

## **ВІДГУК**

офіційного опонента, доктора технічних наук

Драгобецького Володимира Вячеславовича

на дисертаційну роботу Савкина Святослава Віталійовича

на тему «Розробка методів розрахунку та вдосконалення ресурсозберігаючої технології виробництва зварних труб із застосуванням вібрації»,  
представленої на здобуття вченого ступеня доктора філософії в галузі знань  
13 – «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство».

### **1. Актуальність теми дисертації.**

Тема дисертації є актуальною та нагальною проблемою сучасної промисловості у сфері виробництва зварних труб. Залишкові напруження в зварних трубах та способи їх зняття вивчаються з середини минулого століття. Перспективним напрямком розвитку та модернізації промисловості безпосередньо у процесі зварювання трубної заготовки є застосування вібраційної обробки з певною резонансною частотою.

Термічна обробка труб з метою зняття залишкових напружень є досить добре вивченим процесом і водночас ресурсовитратним. Отже, заміна при знятті залишкових напружень термічною обробкою на вібраційну є хорошим альтернативним рішенням даної задачі.

### **2. Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Правомірність основних наукових і практичних результатів, представлених в дисертації Святослава Віталійовича Савкина, підкріплена переконливими розрахунками, які одержані за відомими та розробленими методиками досліджень, з використанням фундаментальних закономірностей і теорії вірогідності, математичної статистики та математичного моделювання технологічного процесу застосування вібрації.

Експериментальні дослідження виконано згідно з методами планування експерименту із застосуванням випробувальної техніки і апаратури, що пройшла перевірку.

Зроблені в роботі висновки та рекомендації витікають з логічного аналізу одержаних розрахунково-аналітичних рішень та результатів експериментальних досліджень.

### **3. Новизна наукових положень, результатів і рекомендацій.**

В дисертаційній роботі здобувачем розвинуто гіпотезу про зниження залишкових напружень в зварному шві при вібраційному впливі на нього безпосередньо в процесі зварювання. Вперше експериментально встановлено вплив частоти дії вібрації в процесі зварювання трубної заготовки з вуглецевих сталей на рівень залишкових напружень і структуру зварного шва та біляшовної зони. Вперше розроблено математичну залежність необхідної тривалості вібраційного впливу від швидкості охолодження металу зварного шва при зварюванні трубної заготовки. Вперше розроблено метод розрахунку залишкових напружень зварного шва при зварюванні трубної заготовки із застосуванням вібрації.

### **4. Цінність для науки і практики результатів досліджень автора.**

В додатку дисертації I наведена копія відгуку технічної ради АТ «ІНТЕРПАЙП НМТЗ» про потенційну можливість впровадження розробок здобувача. Результати наукових досліджень, виконаних здобувачем Савкиним С.В. стосуються удосконалення ресурсозберігаючих технологій на основі застосування вібраційної обробки при виробництві зварних труб широкого розмірного та марочного сортаменту в перспективі можуть представляти інтерес для існуючої технології виробництва труб в трубоелектрозварювальних цехах металургійних підприємств та при подальшому розвитку досліджень можуть бути використані при реалізації проектів реконструкції.

### **5. Повнота відображення наукових положень в опублікованих роботах.**

Основний зміст дисертації викладено в 14 наукових роботах (в тому числі без співавторів – 2), серед яких: 6 статей у наукових виданнях інших країн (Німеччина, Болгарія, Росія), 2 – включених до фахових видань,

затверджених МОН України, 2 – опубліковані у виданнях, що індексуються в міжнародних науково-метричних базах (Index Copernicus, Google Scholar), 1 патент України на корисну модель, 3 тези науково-технічних конференцій.

## **6. Оцінка змісту дисертації**

Представлена до розгляду дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів з висновками по кожному розділу та загальних висновків, списку використаних літературних джерел і 11 додатків. Основний текст роботи викладено на 152 сторінках. Дисертація містить 42 рисунок і 31 таблиці. Список літературних джерел з 107 найменувань, з урахуванням публікацій автора, розміщених на 12 сторінках. Дисертацію оформлено в одному томі. Повний обсяг дисертації 175 сторінок.

Вступ містить обґрунтування актуальності теми дослідження, мету та задачі роботи, характеристику наукової новизни і основні практичні результати, які описують основний зміст та головні положення, представлені в дисертаційній роботі.

**В першому розділі** наведено данні про існуючий стан питання появи залишкових напружень в зварних трубах. Розглянуті основні методи неруйнівного дослідження залишкових напружень, такі як дифракція теплових нейтронів, дифракція рентгенівських променів, метод ультразвукового сканування, коерцитивний метод та метод магнітної пам'яті металів.

Розглянуті основні методи зняття залишкових напружень, що застосовуються на виробництві, такі як термічна обробка, ультразвукова ударна обробка та вібраційна обробка.

**В другому розділі** проаналізовано методи застосування вібраційної обробки в різних металургійних процесах та можливість застосування вібрації при знятті залишкових напружень в процесі виробництва зварних прямошовних труб. Розроблено формулу тривалості вібраційного впливу на метал зварного шва, що дозволяє враховувати швидкість охолодження металу в зварювальній ванні. Розроблено математичну модель вібраційної

обробки матеріалу при зварюванні, що дозволяє визначати рівень залишкових напружень з урахуванням власної частоти вібрації, логарифмічного декременту загасання коливань, амплітуди і частоти сили, що вимушує, тривалості впливу вібрації. Розроблено динамічну і конструкційну модель вібраційного столу для виконання експериментального дослідження зі зварювання трубної заготовки із застосуванням вібраційної обробки.

**В третьому розділі** представлені виконані в дисертаційній роботі експериментальні дослідження. Описано експеримент зі зварювання трубної заготовки із застосуванням вібрації. Це дослідження дозволило виявити закономірності зміни рівня залишкових напружень при зварюванні трубних заготовок марки ЗПС із застосуванням вібрації частотою від 10 до 200 Гц. Аналіз отриманих результатів встановив, що при впливі вібрації частотою 50 Гц в процесі зварювання відбувається зниження залишкових напружень в зварному шві та біляшовній зоні на 71,41%.

Проведено дослідження мікроструктури зварних швів заготовок марки ЗПС. Встановлено, що найменша величина зерна зафіксована в зразку, звареному із застосуванням вібрації частотою 25 Гц. Розмір зерна в даному зразку склав 41 мкм в ділянці перегріву і 6,4 мкм в ділянці нормалізації.

Визначено вплив рівномірності мікроструктури зварного шву трубної заготовки на рівень залишкових напружень. Найбільш однорідна та рівнозерниста мікроструктура виявлена в зразку звареному із застосуванням вібрації частотою 50 Гц. Бал відманштеттової структури в ділянці перегріву ЗТВ зварного шва склав 2 бали. Ступінь різнозернистості в ділянці нормалізації – 0,37.

Механічні випробування трубних заготовок на статичний розтяг і ударну в'язкість показали позитивний ефект застосування вібрації: показник статичного розтягування збільшився на 78%, а ударної в'язкості на 19%.

**В четвертому розділі** виконано оцінку достовірності отриманих експериментальних даних, наведених в третій частині даної дисертації, за

критерієм Кохрена. Виконана апроксимація результатів експериментальних досліджень на основі побудови функціональної залежності та отримано рівняння криволінійної регресії для експериментальних значень. Виконано зіставлення результатів, отриманих методами криволінійної регресії і математичної моделі трубного зварного з'єднання, підданого вібраційному впливу. Розроблено та запатентовано передбачуваний спосіб виробництва зварних труб із застосуванням вібраційної обробки.

## **7. Зауваження по дисертації.**

1. Основну увагу в роботі приділено дослідженню впливу на залишкові напруження саме частоти вібрації, при цьому амплітуда обрана постійною. Незрозуміло, з яких міркувань прийнято рівень амплітуди. Цікавим є дослідження впливу амплітуди в комплексі з частотою вібрації.

2. Проаналізувавши дисертацію, можна дійти висновку, що автор має на увазі саме зварювання плавленням, проте ніде у тексті даного уточнення не зазначено.

3. У роботі проаналізовано вимоги до характеристик труб, що поступово підвищуються. Доцільно вказати, в яких українських та міжнародних стандартах зазначені дані вимоги.

4. Бракує окремого параграфу з інтеграцією описаної технології зняття залишкових напружень із застосуванням вібрації у існуючу конкретну технологічну лінію виробництва зварних труб. Це багаторазово збільшило б актуальність роботи.

## **8. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам.**

У цілому дисертаційна робота Савкіна С.В на тему «Розробка методів розрахунку та вдосконалення ресурсозберігаючої технології виробництва зварних труб із застосуванням вібрації» є завершеною науково-дослідною роботою, у якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати, що у сукупності вирішують науково-технічну задачу розвитку наукових основ модернізації трубоелектрозварювальних агрегатів шляхом заміни процесу зняття залишкових напружень за допомогою термічної

обробки на процес застосування вібраційної обробки під час зварювання трубної заготовки.

Дисертаційна робота оформлена на хорошому науковому рівні, представлені в ній результати повною мірою розкривають мету і задачі дослідження. Зауваження відзначенні при розгляді змісту дисертації не знижують її цінності і можуть бути враховані в подальшій роботі.

Обґрунтованість і вірогідність теоретичних і практичних методів рішення поставлених завдань, наукова новизна і практична цінність результатів дають підстави для висновку, що дисертаційна робота відповідає вимогам ДАК МОН України, що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Вважаю, що дисертаційна робота С.В. Савкіна на тему «Розробка методів розрахунку та вдосконалення ресурсозберігаючої технології виробництва зварних труб із застосуванням вібрації», котра подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство», за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам п. 9, 10, 11 порядку, затвердженого постановою КМУ від 06 березня 2019 р. №167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» а її автор Савкин Святослав Віталійович заслуговує присвоєння ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство».

### **Офіційний опонент**

Голова спеціалізованої вченої ради Д 45.052.06,

Завідувач кафедри технології машинобудування

Кременчуцького національного університету

Імені Михайла Остроградського,

Доктор технічних наук, професор,

Заслужений діяч науки і техніки України



В.В. Драгобецький