

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНОЇ МЕХАНІКИ

**ЗІНКЕВИЧ ОКСАНА ПЕТРІВНА**

УДК 620.191.33

**ПРОЕКТ АНГАРУ ДЛЯ МАЛОЇ АВІАЦІЇ З ДОСЛІДЖЕННЯМ ТРИМКИХ  
СТАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

192 Будівництво та цивільна інженерія

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2019

Роботу виконано на кафедрі будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України.

**Керівник роботи:** завідувач кафедри будівельної механіки  
**Ковальчук Ярослав Олексійович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** генеральний директор  
**Лупійчук Сергій Ігорович,**  
приватне підприємство «Агата-Буд»

Захист відбудеться 23 грудня 2019 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №7 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №2, ауд. 35.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми** зумовлена високими експлуатаційними показниками арочних конструкцій при їх оптимальній матеріаломісткості. Враховуючи масштаби їх використання при спорудженні промислових об'єктів за рахунок правильних конструктивних рішень можна отримати суттєвого зниження вартості будівель і споруд.

**Метою роботи** є оптимізація методики розрахунку арочних конструкцій.

Для досягнення мети вирішуються такі **завдання**:

- вибір конструктивних варіантів для досліджень;
- комп'ютерний моделюючий експеримент;
- порівняння результатів комп'ютерного моделювання;
- вибір оптимальної конструкції для подальшого проектування.

**Об'єкт дослідження** – тримкість арочних конструкцій .

**Предмет дослідження** – сталі арочні конструкції.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

- одержали подальший розвиток методики комп'ютерного моделюючого експерименту для оптимізації сталі арочних конструкцій.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Отримані значення в роботі результати доцільно застосовувати при проектуванні нових сталі арочних конструкцій.

**Апробація.** Результати роботи доповідались на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 27 – 28 листопада 2019 р. та опубліковані в збірнику тез цієї конференції.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки (8 розділів 106 арк. формату А4), та друківані листи (10 формату А1).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**В розділі 1 «Архітектурно-будівельний»** виконано архітектурний опис проекту, обрано конструктивні особливості, проведено теплотехнічні розрахунки.

**В розділі 2 « Розрахунково-конструктивний»** виконано розрахунок арочних конструкцій та фундаментів під арочні конструкції.

**В розділі 3 « Технологія та організація будівництва»** обрано основні принципи технології зведення ангара та підібрано техніку для виконання будівельно-монтажних робіт.

**В розділі 4 «Наукова частина»** висвітлено методику комп'ютерного моделюючого експерименту для дослідження арочних конструкцій експерименту з використанням програмного пакету ПК ЛІРА.

- виконано розрахунок арки зі змінною та постійною висотою поперечного перерізу;
- проаналізовано напружено деформований стан арочних конструкцій (рис 1,2);
- виявлено недовантажені ланки з постійною висотою поперечного перерізу арочної конструкції.

Сендвіч  
Епюра N  
Единицы измерения - кН

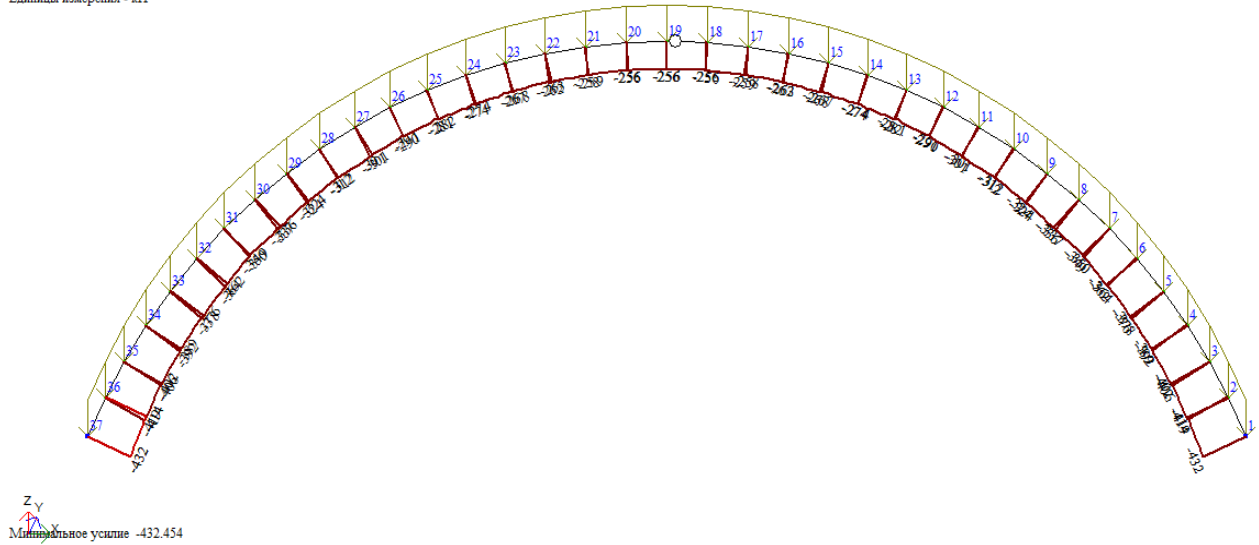


Рисунок 1 – Епюра перерізуючих зусиль

Сендвіч  
Епюра Mu  
Единицы измерения - кН\*м

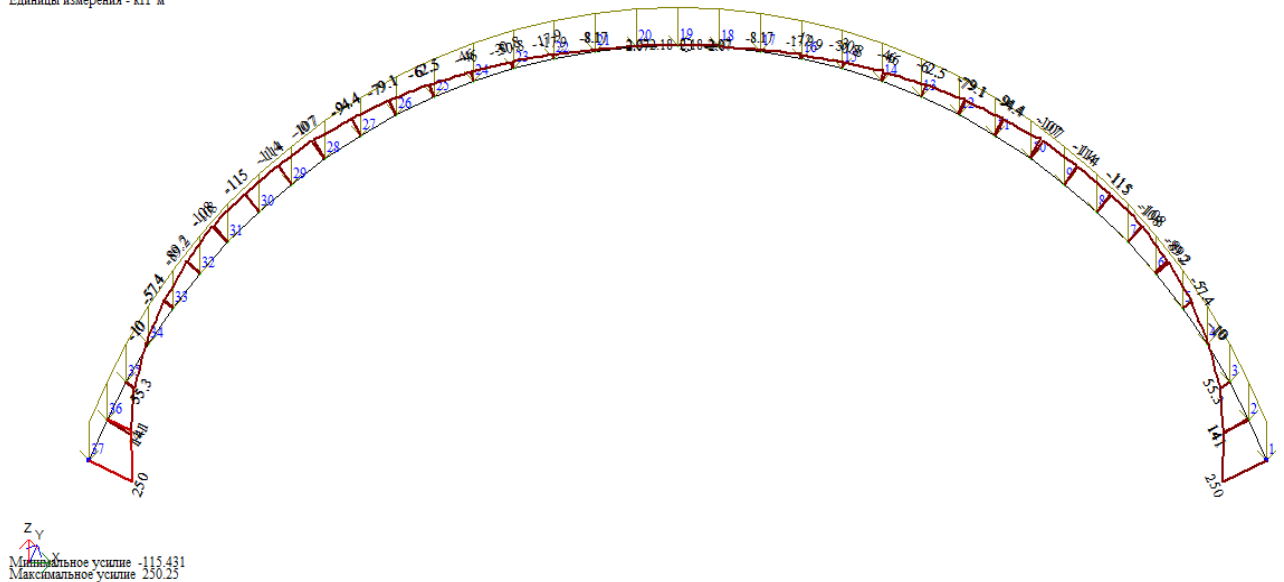


Рисунок 2 – Епюра згинальних моментів

За результатами досліджень виявлено що конструкція з постійною висотою перерізу недовантажена у верхніх стержнях арки, у зазначених елементах застосуємо поперечні перерізи із зменшеною висотою.

**В розділі 5 «Спеціальна частина»** виконано порівняння порівняння арокних конструкцій з різних (Ст3 та 20Х). Приведені порівняльні характеристики з різних сталей, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики

Складові порівняння	Матеріал виготовлення	
	Сталь Ст3	Сталь 20х

Кількість конструктивних частин, шт	12	12
Витрати металу, т	0,932	0,932
Вартість, грн.	19651,52	23382,52

За результатами порівняння виявлено, що при однаковій тримкості на рівні проектних навантажень, вартість арочної конструкції зі сталі Ст3 на 16,1% нижча за вартість аналогічної конструкції зі сталі 20Х.

**В розділі 6 «Обґрунтування економічної ефективності»** виконано кошторисний розрахунок вартості спорудження арочної конструкції. В цінах 2019 року це становить 449 315 грн.

**В розділі 7 «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** проаналізовано законодавчу та нормативно правову базу з охорони праці, вимоги до монтажу металевих конструкцій одноповерхових будівель, загальні положення з охорони праці, розглянуто питання з організації проведення і оцінки стійкості об'єкта будівництва, розробки заходів щодо підвищення стійкості об'єкта будівництва, а також проведення радіаційного контролю матеріалів в будівництві.

**В розділі 8 «Екологія»** проаналізовано місце екології в будівництві, вплив на довкілля виготовлення металевих конструкцій і заходи зі зменшення забруднення довкілля в результаті виготовлення і складання металевих конструкцій.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті технічні рішення, порівняно несучу здатність арочної конструкції зі змінною та постійною висотою поперечного перерізу, вибрано оптимальну конструкцію для подальшого проектування, описано техніко-економічні показники Розроблено заходи щодо збереження життя та здоров'я людей під час техногенних катастроф. Проаналізовано негативні впливи на екологію під час зведення ангару та запропоновано методіку і шляхи усунення наслідків.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. За результатами літературного огляду виявлено, що питання оптимізації арочних конструкцій не висвітлено в повній мірі, враховуючи технічні можливості сучасної обчислювальної і прикладних пакетів.

2. Результати досліджень арочної конструкції з використанням ПК ЛІРА дали можливість вирівняти напруження вздовж арки і зберегти проектну несучу здатність при зниженні матеріаломісткості на 23,1%.

3. Застосування в якості конструкційного матеріалу Ст3 в порівнянні зі сталлю 20Х є раціональнішим, оскільки така конструкція має вартість на 16,1 % нижчу для однакової проектної міцності.

### СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

М.А. Басара, О.П. Зінкевич Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна **ДЕФОРМУВАННЯ НИЖНЬОГО ПОЯСУ ЗВАРНОЇ ФЕРМИ ІЗ ПІДСИЛЕНИМ ЦЕНТРАЛЬНИМ ВУЗЛОМ // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів**

„Актуальні задачі сучасних технологій“, 27-28 листопада 2019 року — Т. : ТНТУ, 2019 — Том I. — С. 15. — (Фізико-технічні основи розвитку нових технологій).

### АНОТАЦІЯ

**Зінкевич О.П. Проект ангара для малої авіації з дослідженням тримких сталевих конструкцій – Рукопис**

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за напрямом 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Виконано розрахунок арочної конструкції з постійною та зі змінною висотою поперечного перерізу в програмному комплексі ЛІРА; проаналізовано напружено-деформований стан розрахованих аровних конструкцій; досліджено граничні стани; виявлено недовантажені ланки арочної конструкції.

Визначено критерій для оптимізації арочної конструкції та конструктивні схеми для його реалізації, запропоновано методи оптимізації досліджуваних аровних конструкцій за рахунок зменшення висоти поперечного перерізу арочної конструкції, обґрунтовано доцільність оптимізації.

Проведено порівняння конструктивних виконань арок зі сталі Ст3 та сталі 20Х. Виявлено, що конструкція зі сталі Ст3 є нижчою на 16,1%.

**Ключові слова:** аровні конструкції, несуча здатність, навантаження.

### ANNOTATION

**Zinkevych O.P. Project of hangar for light aviation with study of load-bearing steel structures. - Manuscript.**

Thesis for obtaining educational degree "master" for 192 Construction and civil engineering.

The calculation of arches with constant depth of arch and arches with inconstant depth of arch in the software complex LIRA; The stress-strain state of calculated arch constructions; investigated marginal conditions; found understressed sections of arch construction.

The criteria for optimization arch constructions and structural design for its implementation has been determined, the methods for optimization analyzed arch construction by means of shortening the depth of the cross section of the arch construction has been proposed, practicability has been proved.

Comparison of structural variations of arches made from steel St3 and 20X has been conducted. It has been found that construction made of steel St3 is for 16,1 % shorter.

**Keywords:** arch constructions, carrying capacity, load.