

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

**Волчука Володимира Миколайовича**

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**

Відомо, що високий рівень механічних властивостей сталей перлітного класу, а також їхня чутливість до гартування обумовлюють низку специфічних складностей, що виникають під час їх зварювання. Ці труднощі та шляхи їх подолання розглядаються на протязі багатьох років, але й досі залишаються актуальними. Перш за все це попередження виникнення холодних тріщин в біляшовній зоні та металі шва, а також кристалізаційних тріщин в металі шва та гарячих тріщин в зоні термічного впливу, а також необхідність отримання металу шва, зони термічного впливу та з'єднання в цілому з механічними характеристиками, що рівноцінні або близькі за властивостями до основного металу.

Особливі труднощі виникають в тих випадках, коли термообробка зварних з'єднань хромо-молібдено-ванадієвих та вуглецевих сталей неможлива (наприклад, зварних з'єднань корпусів або іншого масивного обладнання), а також, коли замість необхідного гартування з наступним відпуском доводиться застосовувати тільки відпуск.

Отже, робота Артёмової Світлани Віталіївни на тему «Удосконалення технології зварювання дефектів литих корпусів турбін» є своєчасною та вкрай актуальною.

У дисертаційній роботі поставлена науково-технічна задача з вирішення проблеми забезпечення необхідної технологічної міцності зварних з'єднань, зокрема їх стійкості проти утворення холодних тріщин, та отримання з'єднань, рівноміцних основному металу. Запропонований спосіб поперечної гірки без додаткових термообробок дозволяє отримати структуру зернистої морфології, яка має

підвищену здатність чинити опір зародженню місць уповільненої руйнації, що призводять до утворення холодних тріщин.

Тема роботи пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Матеріалознавство» НТУ «ХП» :

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

та кафедри «Зварювання» НТУ «ХП»:

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

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

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

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

Здобувач брала участь у вищенаведених науково-дослідних роботах.

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

Виходячи з актуальності теми, автором була поставлена мета та сформульовані основні завдання досліджень, вирішення яких дозволило обґрунтувати основні положення розробленої технології усунення дефектів за допомогою зварювання способом поперечної гірки.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, викладених у дисертаційній роботі Артёмової С. В., їх достовірність та наукова новизна базуються на конкретній постановці й вирішенні наукових задач з використанням методик визначення механічних характеристик при випробуванні на розтяг, на ударний вигин, на твердість та мікротвердість, методик дослідження мікроструктури за допомогою оптичного та електронного мікроскопів, методик дослідження тріщиностійкості та залишкових зварювальних напружень.

Обґрунтовано можливість застосування вдосконаленої технології зварювання дефектів литва та впроваджено її у виробничих підприємствах.

Зазначені положення представлено у науковій новизні дисертаційного дослідження, що є, на мою думку, цілком переконливо, відповідає змісту наукової праці, висвітлено у наукових публікаціях.

#### **Достовірність результатів досліджень.**

Достовірність результатів і висновків, сформульованих у дисертації Артёмової С. В., забезпечується широтою і різноманітністю опрацьованої джерельної бази, вдало підібраних методів випробувань з урахуванням предмета дисертаційного дослідження, продуманою логікою викладення матеріалу, яка дозволила авторці виконати поставлені перед собою завдання, впровадженням результатів досліджень у виробництво та достатньою апробацією результатів дослідження у періодичних виданнях і оприлюдненням на міжнародних наукових конференціях.

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

- 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;

- 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;
- 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.**

Запропоновано та експериментально обґрунтовано удосконалену технологію заварювання дефектів, результати досліджень впроваджено:

- 1) під час розробки технології заварювання корпусів циліндрів високого та середнього тиску парових турбін в Акціонерному товаристві «Укренергомашини»;
- 2) в технології заварювання виборок на масивних виливках в Публічному акціонерному товаристві «Енергомашспецсталь».

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

Результати досліджень, які проведені дисертантом, у достатньому обсязі апробовані на науково-практичних конференціях і викладені в 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.

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**

Ознайомлення зі змістом і структурою дисертаційного дослідження Артёмової С. В. дає підстави стверджувати, що в ньому чітко сформульовано актуальність теми, мету і завдання роботи, об'єкт і предмет аналізу, обґрунтовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

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

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, наведено мету, завдання досліджень та загальну характеристику роботи.

В першому розділі описано загальну характеристику сталей, які використовують для виготовлення корпусних деталей турбін та їх особливості, призначення, технологічні і механічні властивості сталей 15X1M1ФЛ та 25Л і термічна обробка литих деталей перед зварюванням і заваркою дефектів, обрано напрям теоретичних і експериментальних досліджень.

У другому розділі обрано матеріали та методики досліджень, описано їх сутність.

В третьому розділі виконано аналіз макроструктури та зміни твердості зварних з'єднань зі сталі 15X1M1ФЛ, виконаних способом поперечної гірки, на різних рівнях шву, досліджено розподіл мікротвердості в зоні термічного впливу, проаналізовано міцність, пластичність та ударну в'язкість різних зон зварних з'єднань.

Четвертий розділ присвячено визначенню критичної температури крихкості та тріщиностійкості, дослідженню фрактографії зламів зразків та визначенню залишкових напружень.

В п'ятому розділі наведено результати досліджень впливу зварювання способом поперечної гірки на макроструктуру та твердість зварних з'єднань зі сталі 25Л, зміну механічних властивостей та мікроструктуру.

У загальних висновках викладено основні розгорнуті результати наукових

досліджень і рекомендації їх застосування.

У додатках наведено акти впровадження результатів дисертації у виробничі процеси.

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.

Використання чужих наукових результатів без посилань на авторів у дисертаційній роботі 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:**

В розділі 2.2 детально описана методика визначення механічних характеристик при випробуванні на розтяг з усіма формулами розрахунків. На мій погляд у цьому немає потреби, оскільки обладнання, на якому проводили випробування, виконує ці розрахунки автоматично.

В розділі 3.1 недостатньо обґрунтовано збереження підвищеної твердості в наплавленому металі шва поблизу межі сплавлення після високого відпуску на зразках зварного з'єднання сталі 15X1M1ФЛ, виконаного способом поперечної гірки.

В розділі 4.3 нечітко сформульовані особливості мікроструктури зварних з'єднань сталі 15X1M1ФЛ, виконаних способом поперечної гірки без попереднього підігрівання і подальшої термообробки.

В розділі 4.4 відсутнє пояснення тенденції зниження KCV, що спостерігається при випробуванні металу зварного шва з'єднання зі сталі 15X1M1ФЛ, виконаного способом поперечної гірки без підігріву на різних токах.

Щодо оформлення роботи слід зробити такі зауваження: відсутня коротка анотація на початку розділу 3.1, що утруднює осмислення роботи; в тексті дисертації зустрічаються деякі стилістичні та орфографічні похибки.

Проте висловлені зауваження мають частковий характер і не знижують загалом позитивної оцінки виконаної роботи.

### ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Артьомової Світлани Віталіївни «Удосконалення технології заварювання дефектів литих корпусів турбін» за своїм змістом відповідає спеціальності 132 – «Матеріалознавство». Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, що розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає в вирішенні проблеми забезпечення необхідної технологічної міцності зварних з'єднань, зокрема їх стійкості проти утворення холодних тріщин, та отриманні з'єднань, рівноміцних основному металу.

Подана дисертаційна робота «Удосконалення технології заварювання дефектів литих корпусів турбін» Артьомової 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 Артьомова С. В. заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство».

Офіційний опонент

Завідувач кафедри матеріалознавства та  
обробки металів Придніпровської державної  
академії будівництва та архітектури,  
д.т.н., проф.

*Підпис* *завіряю,*  
*учений секретар*



*Володимир ВОЛЧУК*

*22.11.2023*

*Анастасія ГАЙДАР*