

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

**Касова Валерія Дмитровича**

на дисертаційну роботу Артёмової Світлани Віталіївни

«Удосконалення технології зварювання дефектів литих корпусів турбін»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 132 – Матеріалознавство

### **Актуальність теми**

На сьогодні відомі технологічні способи зварювання масивних товстостінних конструкцій із низьколегованих сталей з обмеженою зварюваністю, які без попереднього підігріву та наступної термообробки забезпечують високу працездатність та надійність виробів під час експлуатації. До таких відноситься спосіб ручного багатопрохідного зварювання поперечною гіркою, під час якого, завдяки автопідігріву, забезпечується структура без ділянок роззміцнення та окрихчування.

Оскільки підігрівання складно впливає на здатність сталей до зварювання й може призвести до додаткової крихкості металу шва та зони термічного впливу та потребує додаткових фінансових витрат, то до теперішнього часу залишається актуальною проблема відміни попереднього та супутнього підігрівання під час зварювання та заварювання дефектів великогабаритних литих конструкцій енергетичного обладнання, що виготовляється із теплостійких сталей 15Х1М1ФЛ та 25Л, чому й присвячена дисертаційна робота Артёмової Світлани Віталіївни.

У дисертаційній роботі поставлена науково-технічна задача удосконалення існуючої технології виправлення металургійних дефектів на паротурбінному обладнанні, що виготовляється із перлітних сталей. Застосування способу поперечної гірки без додаткових підігрівань за рахунок процесів автопідігріву та автотермообробки дає змогу отримати зварні з'єднання, стійкі до холодних тріщин, що, в свою чергу, дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики енергоустаткування.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри

«Матеріалознавство» та кафедри «Зварювання» НТУ «ХП». Здобувач брав участь у науково-дослідних роботах:

1. Держбюджетна тема М1210 «Підвищення характеристик виробів військового призначення шляхом аналізу та синтезу властивостей матеріалів на основі мікроструктурних досліджень» (2016 – 2018 рр., номер держреєстрації № ДР0117U004970).

2. Держбюджетна тема № 56545 «Розробка новітніх технологій зварювання» (2015 – 2019 рр., номер держреєстрації № ДР0119U101051).

3. Держбюджетна тема М1209 «Забезпечення високих технічних характеристик машин військового та цивільного призначення на основі дослідження міцності складнопрофільних деталей» (2017 – 2018 рр., № ДР0117U004880).

4. Держбюджетна тема «Розвиток технологій автоматичного зварювання роторів із різнорідних сталей 25Х2НМФА і 20Х3МВФА » (номер держреєстрації № ДР0114U004471, від 2015 р.).

5. Держбюджетна тема «Моделювання зварювального нагріву, фізико-хімічних процесів і структури зварних з'єднань зі сталі 25Х2НМФА» (номер держреєстрації № ДР0117U004894, від 2017 р.).

6. Держбюджетна тема «Дослідження і оптимізація процесів одержання заготовок на основі маловідхідних та екологічно чистих технологій» (номер держреєстрації № ДР0103U003754, від 2016 р.).

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.**

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Артьомової С. В., в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні методик дослідження хімічного складу, механічних властивостей та мікроструктури, вимірювань залишкових зварювальних напружень, визначення тріщиностійкості зварних з'єднань.

Дослідження виконані з використанням сучасного обладнання для визначення характеристик міцності та пластичності, здатності матеріалу чинити опір крихким

руйнуванням, структурного та напруженого стану. Результати перевірені шляхом проведення практичних експериментів, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

### **Достовірність результатів досліджень.**

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень.

Наукові результати застосовані під час розробки технологічного процесу виправлення дефектів литва на промислових підприємствах.

### **До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:**

- вперше показано можливість застосування заварювання способом поперечної гірки без попереднього підігрівання та подальшого високого відпуску для виправлення ливарних дефектів крупно габаритних деталей із теплостійких перлітних сталей;

- вперше доведено працездатність, спроможність чинити опір крихким руйнуванням та відсутність дефектів технологічного характеру зварного з'єднання, отриманого вдосконаленим способом СПГ, що підтверджено даними випробувань, проведених з урахуванням вимог нормативної документації для турбінного обладнання; встановлено, що матеріал зварного з'єднання має необхідний рівень властивостей та запас в'язкості при кімнатній та підвищених температурах;

- спростовано застосування жорстких режимів зварювання з метою скорочення часу в технологічному процесі під час виправлення дефектів литва внаслідок зниження міцносних характеристик металу зони термічного впливу і утворення в ній несприятливої структури голчастого нижнього бейніту;

- отримали подальший розвиток теоретичні основи структуроутворення в різних зонах зварного з'єднання із перлітних, в тому числі хромо-молібдено-ванадієвих сталей, отриманого зварюванням СПГ без додаткових термообробок. Проведенням в результаті металографічних та електронномікроскопічних досліджень встановлено структурні складові та склад карбідної фази.

### **Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.**

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень:

1) в Акціонерному товаристві «Укренергомашини» в цеху паротурбінного обладнання під час виправлення дефектів литва стосовно до корпусів циліндрів високого та середнього тиску парових турбін.

2) в Публічному акціонерному товаристві «Енергомашспецсталь» в технології заварювання виборок на масивних виливках.

### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Результати досліджень опубліковані у 17 роботах, серед яких: 6 статей у наукових фахових виданнях України, 2 статті у закордонних періодичних фахових виданнях, 4 статті у міжнародній наукометричній базі Scopus, 9 тезисів у матеріалах конференцій.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

### **Оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Артёмової С. В. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, 2 додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

В першому розділі описано об'єкт дослідження, приведено огляд загальних характеристик та особливості зварювання і термічної обробки сталей, що

використовуються для виготовлення корпусних конструкцій турбін, наведено особливості існуючої технології їх зварювання і термічної обробки, обрано напрям теоретичних і експериментальних досліджень, здійснено постановку задач дисертаційної роботи.

У другому розділі обрано матеріали дослідження та методики випробувань, згідно поставленої мети.

В третьому розділі дослідженні властивості зварних з'єднань зі сталі 15X1M1ФЛ, що виконані способом поперечної гірки, та проведено порівняльний аналіз аналогічних характеристик, отриманих на зразках, після зварювання за штатною технологією.

В четвертому розділі розглядаються питання впливу зварювання способом поперечної гірки на критичну температуру крихкості та тріщиностійкості зони термічного впливу та металу шва сталі 15X1M1ФЛ, також визначені залишкові напруження та проведено дослідження мікрохімічної неоднорідності.

В п'ятому розділі наведено результати дослідження зварних з'єднань зі сталі 25Л, виконаних способом поперечної гірки, а саме, макроаналіз, визначення рівня механічних властивостей та мікроструктури.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 154 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

### **Академічна доброчесність**

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

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

Загалом, позитивно оцінюючи наукове і практичне значення отриманих дисертантом результатів, варто відзначити наступні дискусійні положення і зауваження до змісту дисертаційної роботи.

В розділі 1.5 є посилання на рис. 1.8, на мою думку, він не відповідає тексту цього абзацу.

В розділі 3.2 під час вимірів мікротвердості застосовували метод точкового аналізу. Бажано було б описати сутність цього методу в розділі 2.

У розділі 4.6 наведені таблиці 4.2, 4.3, 4.4 з хімічним складом, але жодних посилань в тексті на них немає.

На рис. 4.29 показано криві розподілу хрому, молібдену, вуглецю та кисню в високотемпературній області ЗТВ, але незрозуміла мета їх визначення.

На рис. 5.2 та 5.3 не підписані місця розташування зон зварного з'єднання, а саме, основний метал, зона термічного впливу, шов.

В розділі 5.2 наведено результати механічних властивостей зварних з'єднань зі сталі 25Л, виконаних за різними режимами, але, на мій погляд, було б цікаво отримати ще дані за режимом «без підігрівання та без термічної обробки».

Існують недоліки оформлення матеріалу дисертаційної роботи, за текстом іноді зустрічаються друкарські, пунктуаційні та стилістичні помилки.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

### **ВИСНОВОК**

Дисертаційна робота Артёмової Світлани Віталіївни «Удосконалення технології заварювання дефектів литих корпусів турбін» за своїм змістом відповідає спеціальності 132 – «Матеріалознавство». Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає в удосконаленні існуючої технології виправлення металургійних дефектів на паротурбінному обладнанні, що виготовляється із перлітних сталей.

Подана дисертаційна робота «Удосконалення технології заварювання дефектів

литих корпусів турбін» Артёмової С. В. відповідає спеціальності 132 – «Матеріалознавство», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 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 КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Артёмова С. В. заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство».

Офіційний опонент

Декан факультету «Машинобудування»  
Донбаської державної машинобудівної  
академії, д.т.н., проф.

  
23.11.2023

Валерій КАССОВ

Підпис д.т.н., проф. Касова В.Д.  
підтверджую  
Ректор Донбаської державної  
машинобудівної академії



Віктор КОВАЛЬОВ