині Р-10.

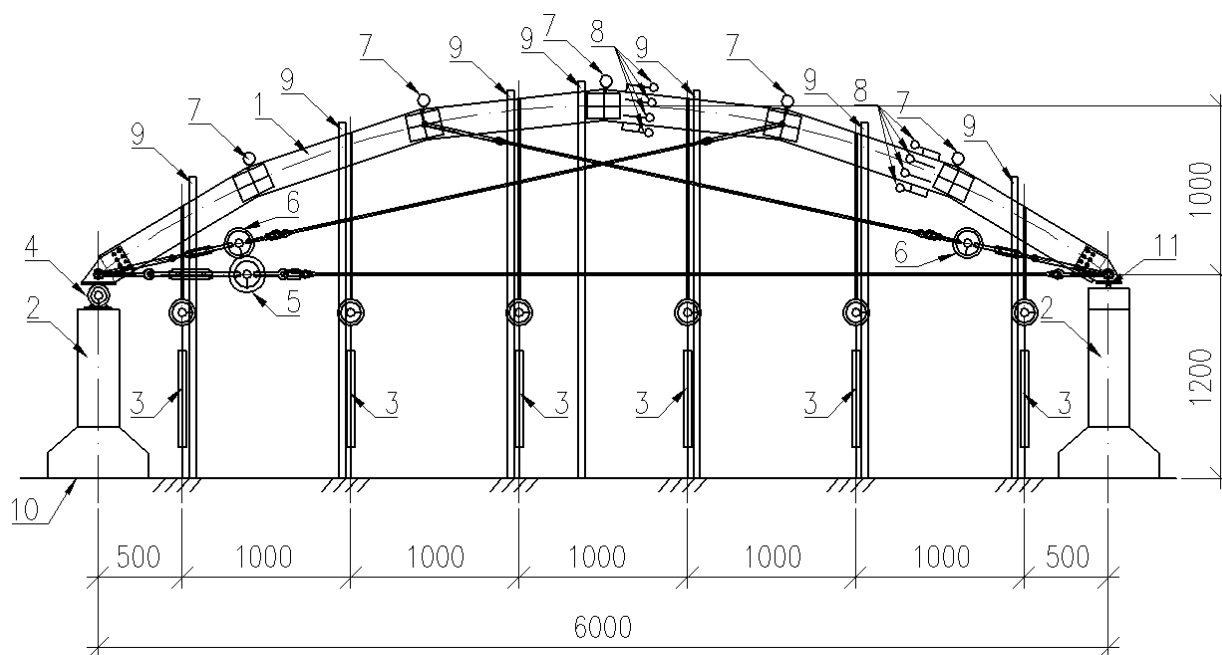


Рис. 4. Схема випробувальної установки:

- 1 – тіло арки; 2 – опори; 3 – гідравлічні стяжки з динамометрами (Др1...Др6); 4 – опорний динамометр (Д1); 5 – динамометр затяжки (Дг1); 6 – динамометри похилих затяжок (Дп1, Дп2); 7 – прогиноміри бПАО Аістова (П1...П8); 8 – мікроіндикатори годинникового типу (Мі1...Мі8); 9 – система забезпечення стійкості арки з площини; 10 – силова підлога; 11 – циліндричний шарнір.



Рис. 5. Загальний вид випробувальної установки

На першому етапі випробувань визначалась міцність та деформативність арок під час навантаження їх навантаженням за схемою 1 (рис. 6, а). На другому етапі випробувань арки досліджували при дії завантаження половини прольоту таким навантаженням (рис. 6, б). Навантаження прикладались етапами по 50 кг на кожний дощатий елемент (300 кг на всю конструкцію за етап).

Покази з усіх приладів знімали після витримки на кожному етапі по 5хв. В ході експерименту вимірювали вертикальну реакцію опори, зусилля в горизонтальній та похилих з'язках, абсолютні деформації деревини в поперечному перетині тіла арки та прогини арки по довжині. Завантаження проводили до руйнування конструкції.

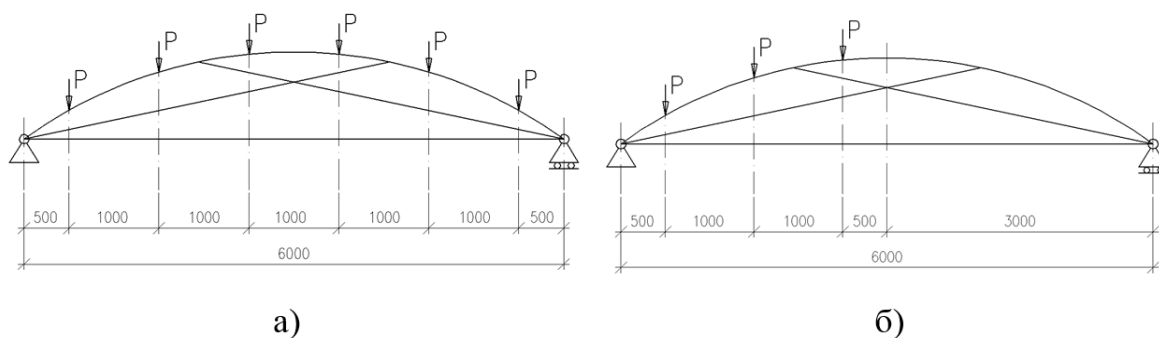


Рис. 6. Схеми навантаження арки:

а) на весь проліт; б) на половину прольоту.

Результати випробувань. Проведено дослідження роботи шести дослідних зразків дощатих арок. Зразки марок А-1.1, А-2.1, А-3.1, А-2.2 зруйнувались внаслідок втрат стійкості тіла арки з площини (рис. 7).

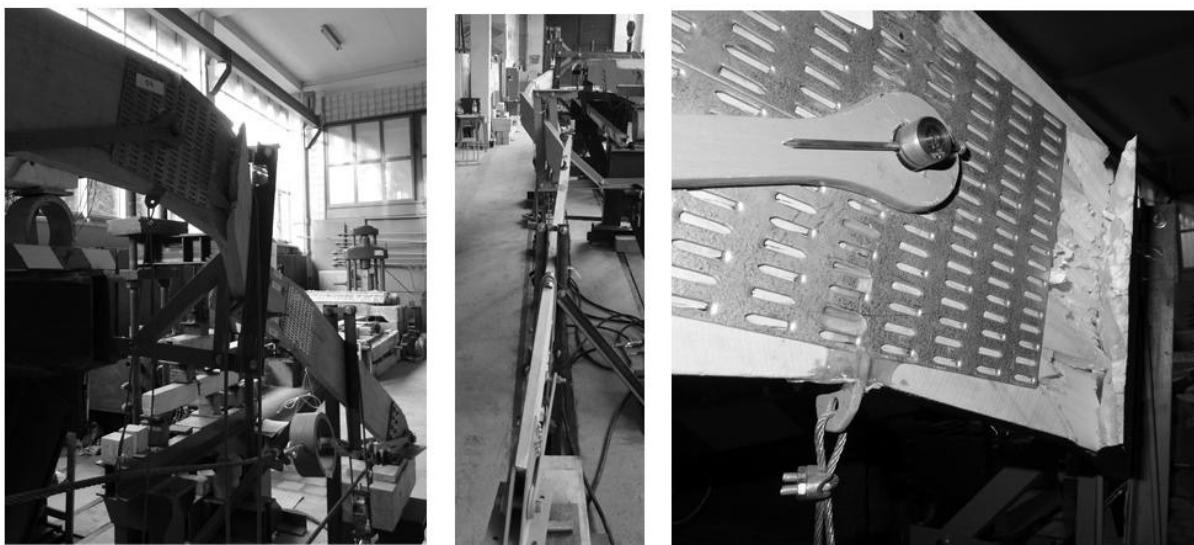


Рис. 7. Вигляд арки марки А-1.1 після руйнування внаслідок втрати стійкості тіла арки з площини

Арки марок А-1.2 та А-3.2 зруйнувались внаслідок сколювання деревини у вузлі (рис. 8). В усіх зразках перед руйнуванням спостерігалась втрата стійкості тіла арки з площини.

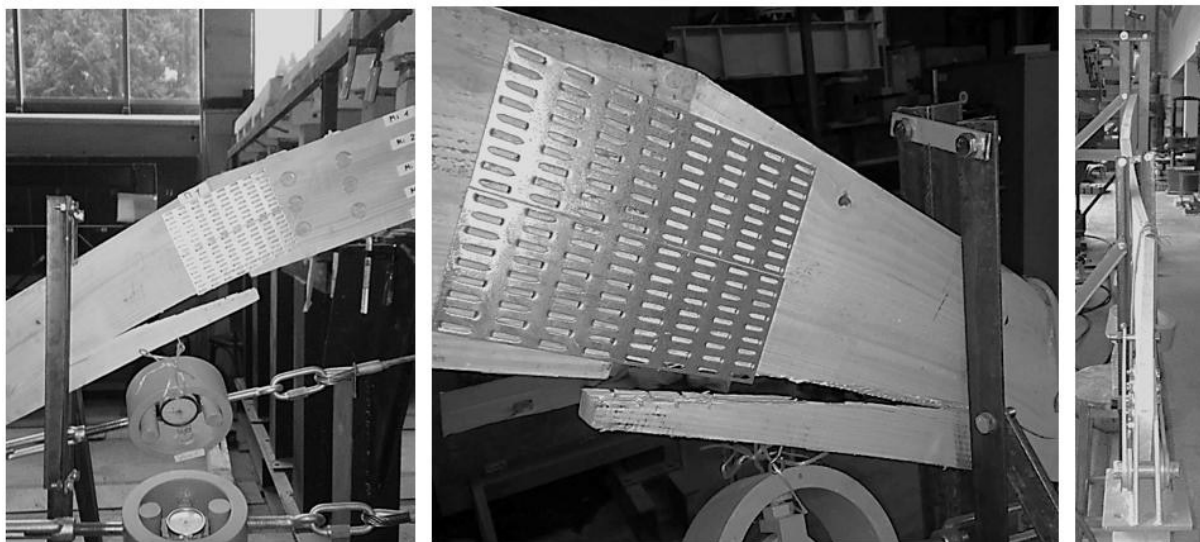


Рис. 8. Вигляд арки марки А-1.2 після руйнування внаслідок сколювання деревини у вузлі

Розподіл напружень у тілі арок потребує додаткового аналізу.

В табл. 2 подано результати випробувань дощатих арок. Навантаження подано в кН/м.

Таблиця 2. Результати випробувань дощатих арок

Марка арки	Руйнівне навантаження, кН/м	Навантаження при досягненні граничного прогину, кН/м	Навантаження на всю конструкцію, кН
А-1.1	7,5	5,5	45,0
А-2.1	8,9	5,0	53,1
А-3.1	9,5	6,0	28,5
А-1.2	8,0	5,5	24,0
А-2.2	10,0	6,0	30,0
А-3.2	11,0	6,3	33,0

Зусилля в горизонтальній та похилих затяжках були близькі до розрахункових, однак експериментальні прогини арки перевищували розрахункові більш ніж на 30% (рис. 9,10).

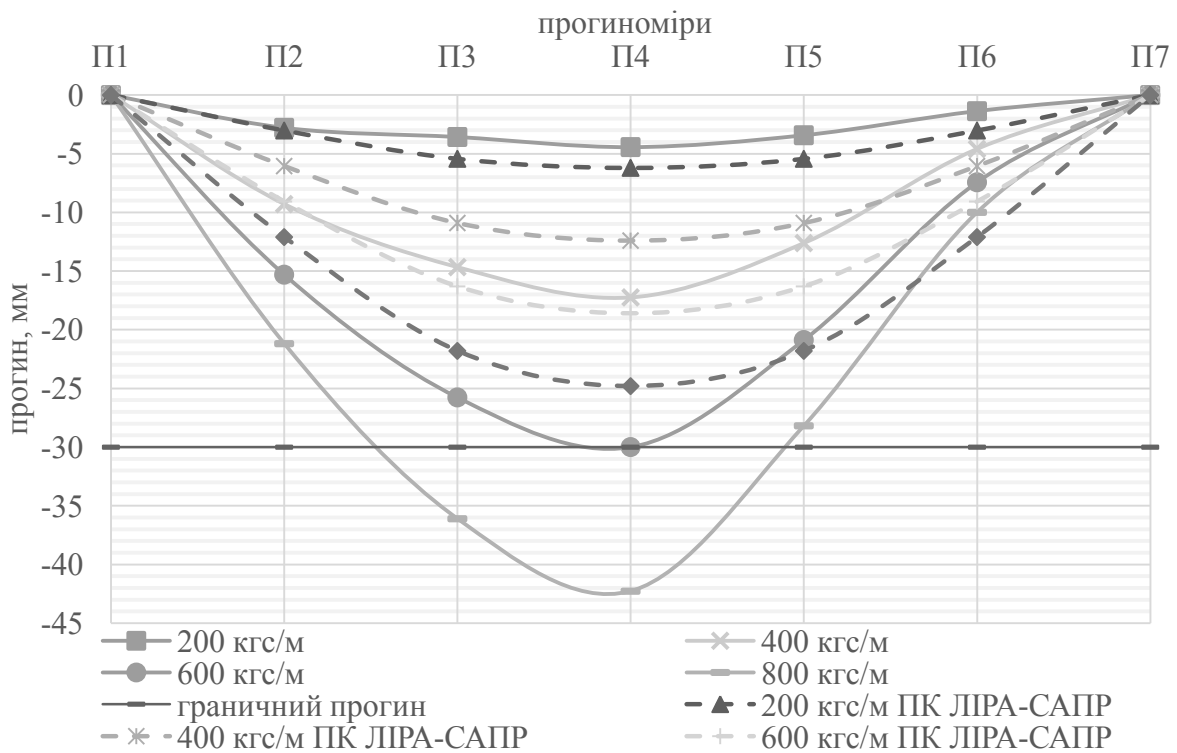


Рис. 9. Діаграма прогину дощатої арки марки А-3.1 від дії рівномірно розподіленого навантаження

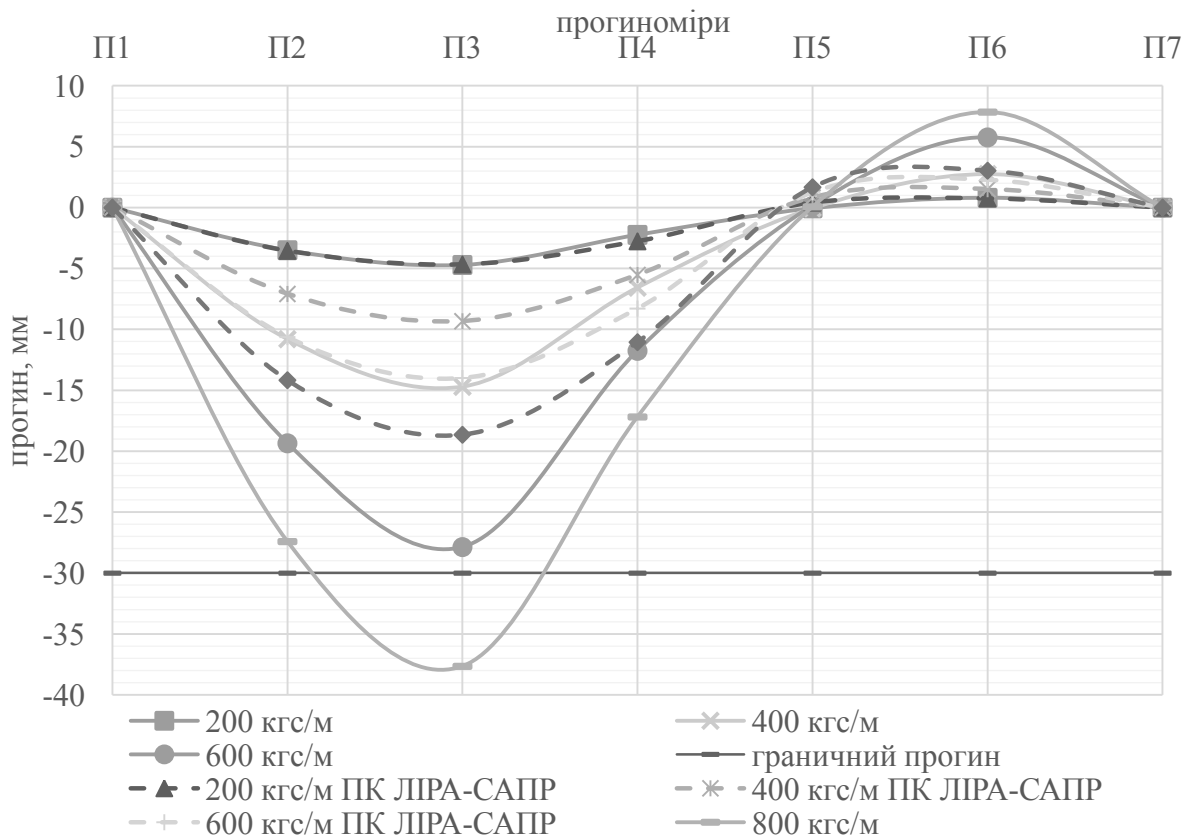


Рис. 10. Діаграма прогину дощатої арки марки А-3.2 від дії розподіленого навантаження на половину прольоту

Висновки

1. Запропоновано нову конструкцію дерев'яної арки, яка є легкою, має низьку собівартість та є швидкозбірною.
2. Описано методику експериментальних досліджень дощатих арок на металозубчатих пластинах.
3. Проведено випробування шести зразків дощатих арок на металозубчатих пластинах.
4. Аналіз арок з системою похилих затяжок показав, що додаткове влаштування похилих затяжок допомагає стабілізувати верхній пояс арки. Система затяжок забезпечує перерозподіл зусиль в затяжках і в арці. Це дозволяє зменшити величину зусиль, що виникають в тілі арки і в горизонтальній затяжці, та, відповідно, створює передумови для полегшення конструкції, та економії матеріалів.

5. В процесі аналізу було виявлено проблеми розрахунку прогинів арок з системою похилих затяжок, що полягали у занижених на 30% значень розрахункових прогинів від експериментальних значень.

Література

1. Строительная механика. Избранные труды, Шухов В.Г. М.: Наука, 1977. – 193
2. Методика експериментальних досліджень міцності та деформативності дерев'яної ванти, армованої стальним 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. – 39