

До спеціалізованої вченої ради
Д 12.105.01
Донбаської державної машинобудівної
академії, м. Краматорськ

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію

ШЕВЦОВА СЕРГІЯ ОЛЕКСАНДРОВИЧА

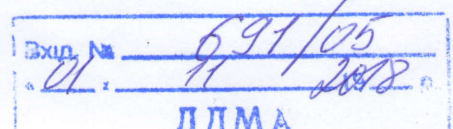
**«УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БАЛОНІВ
НА ОСНОВІ КОМБІНУВАННЯ РОТАЦІЙНОГО ОБКОЧУВАННЯ
ІНСТРУМЕНТОМ ТЕРТЯ З ПІДСАДКОЮ ДНИЩА»**,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.03.05 – процеси та машини обробки тиском

Актуальність теми дисертації

Сучасний етап розвитку процесів обробки тиском характеризується дослідженнями у багатьох напрямках, і в тому числі пошуком шляхів інтенсифікації вже існуючих способів пластичної деформації, удосконаленням відомих засобів виробництва, що дозволяє досягти підвищення ефективності виробництва за рахунок покращення якості продукції та економії ресурсів на існуючому устаткуванні та виробничих площах.

Порожністі тонкостінні вироби замкнутого об'єму, призначені для знаходження газу або рідини під тиском, займають важливе місце у номенклатурі продукції машинобудівного призначення. Широкий спектр призначення таких виробів – наприклад, газові балони різної ємності, корпуси гідроциліндрів та вогнегасників та інші – їхні складні експлуатаційні умови та значна вартість вимагають високої надійності та гарантованої довготривалої якості такої продукції. Схема, яку здебільшого використовують виробники – отримання окремих деталей корпусу, днища та горловини, які потім сполучаються зварюванням – за рахунок саме невисокої надійності зварного шва не дозволяє отримати високу якість продукції, при цьому створюється небезпека обриву днища у ході експлуатації. Існує інша схема, яка дозволяє виключити операцію зварювання, створюючи контур виробу з суцільної трубчастої заготовки з використанням операцій ротаційного обкочування та підсадки днища, але її використання обмежене з причини відсутності достовірних даних щодо характеру течії металу при зміні геометричних та технологічних факторів процесу та кількісних залежностей, що пов'язують ці параметри. Тому тема дисертації «Удосконалення технології виробництва балонів на основі комбінування ротаційного обкочування інструментом тертя з підсадкою днища» є актуальною.



Актуальність дисертаційної роботи також засвідчується відповідністю її теми науковому напрямку щодо розвитку ресурсозберігаючих процесів обробки тиском наукової школи кафедр «Обробка металів тиском» і «Механіка пластичного формування» ДДМА. Робота виконана в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт ДДМА, за планами Міністерства освіти і науки України (0108U010041, 0112U006709, 0118U003047), у яких автор брав участь як виконавець.

Оцінка структури, змісту і завершеності дисертації

Представлений рукопис дисертації складається з таких змістовних частин: вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел і додатки. Вона викладена на 223 сторінках, з яких 151 сторінки основного тексту. Матеріали досліджень містять 74 рисунки і 7 таблиць (з них 10 рисунків і 3 таблиці розміщені на окремих сторінках), список використаних джерел з 214 найменувань на 27 сторінках, 5 додатків на 14 сторінках.

Структура роботи відповідає вимогам, що пред'являють до кандидатських дисертацій, та не викликає заперечень. Робота виконана в Донбаській державній машинобудівній академії (ДДМА, м. Краматорськ) Міністерства освіти і науки України та є завершеною науковою працею.

Експертиза змісту розділів дисертації

У *вступі* автором окреслені питання загальної характеристики роботи, обґрунтування актуальності теми, зв'язку проведених досліджень з науковими напрямками і програмами Донбаської державної машинобудівної академії в рамках планів Міністерства освіти і науки України. Позначені мета й завдання дослідження, сформульована суть наукової новизни виконаних досліджень, їх практична цінність і результати впровадження. Відображений особистий внесок здобувача, охарактеризовані публікації, апробація дисертаційних матеріалів на конференціях і надана структура наукової праці.

Перший розділ роботи присвячений огляду літературних джерел відносно способів отримання виробів обкочуванням, зокрема сучасних підходів до проектування й удосконалення технологічних процесів виготовлення порожнистих заготовок, технології, інструментів та оснащення для виготовлення виробів способами обкочування, а також теоретичних та експериментальних дослідженнях процесів обкочування. Автором показано, що для виготовлення порожнистих циліндричних виробів із замкнутим контуром, що призначені для зберігання рідких та газоподібних речовин під тиском, здебільшого використовується з'єднання циліндричної (трубною) частини з донною шляхом зварювання. Однак такий спосіб виготовлення, окрім досить високої вартості продукції, створює потенційну небезпеку при експлуатації виробу, тому що за рахунок зниженої міцності металу в зоні зварного шва можливе руйнування виробу з відривом донної частини. В якості альтернативного варіанту

виготовлення таких виробів автор роботи пропонує технологію з формуванням донної частини з металу самої трубної заготовки шляхом обкочування із заварюванням осьового отвору за рахунок пластичної деформації. Суцільність металу у циліндричній та донній частині гарантує герметичність виробу у місці їхнього переходу. За проведеним аналізом літературних джерел автор робить висновок, що використання цього способу обмежене недостатністю наявної інформації щодо впливу схеми операції розкочування та факторів цього процесу на характер течії металу у ході деформації, компоненти напружено-деформованого стану у заготовці, і як наслідок – неможливістю проектування технологічного процесу виготовлення порожнистих циліндричних виробів замкнутого контуру з гарантованою якістю донної частини. Тому, на думку автора, проведення досліджень у цьому напрямку дозволить удосконалити технологію виробництва продукції типу балонів підвищеної якості. Відповідно до цього поставлена мета та сформульовані задачі дослідження.

Другий розділ автор присвятив розробці основної методики теоретичного та експериментального досліджень процесів обкочування та підсадки днищ інструментом тертя. Зокрема, складено методику дослідження механізму формування днища при обкочуванні та підсадці. Методика носить характер послідовного визначення оптимальних діапазонів параметрів процесів, при яких створюються сприятливі для формування днища та заварювання осьового отвору умови з точки зору розподілу температурно-швидкісних характеристик за перерізом заготовки. Теоретичні дослідження напружено-деформованого стану металу у процесі деформації проводились за допомогою методу скінчених елементів; для експериментальних і теоретичних досліджень використовувалась методика факторного експерименту. Також у другому розділі наводиться докладна інформація про лабораторне устаткування, використовуване для експериментів.

Третій розділ автор присвятив математичному моделюванню напружено-деформованого стану металу при формуванні днища балону з використанням методів оболонки та енергетичного методу. Метою дослідження є попередня оцінка діапазону параметрів процесу обкочування для зменшення обсягу подальших теоретичних та експериментальних досліджень. На основі результатів математичного моделювання встановлена температура попереднього підігрівання заготовки, швидкісні режими пересування інструменту тертя при обкочуванні заготовки, кут швидкості обертання заготовки.

Четвертий розділ є найбільш важливим з точки зору наукових досліджень та їхніх результатів. Він присвячений визначенню впливу геометричних параметрів пустотілих заготовок на тепловий і напружено-деформований стан осьової зони днища. Завдання вирішувалось за допомогою моделювання процесу заочування трубної заготовки та підсадки днища у програмі на базі методу скінчених елементів. Встановлюваний вплив таких основних параметрів процесу, як відносна товщина стінки пустотілої заготовки й початкова температура нагрівання та відносна подача при операції обкочування;

ступінь деформації та відносна товщина стінки при підсадці сферичного днища. Проаналізовано напружено-деформований стан металу у ході процесу, показані відмінності у течії металу залежно від відносної товщини стінки, визначені діапазони варіювання параметрів процесу для досягнення сталого надійного заварювання осьового отвору та якісної структури металу донної частини заготовки. Показано, що у ході підсадки у зовнішніх шарах днища переважають стискаючі напруження, а у внутрішніх шарах – розтягуючі. Крім того, залежно від ступеня деформації при підсадці компоненти НДС змінюються немонотонно: до 15% деформації рівень стискаючих напружень на зовнішній поверхні днища підвищується і товщина металу збільшується інтенсивно, а при перевищенні цього ступеня рівень стискаючих напружень починає зменшуватися, і також зменшується інтенсивність набору товщини днища.

Також проаналізовані енергосилові параметри процесу – сила, крутний момент, робота та потужність у ході деформації.

У п'ятому розділі автором проведені експериментальні дослідження, спрямовані на перевірку теоретичних результатів, отриманих у попередніх розділах, і на удосконалення технології виробництва балонів. Дослідження проводились відповідно до створеної у другому розділі роботи методики у лабораторних умовах, при цьому контролювались не тільки геометричні й температурно-швидкісні параметри процесу, але й макро- і мікро-структура металу після деформації, що дозволило отримати залежності щодо впливу параметрів деформації на розподіл та розташування дефектів у металі заготовки.

Отримані експериментальні залежності зміни осьової компоненти сили та потужності деформації у ході обкочування та підсадки сферичного днища від ходу інструменту тертя. Показано, що розбіжність між теоретичними та експериментальними значеннями цих параметрів в середньому не перевищує 15 %. Отримані у роботі результати дозволили запропонувати науково обгрунтовані методики розрахунку процесу виробництва балонів з метою підвищення якості продукції, що підтверджено впровадженням НДІ «УкрНДІМеталургмаш» та ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (НКМЗ) нового технологічного процесу обкочування циліндричної трубної заготовки із застосуванням на фінальному етапі операції підсадки сферичного днища.

У додатках до дисертаційної роботи містяться список публікацій здобувача, апробація результатів дисертаційної роботи на міжнародних конференціях, методика статистичної обробки тарирувальних графіків, акти впровадження результатів роботи.

Текстова частина робота достатньо проілюстрована розрахунковими схемами, графіками, фотографіями, довідковий та узагальнюючий матеріал наведений у таблицях.

На основі проведеної експертизи слід констатувати наявність наступних необхідних елементів у роботі.

Ступінь обгрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і

рекомендації

Наведені в дисертації результати отримані на базі загальноприйнятих положень інженерної теорії пластичності, теорії обробки металів тиском і процесів ковальсько-штампувального виробництва зокрема, чисельних методів скінчено-елементного моделювання та теорії експерименту. Експериментальні результати отримані на лабораторному обладнанні із тариюваною тензометричною апаратурою, а також за допомогою вимірювального інструмента, який пройшов метрологічний контроль. При цьому використовували достатню для проведення статистичної обробки кількість зразків, що забезпечує достовірність отриманих результатів. Всі залежності, отримані апроксимацією, методами перебору і регресійного аналізу, мають високі коефіцієнти апроксимації і перевірені за критеріями відтворюваності і достовірності. Комплексні експериментально-теоретичні дослідження підтверджені успішною реалізацією результатів в промислових умовах. Таким чином, результати дисертаційних досліджень, сформульовані положення та рекомендації є в повній мірі обґрунтованими.

Наукова новизна результатів дисертації

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- Вперше на основі теоретичного дослідження МСЕ встановлена гомологічна температура нагрівання трубної заготовки, що забезпечує достатній рівень температури у процесі обкочування для зварювання стінок днища та виключення перегрівання металу.

- Вперше на основі МСЕ встановлено параметри НДС у процесі ротаційного обкочування сферичних днищ інструментом тертя залежно від співвідношень товщини стінок, величини подачі, температури нагрівання трубної заготовки, що дозволило визначити рівень стискаючих напружень для оцінки ступеня закриття отвору та встановити ефективні режими деформування.

- Вперше теоретично встановлено та експериментально доведено закономірності впливу ступеня підсадки інструментом тертя після обкочування на НДС, енергосилові параметри процесу, товщину та ступінь зварювання стінок днища, що дозволило встановити раціональні технологічні режими підсадки.

- Отримали подальший розвиток уявлення про закономірності формоутворення днища трубної заготовки після обкочування та підсадки в залежності від величини подачі, відносної товщини стінки, температури нагрівання та ступеня підсадки, які дозволили підвищити точність отримуваних результатів та удосконалити процес деформування, який забезпечує гарантоване зварювання стінок днища.

Значення дисертаційного дослідження для науки й практики

Практичне значення роботи представляють наступні результати:

- новий спосіб обкочування сферичних днищ інструментом тертя з використанням операції підсадки плоским інструментом;

–методика проектування технологічних параметрів процесів обкочування інструментом тертя;

–рекомендації для проектування нових технологічних процесів обкочування, механічні режими деформування й підсадки.

Рекомендації щодо використання результатів дисертації

Запропоновані автором технічні рішення становлять особливий інтерес для вітчизняного промислового сектору, а методика досліджень і наукові результати можуть бути рекомендовані для викладання у навчальних закладах та при проведенні наукових досліджень. Покладені в основу нової технологічної схеми науково-обґрунтовані рекомендації, доведені до рівня промислової реалізації, дозволяють розширити номенклатуру виробів існуючих виробництв та можуть використовуватись при проектуванні нових процесів.

Повнота викладу наукових результатів у публікаціях автора

Результати, отримані за підсумками проведених наукових досліджень, наведені в дисертаційній роботі, були викладені у 29 наукових друкованих працях, зокрема 1 монографії, 15 статтях у наукових спеціалізованих виданнях України, 2 статтях у журналах, що входять до міжнародних наукометричних баз даних, 7 тезах доповідей на міжнародних конференціях, 2 статтях в інших журналах України. На нові технічні рішення отримано 2 патенти України.

У працях, які надруковані у співавторстві, визначено особистий внесок автора. У роботах повністю відображена суть виконаних досліджень.

Апробація результатів дисертаційної роботи

Результати теоретичних і експериментальних досліджень, результати практичного застосування і впровадження, а також основні положення роботи доповідались більш ніж на 40 наукових конференціях і семінарах протягом останніх 18 років.

Відповідність структури, змісту й оформлення дисертації встановленим вимогам і змісту автореферату основним положенням дисертації

Структура наданої для рецензування роботи, обсяг її окремих частин повністю відповідають вимогам, що їх висувають до кандидатських дисертацій в Україні. Тема роботи та її сутність цілком відповідає обраній спеціальності. Автор докладно та логічно обґрунтував мету роботи й завдання досліджень. У змісті роботи є всі необхідні для розуміння розділи, яких достатньо для оцінки сутності проведених автором досліджень. Всі елементи дисертаційної роботи підпорядковані єдиній стратегічній лінії і мають на меті вирішення поставленого завдання. Дисертацію написано грамотною технічною мовою. Кількість та якість ілюстративного матеріалу досить докладно пояснює основний текст роботи. Викладені наукові положення й результати роботи не суперечать сучасним науковим досягненням у галузі науки та техніки. Дисертаційна робота

повністю розкриває основні положення виконаних автором досліджень.

Зауваження по дисертації та автореферату

1. У переліку публікацій джерела 25 та 26 виглядають як додаткові, що не мають безпосереднього відношення до наукової складової дисертаційної роботи.
2. У висновках немає обмежень параметрів, у яких дійсні результати досліджень та рекомендації – за класом матеріалів, абсолютними (не відносними) геометричними розмірами тощо.
3. На стор. 4 позначено, що: «...До ступеня підсадки 15 % днище має плоский торець, подальше підсадження призводить до появи увігнутої форми днища, що призводить до появи розтягуючої компоненти напружень на внутрішній поверхні. Це призводить до розкривання осьової лунки днища та зменшені її глибини». В той же час на стор.5 рекомендується : «...для бездефектного обкочування днищ ІТ доцільно використовувати відносну подачу трубної заготовки в ІТ величиною 0,925 з підсадкою 15 ... 20 %.»
4. Стор.6: «Нові технологічні процеси обкочування підвищили якість продукції, що випускається, за рахунок підвищення щільності металу осьової зони днища, що забезпечило зниження браку на 20...30 %.» - досі щільність металу ніде не фігурувала, можливо, в якості позитивної характеристики краще позначити надійність заварювання осьового отвору або збільшення товщини металу.
5. У ключових словах взагалі відсутня назва цільового виробу.
6. У розділі 2 вказано, що товщина стінки металу при проведенні моделювання процесу обкочування та підсадки днища варіювалась в діапазоні 9, 6 та 4,5 мм (стор. 55). Залишилось незрозумілим, чи для всіх випадків кількість скінченних елементів була однаковою – 80 000? (стор. 54) Чи проводилось згущення сітки у приконтатній зоні?
7. У розділі 3 не сформульовані допущення, які дозволяють вирішити поставлені завдання аналітичними методами.
8. У розділі 3 рис. 3.1 та 3.2 не мають позначення діючих сил, а лінії на рисунках виконані помітно зміщеними - наприклад, радіус у рис. 3.1 виходить не з центру координатних вісей і не досягає лінії.
9. У висновках за розділом 3 (стор.125) позначено, що ефективна початкова температура процесу обкочування складає біля 1150 °С. Чому у розділі 4 виконувалось моделювання для початкових температур ще й для 900 °С та 1200 °С?
10. Яка стадія процесу обкочування відображена на рис.4.1-4.2?

11. У висновках за розділом 4 (п.2, стор. 153) рекомендований діапазон подачі при обкочуванні складає 0,9...0,95 - чим визначається верхня межа, якщо для досліджень були взяті дискретні значення 0,8; 0,9; 1,0?
12. Щодо розділу 5 - якими документами регламентовані вимоги до продукції типу балонів і які саме показники й параметри там містяться?
13. На макрошліфах (розділ 5, рис.5.6) видимі залишки осьових дефектів після заварювання. Які вимоги у цьому плані висуваються до продукції і за наявністю дефектів, і за глибиною залягання, і за розмірами?
14. На рис. 5.14 (розділ 5) у моделі інструменту тертя для тангенціального обкочування сферичних днищ перехід між поверхнями виконаний за допомогою лінії. Чи не слід було зробити перехід радіусним для зниження величини зносу інструменту (тим паче гаряча деформація), який потім позначиться на точності геометрії виробу?
15. У п.5.1 (розділ 5) експериментальні дослідження були проведені на прикладі труби діаметром 90 мм, а розробку технології у п. 5.2.4 виконували на трубі діаметром 89 мм – чому відбулась зміна діаметру заготовки?
16. Немає окреслення завершення технологічної схеми відносно того, як саме буде завершуватись виріб, тобто як буде виготовлятися горловина.
17. У пункті 2 наукової новизни позначено: «Вперше на основі МСЕ встановлено параметри НДС у процесі ротаційного обкочування сферичних днищ інструментом тертя залежно від співвідношень товщини стінок, величини подачі, температури нагрівання трубної заготовки...» - на думку опонента, було б краще сформулювати таким чином: «Вперше на основі МСЕ встановлено залежності компонентів НДС у процесі ротаційного обкочування сферичних днищ інструментом тертя від [відповідних параметрів]... ».

Загальний висновок

Зроблені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки роботи. Дисертантом виконана актуальна робота, що має достатню наукову новизну, практичну цінність, містить нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, підтверджені промисловим впровадженням.

Дисертаційна робота «Удосконалення технології виробництва балонів на основі комбінування ротаційного обкочування інструментом тертя з підсадкою днища» є завершеною науковою працею, яка була виконана самостійно. Запропонована автором тема є актуальною. У роботі виконано теоретичне узагальнення і нове вирішення актуальної науково-прикладної задачі вдосконалення технологічних процесів виготовлення виробів типу балонів з використанням операцій обкочування циліндричної трубної заготовки та підсадкою сферичного днища, що утворюється у процесі обкочування.

Це дозволяє оцінити роботу як таку, що відповідає вимогам Постанови КМУ від 24 липня 2013 р. № 567 «Про затвердження Порядку присудження

наукових ступенів» (з урахуванням змін, що внесені Постановою КМУ від 19 серпня 2015 р. № 656 «Деякі питання реалізації статті 54 Закону України «Про вищу освіту»»), що пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор, Шевцов Сергій Олександрович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.05 – процеси та машини обробки тиском.

Офіційний опонент

Доцент кафедри обробки металів тиском
ім. акад. О.П.Чекмарьова
Національної металургійної академії України,
кандидат технічних наук, доцент

Кузьміна Ольга Михайлівна

Підпис *Кузьміна Ольга Михайлівна*
засвідчую
начальник відділу кадрів
В.С. Шифрін

