

## **РЕЦЕНЗІЯ**

**рецензента, к.т.н., доцента Сітнікова Б. В.**

на дисертаційну роботу **Артьомової Світлани Віталіївни**

**«Удосконалення технології заварювання дефектів литих корпусів  
турбін»**

подану на здобуття ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 132 – Матеріалознавство

### **1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами**

Під час заварювання дефектів литва в великогабаритних товстостінних конструкціях енергетичного обладнання із низьколегованих теплостійких сталей основною небезпекою є формування структур закалювання у високотемпературній області зони термічного впливу, що не виключає утворення холодних тріщин. Труднощі особливого характеру виникають під час виправлення дефектів в литих масивних конструкціях (наприклад, корпуси турбін масою біля 100 т), які виготовлені із сталей 15X1M1ФЛ та 25Л, коли, у відповідності до нормативної документації, необхідно забезпечити місцевий попередній (та супутній) підігрів та після зварювальний високий відпуск. Водночас, у низці робіт наводяться результати досліджень, що підтверджують недоцільність та навіть небезпеку проведення високого підігріву під час зварювання сталей, що гартуються.

Виходячи з вищесказаного, дисертаційна робота Артьомової Світлани Віталіївни на тему «Удосконалення технології заварювання дефектів литих корпусів турбін», яка присвячена обґрунтуванню можливості застосування вдосконаленого методу заварювання способом поперечної гірки під час виправлення дефектів без додаткових термічних операцій, є актуальною і спрямованою на вирішення важливої проблеми – винайдення ефективних технологій виправлення браку литва за допомогою застосування удосконаленої технології заварювання.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертаційна робота виконувалась при проведенні наукових досліджень на базі кафедри «Матеріалознавство» на тему «Забезпечення високих технічних характеристик машин військового та цивільного призначення на основі дослідження міцності складнопрофільних деталей» (2017 – 2018 рр., № ДР0117U004880) та кафедри Зварювання на тему «Розвиток технологій автоматичного зварювання роторів із різнорідних сталей 25X2НМФА і 20X3МВФА» (номер держреєстрації № ДР0114U004471, від 2015 р.) та ін.

## **3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Робота Артьомової С. В. є завершеною науковою роботою, містить дві анотації – українською та англійською мовами, вступ, п'ять розділів, висновки, список літератури та два додатки.

У дисертаційній роботі вирішена науково-практична задача з розробки та впровадження способу заварювання дефектів литва, що забезпечує зменшення енерговитрат та скорочення трудомісткості виготовлення корпусів турбінних установок.

Об'єктом дослідження є технологія заварювання дефектів конструкцій із перлітних сталей способом поперечної гірки електродами ТМЛ-3У та УОНИ 13/45 без попереднього і супутнього підігрівання.

Предметом дослідження є зв'язок структурного стану зварюваного металу в зоні термічного впливу з комплексом властивостей, що характеризують надійність зварних з'єднань, отриманих під час заварювання дефектів литва стосовно хромо-молібдено-ванадієвих сталей.

Ознайомлення з дисертацією та науковими публікаціями Артьомової С. В. дає підстави для висновку, що наукові положення, пропозиції, висновки та рекомендації є обґрунтованими та достовірними, що забезпечується застосуванням широкого спектру загальнонаукових та спеціальних методів наукового дослідження, які концептуально дають змогу

дослідити процеси структуроутворення в металі шва, біляшовній зоні (зоні термічного впливу) та в основному металі зварних з'єднань, отриманих вдосконаленим способом заварювання поперечною гіркою. Використано системний підхід для аналізу рівня механічних властивостей зварного з'єднання в залежності від способу заварювання.

На підставі детального ознайомлення зі змістом дисертації Артьомової С. В. можна стверджувати, що структура роботи логічна і дозволяє у значній мірі досягти поставленої мети та вирішити відповідні задачі.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційних досліджень, показано наукову новизну отриманих результатів та їхню практичну цінність, сформульовано мету та задачі дослідження, зазначено особистий внесок здобувача в наукових працях, що опубліковані в співавторстві, приведено перелік конференцій, на яких пройшли апробацію результати дисертаційних досліджень.

Автором в дисертації використовувались декілька методів вимірювання твердості (по Віккерсу HV, мікротвердість  $H_{\mu}$ ), особлива увага приділялась високотемпературній області ЗТВ.

Під час розгляду процесів структуроутворення на різних масштабних рівнях були застосовані методи різноманітної прецизійної здатності (оптична і електронна мікроскопія, рентгеноструктурний аналіз).

Проведено випробування короткочасних механічних властивостей. У вигляді графіків наведена залежність рівня  $\sigma_B$ ,  $\sigma_{0,2}$ ,  $\delta$ ,  $\psi$ , KCU, KCV від зони вирізки зразку (основний метал, ЗТВ чи шов) та від температури випробування на зразках, виконаних за різними технологічними варіантами.

За даними досліджень встановлено, що після заварювання способом поперечної гірки в зоні термічного впливу поблизу межі сплавлення утворюється структура з більш високим опором крихкому руйнуванню в порівнянні із структурою основного металу і металу шва. При цьому перехідна критична температура крихкості цієї ділянки ЗТВ зміщується до низьких температур. Характерним для обох способів заварювання є ідентичне

значення критичної температури крихкості високотемпературної області ЗТВ, яка не змінюється після проведення високого відпуску.

*Висновки* до розділів та за результатами виконаних досліджень відповідають змісту дисертаційної роботи. В цілому висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

*Список літератури* включає 154 найменування та охоплює вітчизняні та закордонні публікації.

*Додаток* містить інформацію про практичне впровадження результатів дисертації.

#### **4. Наукова новизна одержаних результатів**

- 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.

## **5. Достовірність отриманих результатів та висновків**

Достовірність отриманих результатів підтверджується зв'язком теоретичних та експериментальних досліджень, збіжністю результатів чисельних випробувань, використанням у процесі дослідження великого спектру літературних джерел з досліджуваної проблематики.

## **6. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання**

Практична цінність дисертаційної роботи полягає у використанні її результатів :

- в Акціонерному товаристві «Укренергомашини» в паротурбінному цеху під час виправлення дефектів литва стосовно до корпусів циліндрів високого та середнього тиску парових турбін.

-в Публічному акціонерному товаристві «Енергомашспецсталь» при заварюванні виборок на товстостінних виливках.

## **7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях**

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані у 8 роботах, серед яких: 6 статей у наукових фахових виданнях України (2 – у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз SCOPUS), 2 – у закордонних періодичних фахових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз SCOPUS. Апробація роботи відбулася на 9-х міжнародних конференціях.

## **8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

Поряд з наведеними вище позитивними якостями дисертаційної роботи, що рецензується, вважаю за необхідне зробити наступні зауваження.

В розділі 3.1 наведено макроструктуру лише одного із зразків, хоча досліджувались три різні варіанти їх виготовлення.

На рис. 3.2 чітко не показано розташування зони термічного впливу та основного металу, а показані тільки границі розташування зварного шва. Також в цьому розділі бажано було б подати інформацію про літературні дані характерних значень розподілу твердості в зварних з'єднаннях із вказаної марки сталі, виконаних за штатною технологією.

Було б цікаво отримати фрактографію зламів ударних зразків після зварювання зворотно-ступінчастим способом для порівняння із запропонованою технологією.

В розділі 4.3 акцентується увага на певній кількості наукових досліджень, але не вказано, яких саме.

Наведені вище зауваження кардинально не знижують якості наукових досліджень та не впливають на головні теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи Артьомової С. В.

## **9. Висновки**

Дисертаційна робота Артьомової Світлани Віталіївни є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обгрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження повністю відповідає галузі знань 13 – «Механічна інженерія» та спеціальності 132 – «Матеріалознавство».

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та певну практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Артьомової Світлани Віталіївни «Удосконалення технології зварювання дефектів литих корпусів турбін» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН

України від 12.01.2017 № 40, а її автор, Артџома Світлана Віталіївна, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство.

Рецензент –

доцент кафедри Зварювання,  
кандидат технічних наук, доцент  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»

Борис СІТНІКОВ



Підпис с.п. Борис Сітніков  
ЗАСВІДЧУЮ:  
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР  
НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"  
20 11 2023 р.

ЗАЯЦЕВ Ю. І.