

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, старшого викладача кафедри «Комп'ютерних інформаційних технологій», кандидата технічних наук, **Алтухова Олександра Валерійовича** на кваліфікаційну наукову працю **Станкова Віталія Юрійовича** на тему «Удосконалення способу кування днищ атомних реакторів на основі використання спеціального інструменту», поданої до офіційного захисту у Донбаській державній машинобудівній академії на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство»

Актуальність. Зниження енергетичної залежності України та необхідність підвищення енергетичної безпеки держави потребують ремонту існуючих і будівництва нових атомних електростанцій, що передбачає збільшення кількості енергетичних блоків, а також заміну обладнання атомних станцій, строк експлуатації якого добігає кінця. У цьому контексті актуальною є проблема зниження вартості виготовлення реакторних блоків атомних електростанцій за рахунок удосконалення технології кування днищ і кришок реакторів та парогенераторів. Традиційні технологічні процеси виготовлення поковок типу «днище», що передбачають зварювання кількох катаних або кованих заготовок, характеризуються значною трудомісткістю, низьким коефіцієнтом використання металу та недостатньою надійністю зварних з'єднань, неприпустимою для вузлів енергетичного обладнання. Метою кваліфікаційної роботи є зниження витрат металу, трудомісткості кування та енергетичних витрат при виробництві днищ і кришок реакторів та парогенераторів за рахунок розробки нового способу кування та відповідного ковальського оснащення, що обумовлює безсумнівну актуальність теми дисертаційного дослідження.

Наукова новизна. Наукова новизна кваліфікаційної праці Станкова В.Ю. полягає в розробці нового науково обґрунтованого підходу до проектування технологічного процесу кування сферичних днищ, який дозволяє зменшити припуски на механічну обробку та трудомісткість процесу кування; у вперше встановлених закономірностях формозмінення стінки днища залежно від геометричних розмірів вихідної заготовки, що дало можливість сформулювати рекомендації щодо геометрії деформуючого інструменту та технологічних режимів послідовної роздачі для виробництва днищ із заданими розмірами; у вперше розробленій математичній моделі різнотовщинності стінки днища залежно від співвідношень розмірів вихідної заготовки, яка дозволяє визначати розміри конусної пустотілої заготовки до роздачі сферичною плитою; а також у вперше встановленому розподілі деформацій у тілі відштампованого днища

залежно від геометричних розмірів заготовки до роздачі, що дало можливість оцінити рівномірність опрацювання структури металу.

Практична цінність. Практична цінність роботи полягає у зниженні витрат металу та трудомісткості кування при виробництві крупногабаритних днищ відповідального призначення. Використання операцій послідовної роздачі днища конусною та сферичною плитами із сегментними вирізами дозволило знизити силу деформування на 20...25 % порівняно з класичною технологією кування, що зменшило енерговитрати. Встановлені закономірності формозмінення заготовки під час комбінованої роздачі конусною та сферичною плитами дозволили визначити раціональну форму та розміри вихідної заготовки, що забезпечує виготовлення днищ без напусків і дає змогу знизити витрати металу на 10...15 %. Застосування операції роздачі дало можливість зменшити трудомісткість процесу кування на 10...15 %. Встановлений оптимальний кут конусної плити для роздачі порожнистої заготовки дозволив спроектувати універсальний деформуючий інструмент, придатний для днищ різних діаметрів.

Впровадження результатів. дисертаційної роботи. Розроблений технологічний процес кування днищ роздачею конусною та сферичною плитами апробовано та впроваджено на ПАТ «Енергомашспецсталь». Отримані результати також становитимуть практичний інтерес для таких виробників відповідної продукції, як ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод», ПАТ «Турбоатом», ДП «Електроважмаш» та ін.

Апробація результатів дисертації. Результати проведених досліджень та основні положення дисертаційної роботи доповідалися на профільних наукових конференціях і семінарах за напрямом дослідження.

Ступінь наукової обґрунтованості результатів, сформульованих у кваліфікаційній науковій праці. Наукові положення дисертаційної роботи ґрунтуються на комплексі теоретичних досліджень методом скінченних елементів та їх експериментальній перевірці на свинцевих моделях у лабораторних умовах, а також на промислових дослідженнях у виробничих умовах на реальному замовленні. Достовірність отриманих результатів підтверджується узгодженістю теоретичних і експериментальних даних із похибкою 5...10 %, а обґрунтованість сформульованих на їх основі висновків підтверджується представленими на захист матеріалами.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційна робота виконана та написана особисто Станковим В.Ю. Наукові положення, сформульовані у

висновках та рекомендаціях, а також матеріали, винесені на захист, є результатом його самостійних науково-дослідних робіт.

Відомості про дотримання академічної доброчесності. Дисертаційна робота виконана з дотриманням усіх сучасних вимог академічної доброчесності. Проведена перевірка підтвердила відсутність плагіату.

Структура і зміст кваліфікаційної наукової роботи.

Дисертаційна робота має стандартну структуру, що включає анотації (українською та англійською мовами), список публікацій, зміст, вступ, п'ять розділів, загальні висновки, список використаних джерел та додатки.

Стислий огляд розділів

Вступ: Висвітлено актуальність дослідження, зумовлену необхідністю зниження енергетичної залежності України, ремонту існуючих та будівництва нових атомних електростанцій, а також зниження вартості виготовлення реакторних блоків. Сформульовано мету та основні завдання роботи, спрямовані на зниження витрат металу, трудомісткості кування та енергетичних витрат при виробництві днищ і кришок реакторів і парогенераторів.

Розділ 1. Літературний огляд: Проведено аналіз існуючих технологій виготовлення поковок типу «днище», у тому числі способів формування заготовки по ділянках, витяжки на оправці з подальшою роздачею, циклічної локальної осадки, а також зварювання кованих або катаних заготовок. Показано, що відомі способи не забезпечують належного опрацювання структури металу, характеризуються великою кількістю переходів та недостатньою надійністю зварних швів, що є неприпустимим для вузлів енергетичного обладнання. Обґрунтовано доцільність розробки нового способу цільнокованого виготовлення днищ із застосуванням конусної та сферичної плит із сегментними вирізами.

Розділ 2. Методика теоретичних досліджень: Розроблено методику теоретичного дослідження процесу роздачі днища на основі методу скінченних елементів (програмний комплекс QForm 2D), яка дозволяє встановити температурно-напружено-деформований стан, силові параметри та формозміну заготовки у процесі роздачі пустотілої конусної заготовки сферичною плитою. Як параметр оптимізації обрано відносну різновтовщинність заготовки $\Delta s/t$. Розроблено методику експериментальної перевірки теоретичних результатів із застосуванням свинцевих моделей у масштабі 1:100.

Розділ 3. Теоретичні дослідження формозміни: За допомогою методу скінчених елементів проведено теоретичні дослідження формозміни та напружено-деформованого стану конусної заготовки в процесі роздачі. Встановлено вплив геометричних співвідношень заготовки ($D_{отв}/D_{сф}$, $H/D_{сф}$, $D/D_{сф}$) на різновисхідність стінки днища, визначено раціональні діапазони цих параметрів, розроблено номограму для визначення зовнішнього діаметра заготовки після роздачі конусною плитою та встановлено раціональну геометрію вихідного зливка. Порівняльний аналіз розглянутих способів роздачі показав, що мінімальну нерівномірність розподілу деформацій і зусилля деформування забезпечує спосіб деформування вирізним бойком з увігнутістю.

Розділ 4. Експериментальні дослідження: Представлено результати експериментальних досліджень формозміни на свинцевих моделях, які підтвердили дані теоретичного дослідження з похибкою 5...10 %. Встановлено, що застосування операції роздачі конусним пуансоном дозволяє знизити зусилля деформування на 20...30 % порівняно з базовою технологією.

Розділ 5. Технологічний процес і властивості: Розроблено новий технологічний процес виготовлення поковки типу «днище» з використанням порожнистого глухонного зливка та операції послідовної роздачі конусною і сферичною плитами, а також відповідне ковальське оснащення (поворотний стіл і деформуючі плити). Досліджено механічні властивості готових днищ, виготовлених за новою технологією. Порівняння нового технологічного процесу з існуючим показало економію металу на рівні 16 % завдяки покращенню коефіцієнта виходу придатного та коефіцієнта використання металу.

Зауваження та побажання до кваліфікаційної наукової роботи:

1. Не зрозуміло, чи можливо застосувати запропонований спосіб послідовної роздачі конусною та сферичною плитами для виготовлення днищ еліптичної, а не лише сферичної форми?

2. Доцільно було б оформити патент на розроблений спосіб кування днищ та конструкцію ковальського оснащення.

3. Слід було б дослідити можливість застосування розробленого способу для днищ менших діаметрів, оскільки в роботі розглянуто переважно крупногабаритні вироби.

4. З роботи не зрозуміло, яким чином забезпечується контроль температурного режиму заготовки протягом багатоперехідного процесу роздачі, що є важливим фактором стабільності отримуваних механічних властивостей.

5. У роботі відсутні рекомендації щодо технологічних мастил, які доцільно застосовувати при роздачі конусною та сферичною плитами для зниження сил тертя та зношування інструменту.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Станкова Віталія Юрійовича є завершеною, оригінальною науковою працею. Вона виконана на високому науково-методичному рівні, демонструє наукову новизну та містить важливі теоретичні й практичні результати.

Автор має високий рівень фахової підготовки, що дозволяє йому глибоко аналізувати результати досліджень і ефективно впроваджувати їх у виробництво. Актуальність теми, достовірність наукових результатів, підтверджена апробацією на виробництві, дають підстави стверджувати, що дисертаційна робота відповідає вимогам, встановленим Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 щодо здобуття наукового ступеня доктора філософії та вимогам до оформлення дисертації, затвердженими наказом МОН України від 12.01.2017 р. № 40, а автор Станков Віталій Юрійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство» у галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Офіційний рецензент:

старший викладач кафедри
«Комп'ютерних інформаційних технологій»,

кандидат технічних наук



Олександр АЛТУХОВ

Підпис к.т.н., ст.викл
Олександра АЛТУХОВА
Засвідчую:
Начальник відділу кадрів



Діана ЛОБОДА