

Відгук офіційного опонента

доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри комп'ютерного моделювання та інтегрованих технологій обробки тиском
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»
Чухліба Віталія Леонідовича
на дисертаційну роботу Панова Володимира Володимировича
«Удосконалення технологічного процесу розкочування конусних втулок східчастим бойком», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 "Механічна інженерія" за спеціальністю 132 "Матеріалознавство".

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Зменшення енергозалежності України вимагає збільшення потужностей атомних електростанцій, що потребує збільшення потужностей та кількості енергетичних установок, а також заміну існуючих реакторів, в яких закінчується терміни експлуатації. Більш того, є актуальна проблема підвищення безпеки реакторів атомних електростанцій які є дуже навантаженими та відповідальними елементами. Деталі реактора працюють при високих тисках, температурах та в умовах радіаційної корозії. Тому проблема підвищення механічних властивостей, зниження витрат металу й енергії при виготовленні конусних втулок реакторів на базі використання нових операцій кування пустотілих заготовок з буртом має важливе науково-практичне значення, тому представлена робота є, без сумніву, актуальною.

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

Тема дисертації В.В. Панова повністю відповідає науковому напряму кафедри «Обробка металів тиском» науковому напряму «Матеріалознавство». Дисертація виконана в межах науково-дослідної роботи 0120U101973 «Розробка та дослідження нового технологічного процесу виготовлення цільнокованих східчастих обичайок реакторних блоків АЕС» в якій здобувач приймав участь як виконавець на посаді фахівця 3 категорії, яка виконувалась з 2020 по 2022 рік.

3. Наукова новизна одержаних результатів.

Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі, полягає в наступному:

1) Розроблена нова концепція проектування технологічних процесів кування крупногабаритних конусних втулок, яка дозволила знизити витрати металу та забезпечити утворення сприятливої внутрішньої будови готового виробу.

2) Встановлені залежності змінення форми та кількісні оцінки напружено-деформованого стану конусних втулок при розкочуванні східчастим інструментом для різних співвідношень діаметрів заготовки та режимів деформування, що дозволило розробити рекомендації з інструменту й технологічних параметрів розкочування для виготовлення конусних втулок заданих розмірів.

3) Встановлена математична модель та закономірності формозмінення заготовки від величини обтискання та способу розкочування, для визначення

діаметрів вихідної східчастої заготовки в залежності від співвідношень розмірів деталі, які дозволили встановити розміри пустотілої заготовки до деформації.

4) Встановлені кількісні оцінки поетапної зміни НДС конусних втулок в залежності від висоти уступу та виявлена небезпечна зона, в якій утворюється затиск між фланцем та уступом та встановлено оптимальний кут східчастого переходу.

5) Встановлено вплив способу розкочування конусних втулок на базові показники механічних властивостей деталей, що дозволило оцінити якість деталей, які будуть виготовлятися за новою технологією.

4. Наукове та практичне значення.

Наукові досягнення за роботою мають для науки і практики такі цінні результати:

1) Запропонована концепція розробки технологічних процесів деформування крупногабаритних конусних втулок має цінність тим, що забезпечить зміну напружено-деформованого стану (НДС) поковки на відміну від розкочування конусних втулок без бортів та дозволить виробляти поковки з високими механічними властивостями, що є для теорії обробки тиском важливим результатом.

2) Залежності формозмінення та кількісні оцінки НДС конусної заготовки при розкочуванні східчастим деформувальним інструментом мають цінність тим, що дозволять встановлювати вихідні розміри заготовки та не були відомі раніше і будуть вагомими розробками для розвитку теорії ОМТ.

3) Залежності для встановлення розмірів конусної поковки від розмірів деталі мають цінність тим, що дозволять обрати технологічні параметри кування не були відомі раніше та будуть цінним доробком для теорії процесів кування конусних втулок.

4) Кількісні оцінки поетапної зміни НДС конусної втулки мають цінність тим, що дозволять встановити небезпечну зону для попередження складкоутворення при розкочуванні, дозволить зменшити відсоток браку та буде корисним науковим підґрунтям для проектування нових технологічних процесів деформування.

5) Базові показники якості після розкочування конусних втулок мають цінність тим, що підтвердять пересування макропотоків при комбінованому деформуванні, що буде вагомим здобутком для теорії ОМТ.

6) Рекомендації та методики для проектування нового технологічного процесу та оснащення для розкочування конусних втулок мають цінність тим, що дозволять виготовляти високоякісні конусні втулки реакторів та будуть цінними напрацюваннями для теорії ОМТ.

Практична цінність результатів роботи полягає у підвищенні механічних властивостей та безпеки роботи реакторів, а також зниженні витрат металу та енергії на їх виробництво.

Результати дослідження мають наступні переваги виготовленої продукції над існуючими аналогами: 1. Відомі способи деформування східчастих обичайок

передбачають закривання напусками металу на переходах деталі. Ці переходи отримуються подальшою механічною обробкою. В результаті відбувається перерізання волокон структури металу, що знижує втомну міцність зазначених деталей. Крім цього, це призводить до збільшення витрат металу при механічній обробці. Запропонований у роботі спосіб деформування, передбачає виготовлення заготовок по контуру деталі, що дозволило створити сприятливу внутрішню волокнисту будову, сприятливу анізотропію механічних властивостей та високу проробку структури металу, що підвищить механічні властивості виробів у тангенціальному та радіальному напрямках на 10 ... 20 %, а також запропонований спосіб деформування знизив витрати металу на 15...25 %, які пов'язані зі зменшенням напусків на механічну обробку. 2. На відміну від базових способів деформування обичайок, які виготовляються зі значною кількістю операцій універсальним інструментом з багаторазовим підігріванням масивних заготовок, новий спосіб деформування дозволив зменшити кількість витрат природного газу для нагрівань багатотонних заготовок на 20...30 % та знизити трудомісткість деформування на 10...15 % за рахунок зменшення кількості технологічних операцій.

5. Повнота викладення матеріалу дисертації у наукових публікаціях.

Основні наукові результати дисертації опубліковано у 12 наукових статтях і повністю відображені основні результати дисертації, з них 9 статей у наукових фахових виданнях України та 1 стаття у наукових періодичних виданнях інших держав; 2 статті у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз. Опубліковано 8 тез доповідей. Отримано 2 патенти на корисну модель України.

6. Ступінь обґрунтованості наукових положень.

Запропонована концепція розробки технологічних процесів деформування крупногабаритних конусних втулок, яка дозволила виробляти поковки з високими механічними властивостями, обґрунтована комплексом теоретичних, лабораторних та промислових досліджень та експериментів Залежності формозмінення та кількісні оцінки НДС конусної заготовки при розкочуванні східчастим деформувальним інструментом, які дозволяють встановлювати вихідні розміри заготовки та не були відомі раніше були встановлені на основі використання сучасного метода скінчених елементів, який з високим ступенем достовірності моделює процеси формозмінення та були перевірені експериментально на свинцевих та сталевих моделях. Кількісні оцінки поетапної зміни НДС конусної втулки що дозволяють встановити небезпечну зону для попередження складкоутворення при розкочуванні, дозволить зменшити відсоток браку перевірені макроструктурними дослідженнями на сталевих зразках, які були продеформовані у гарячому стані. Рекомендації та методики для проектування нового техпроцесу та оснащення для розкочування конусних втулок, що дозволять виготовляти високоякісні конусні втулки реакторів, були перевірені у промислових умовах на ПрАТ «Енергомашспецсталь».

7. Структура та зміст дисертації, її завершеність та відповідність встановленим вимогам щодо оформлення.

Дисертаційна робота відрізняється чіткою та логічною структурою, що дозволяє повною мірою розкрити зміст проведених досліджень. Вона складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 2 додатків. Загальний обсяг роботи становить 190 сторінок.

Вступ є першим структурним елементом дисертації, що обґрунтовує актуальність обраної теми дослідження, її зв'язок з науковими програмами та темами. У вступі сформульовані мета та задачі дослідження, визначено об'єкт та предмет дослідження. Окрему увагу приділено опису використаних методик експериментальних та теоретичних методів дослідження, обґрунтовано наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення. Також надано інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації на наукових конференціях та перелік публікацій за темою дисертації із визначеним вкладом здобувача.

У першому розділі проведено аналіз наявних тенденцій та шляхів удосконалення технологічних процесів виготовлення деталей реакторів, а саме: Розглянуто стан питання виробництва крупногабаритних втулок і кілець, які використовуються у важкому енергобудуванні, проблеми та особливості їх виготовлення. Крім цього були проаналізовані литті заготовки (заготовки) для кування великогабаритних втулок, які в них недоліки і обмеження з точки зору отримання якості крупногабаритних обичайок. Не менш важливу роль для забезпечення отриманої якості та низьких витрат відіграє спосіб (технологія) кування крупних обичайок, тому у першому розділі були розглянуті способи кування великогабаритних втулок та кілець. Більш того на формування внутрішньої структури, а відповідно механічні властивості впливає деформуючий інструмент для кування втулок. Були обрані перспективні конструкції інструменту для розкочування втулок з буртом. До моделювання слід було скласти методику дослідження, тому на першому етапі додатково аналізувалися різні методи та методики дослідження процесів розкочування та кування крупних поковок відповідального призначення. За результатами літературного огляду були намічені перспективи розвитку технологій і оснащення та розробки нової концепції для кування крупногабаритних втулок та кілець із ковальських злитків.

У розділі 2 була розроблена методика теоретичних досліджень для гарячого пластичного деформування крупногабаритних конусних втулок та кілець з буртом. Спочатку був обґрунтований напрямок дослідження розкочування конусних втулок зі ступінчастою поверхнею. Далі була розроблена методика теоретичного дослідження процесу розкочування конусних втулок з буртом. У методику також входила розробка скінчено-елементних 3D моделей напружено-деформованого стану заготовки в процесі розкочування конусних втулок з буртом.

У третьому розділі наведено дослідження формозмінення та напружено-деформованого стану конусної втулки в процесі розкочування ступінчастим бойком. На першому етапі проведено скінчено-елементне моделювання формозмінення заготовки у процесі одночасного розкочування уступу та виступу.

Проведене дослідження дозволило встановити, що задля забезпечення підвищення конусності було промодельовано формоутворення конусної втулки при послідовному деформуванні виступу та уступу. Далі був проведено аналіз утворення конусності на поковці при варіюванні розмірами виступу. Поставлені задачі ще не були досягнуті, тому далі проводилися дослідження розкочування з поступовим деформуванням виступу та уступу. Також було проведено моделювання процесу розкочування конусних втулок без бурта, що є більш перспективним способом деформування.

Розділ 4 дисертаційної роботи є логічним продовженням розділу 3, оскільки тут проведено експериментальне дослідження формозмінення заготовки в процесі розкочування конусних втулок. На початку була розроблена методика проведення експериментальних досліджень формозмінення на свинцевих моделях. Розроблена методика передбачала планування процесу розкочування конусних втулок. Після планування проводились дослідження на свинцевих моделях розкочування конусних втулок з товстою стінкою уступу, з середньою стінкою уступу та втулок з тонкою стінкою уступу. Також було проведено дослідження процесів кування конусних поковок без фланця. За результатами експериментальних досліджень та планування експерименту була розроблена математична модель процесу розкочування конусних втулок. Формозмінення за встановленою моделлю збігається з формозміненням, отриманим МСЕ. На подальшому кроці слід було провести дослідження змінення структури металу та розподілу механічних властивостей на сталевих зразках.

У п'ятому розділі увагу автора сфокусовано, головним чином, на методиці та рекомендаціях для розробки технологічного процесу розкочування конусних втулок. А також на методиці проектування технологічних процесів кування конусних втулок з буртом. Розглянуто приклад складання виробничого технологічного процесу кування конусних втулок. А також представлені дослідження властивостей конусної втулки, яка виготовлена за новою технологією.

Загалом дисертація є логічно побудованою, матеріал викладено послідовно та всебічно, що забезпечує цілісне сприйняття представлених результатів. Робота має усі необхідні елементи оформлення.

8. Дискусійні положення та зауваження до дисертації.

Незважаючи на високий рівень дисертаційної роботи, є кілька зауважень та дискусійних моментів, які не знижують загальної позитивної оцінки:

1. В роботі не розкрито, як враховується процеси розміцнення сталі, яка деформується у гарячому стані, що може впливати істотним способом на силові показники процесу деформування.
2. В роботі не розглянуто вплив довжини бурта на формозмінення пустотілої заготовки у процесі розкочування конусної втулки.
3. По тексту зустрічаються різні назви досліджуваних поковок: втулки, кільця, обичайки. До якого типу відносяться ваші поковки?
4. У роботі не обґрунтовано, чому автор досліджував кут конусності поковок, а не різницю діаметрів?

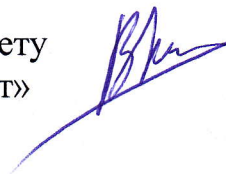
5. В роботі не досліджено вплив коефіцієнта тертя на процес формозміння.
6. На графіках порівняння конусності моделювання методом скінчених елементів і експериментальних досліджень не вказаний довірчий інтервал.
7. Чи може використовуватися запропонований у роботі спосіб розкочування для виготовлення конусних раструбів з циліндричними ділянками по краях?

9. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Панова Володимира Володимировича «Удосконалення технологічного процесу розкочування конусних втулок східчастим бойком», яка подана до захисту у Спеціалізовану вчену раду на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 "Механічна інженерія" за спеціальністю 132 "Матеріалознавство", за своєю актуальністю, науково-теоретичним рівнем, обґрунтованістю основних положень, отриманими результатами та їх практичним значенням повністю відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та Постанові Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 341 від 21.03.2022. Дисертаційна робота заслуговує на позитивну оцінку, а її автор – на присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 132 «Матеріалознавство».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри комп'ютерного
моделювання та інтегрованих
технологій обробки тиском
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»



Віталій ЧУХЛІБ

Підпис проф. Чухліба В.Л. підтверджую:

Проректор
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»



Руслан МИГУЩЕНКО