

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Шведа Ярослава Леонідовича

на тему: **«Міцність і деформівність зварної прямокутної ферми при дії силових і температурних впливів»,**

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 13 «Механічна інженерія»

за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»

### **Актуальність теми дисертаційної роботи та зв'язок з науковими напрямками та темами**

Зварні квадратні та прямокутні ферми широко використовуються в конструкціях інфраструктурних об'єктів та промислових споруд різного призначення (склади, виставкові та торгівельні центри, спортивні та інженерні споруди та інше) завдяки своїм перевагам у порівнянні з залізобетонними конструкціями: відносно незначна вага, простота монтажу, стійкість при високих навантаженнях, можливість реалізації довгомірних прогонових конструкцій. Під час експлуатації зварні ферми можуть піддаватися суттєвим статичним навантаженням, технологічним коливанням температури, впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища тощо. Коливання температури призводить не тільки к зміни габаритних розмірів конструкцій, але і до появи додаткових напружень в елементах ферми. Експериментальні та теоретичні дослідження, які спрямовані на встановлення впливу різних зовнішніх факторів на напружено-деформований стан зварних сталевих ферм, є важливими для підвищення їх безпечної експлуатації. Тому визначення міцності і деформівності зварних прямокутних ферм при дії силових і температурних впливів є актуальною науково-технічною задачею.

## **Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Сформульовані в дисертаційній роботі наукові положення та висновки достатньо повно обґрунтовані здобувачем та викладені в доказовій формі.

Автором доцільно визначено об'єкт та предмет дослідження, його мету, точно сформульовано завдання дослідження. В дисертаційній роботі опрацьовано значну кількість літературних джерел як вітчизняних, так і зарубіжних вчених.

Обґрунтованість наукових положень і висновків забезпечено застосуванням добре апробованих методів та методик досліджень та розробці власних. У роботі використано методи комп'ютерного моделювання в програмному комплексі Ansys, експериментальні дослідження фізичної моделі під силовим та температурними впливами та інші.

Обґрунтованість отриманих результатів, наукових положень і висновків також підтверджена успішною апробацією матеріалів дисертації на численних наукових конференціях, в тому числі і міжнародних.

## **Достовірність та наукова новизна результатів досліджень**

На основі результатів досліджень визначено максимальні допустимі навантаження на зварну прямокутну ферму при дії силових і температурних впливів. Достовірність отриманих результатів забезпечувалася проведенням досліджень за загально прийнятими методиками на сервогидравлічному випробувальному обладнанні та комп'ютерного моделювання в програмному комплексі Ansys.

До найвагоміших результатів дисертаційної роботи, які відповідають ознакам наукової новизни, можна віднести наступне:



- - вперше розроблено аналітичну залежність для розрахунку тримкості зварної прямокутної ферми 18000x3600 при нагріванні її до 450°C за відомою тримкістю конструкції при 20°C;

- вперше експериментально отримано інформаційні масиви, які характеризують деформаційну поведінку вузлових точок фізичної моделі зварної прямокутної ферми 2000x400 в температурному діапазоні від 20 до 170°C без силових впливів на конструкцію;

- удосконалено методику комп'ютерного розрахунку параметрів напружено деформівного стану зварних ферм, яка передбачає використання в якості вхідної інформації експериментально визначених показників міцності конструкційного матеріалу і забезпечує співпадіння результатів моделювання з фактичними показниками на рівні 0,92;

- дістала подальший розвиток методика комплексних досліджень міцності й деформівності зварних ферм, які поєднують натурний експеримент, фізичне і комп'ютерне моделювання.

### **Значущість отриманих результатів для науки та практичного використання**

Дослідження, які проводилися в рамках даної дисертаційної роботи, вирішили важливе науково-технічне завдання у галузі міцності зварних прямокутних ферм, які експлуатуються під впливом силових та температурних факторів. Запропонована аналітична залежність максимального навантаження, яке здатна витримати ферма, від температури (в діапазоні від 20 °C до 450 °C), може бути використана для зниження матеріаломісткості та вартості конструкцій без втрати їх міцності.

Результати дослідження впроваджено на виробництві ТОВ "Смарттехбуд" при проектуванні 8 званих ферм 18000x3600мм, які призначені для роботи при дії статичних навантажень від дахової конструкції.

## **Повнота вкладу результатів дисертаційного дослідження та наукових положень в опублікованих працях**

За темою дисертації опубліковано 12 робіт, з них 1 стаття у науковому виданні, яке входить до науко метричної бази SCOPUS, 4 статті у фахових виданнях України, 7 публікації у збірниках наукових праць і матеріалах конференцій.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві, зазначена у дисертації.

Апробація роботи: основні наукові положення та результати досліджень доповідалися на 7 науково-технічних конференціях.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

## **Структура, оцінка мови, стилю та оформлення**

Дисертаційна робота Шведа Я.Л. складається з анотації двома мовами, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 176 сторінку з 113 рисунками, 34 таблицями, бібліографічним списком із 104 найменувань та додатків. Текст дисертації написаний українською мовою.

У вступі та першому розділі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та завдання дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення роботи. Огляд літератури містить аналіз сучасного стану досліджень у галузі міцності і деформівності зварних ферм.



У другому розділі описано методологію дослідження поведінки зварних ферм при термосилових впливах. Автор обґрунтовує вибір конструкції ферми, її масштабних фізичних моделей та схеми навантаження. Також приведені методики проведення натурних, напівнатурних та комп'ютерних досліджень зварної ферми з детальним описом експериментального обладнання, процесу визначення параметрів деформування фізичних моделей при силовому та температурному впливах.

Третій розділ присвячено експериментальним дослідженням міцності і деформівності фізичних моделей зварних ферм. Приведені результати експериментальних досліджень фізичних моделей, які дозволили визначити основні параметри міцності і деформівності зварних ферм при силових (від 10 кН до 80 кН) і температурних (від 20 °С до від 160 °С) впливах. Проведено комп'ютерне моделювання обраних фізичних моделей та порівняння отриманих результатів з експериментальними даними. Показано, що співпадіння результатів натурного експерименту та комп'ютерного моделювання з визначення температурних деформацій конструктивних елементів зварної ферми не нижче 92,7%.

У четвертому розділі розглянуто поведінку повномасштабних зварних прямокутних ферм під впливом силових і температурних навантажень. За допомогою програмного комплексу Ansys проведено комп'ютерне моделювання, яке дозволило вивчити розподіл еквівалентних напружень у конструктивних елементах ферми. Автор досліджує вплив підвищеної температури і пожежно-аварійних умов на міцність і деформівність зварних ферм, роблячи висновки щодо їхньої надійності в різних експлуатаційних умовах.

Загальні висновки, сформульовані в кінці роботи, відповідають найбільш ваговим результатам досліджень здобувача, а також узгоджуються з положеннями наукової новизни і практичної цінності дисертаційної роботи.

## **Академічна доброчесність**

Здобувач дотримується вимог академічної доброчесності, дисертація не містить елементів плагіату та запозичень, має посилання на відповідні джерела інформації у випадку використання ідей, результатів та текстів інших авторів. Автор дотримується норм законодавства про авторське право, надає повну та достовірну інформацію про результати наукової діяльності, а також використання методики досліджень.

### **По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:**

1. В Вступі відсутня інформація щодо структури та обсягу дисертації.
2. Починаючи з 23 стор. посилання на список використаних джерел йде не за порядком їх появи в тексті. Наприклад, на стор. 23 після посилань [1-4] відразу йдуть посилання [12-22], на стор. 25 після посилань [12-22] відразу йдуть посилання [35-39] тощо.
3. В роботі широко застосовуються терміни «деформація прогину нижнього поясу» та «деформація видовження нижнього поясу», проте усталеними термінами є «абсолютно поздовжня (або поперечна) деформація», «відносно поздовжня (або поперечна) деформація». Оскільки при випробуваннях на згин вимірювали переміщення нижнього поясу ферми в поздовжньому та поперечному напрямках індикаторами часового типу, то більш доцільно вважати терміни «видовження» та «прогин».
4. На стор. 74 замість «рис. 2.3 а» та «рис. 2.3 б» необхідно вказати «рис. 2.16 а» та «рис. 2.16 б», відповідно; на стор. 76 замість «рис. 2.2» необхідно вказати «рис. 2.17».
5. Після назви деяких пунктів дисертації в дужках стоять якісь цифри. Наприклад, на стор. 83 після назви пункту 2.6 стоїть «(6)», пункту 3.3 стоїть «(23)» тощо.



6. В дисертаційній роботі багато уваги приділено важливості визначення межі текучості та межі міцності основного металу, оскільки вони впливають на похибку між отриманими даними натурального експерименту та математичного моделювання. З незрозумілих причин не приведено значення відносного подовження при розтягуванні основного металу, встановлене експериментально.

7. В табл. 3.4 (стор. 91) є посилання на роботу [123], хоча загальний список використаних джерел складається з 104 найменувань.

8. Математичне моделювання ферми 2000x400 проводили до 120 кН. Показано, що граничний стан даної ферми досягається при зусиллі 87 кН. Проте експериментальні дослідження на випробувальній машині СТМ-100 (з максимальним зусиллям 100 кН) проводили лише до 80 кН (табл. 3.11), що лишило роботу значного масиву експериментальних даних щодо поведінки ферми при досягненні граничного стану.

9. Починаючи з рис. 3.6 автор на всіх графіках з отриманими експериментальними даними окрім безпосередньо експериментальних даних приводить також «лінійну апроксимацію експериментальних даних». Оскільки лінії «лінійної апроксимації експериментальних даних» не є прямими, то це вказує що експериментальні дані описані поліномами.

10. Не зрозуміло чому характеристики міцності сталі ВСтЗпс при підвищених температурах, наведені в табл. 3.7 та 4.2, мають відмінності.

11. Загальні висновки по роботі написані у вигляді анотації.

### **Висновок по дисертації**

Відмічені недоліки та зауваження, які були висловлені щодо окремих аспектів роботи, не впливають на загальний науковий рівень та важливість досліджень, представлених у дисертації. Дисертаційна робота Я.Л. Шведа на тему: «Міцність і деформівність зварної прямокутної ферми при дії силових і температурних впливів» виконана на високому рівні і є самостійним та

завершеним науковим дослідженням на актуальну тему. Вона має значний потенціал для подальших досліджень, спрямованих запобіганню передчасному руйнуванню зварних прямокутних ферм при силовому та температурному впливах, та безсумнівно має практичну цінність.

Дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8 та 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022 року (із змінами, внесеними згідно з постановою КМ №341 від 21.03.2022р.), а її автор – **Швед Ярослав Леонідович** - заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

**Офіційний опонент:**

провідний науковий співробітник  
відділу №3 «Міцність зварних конструкцій»  
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України  
кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник



Сергій СОЛОВЕЙ

Підпис Сергія СОЛОВ'Я засвідчую:

Т.в.о. вченого секретаря  
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України  
кандидат технічних наук, доцент



Павло ТКАЧ