

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри обробки металів тиском ім. акад. О.П. Чекмарьова Українського державного університету науки і технологій (м. Дніпро) Кузьміної Ольги Михайлівни на дисертаційну роботу Станкова Віталія Юрійовича «Удосконалення способу кування днищ атомних реакторів на основі використання спеціального інструменту», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство».

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Сучасний розвиток атомної енергетики нерозривно пов'язаний із підвищенням надійності, безпечності та довговічності обладнання реакторних установок. Особливе місце серед відповідальних елементів реакторного обладнання займають днища корпусів реакторів та парогенераторів, які працюють в умовах тривалого впливу високих температур, тисків, циклічних навантажень та агресивних середовищ. Якість таких виробів значною мірою визначається не лише хімічним складом матеріалу, а й технологією їх виготовлення, яка формує структуру металу та комплекс механічних властивостей.

Виготовлення великогабаритних днищ для атомної енергетики супроводжується значними витратами металу, високою енергоємністю та трудомісткістю процесів деформування. Однією з головних проблем є забезпечення рівномірної товщини стінки поковки та відсутності дефектів формування. У зв'язку з цим особливої актуальності набувають дослідження, спрямовані на вдосконалення технологій кування, розроблення нового деформуючого інструменту та підвищення ефективності використання металу при виготовленні деталей відповідального призначення для атомної енергетики. Саме вирішенню цих важливих науково-прикладних завдань присвячена дисертаційна робота Станкова В.Ю.

Таким чином, тема дисертації є актуальною як з наукової, так і з практичної точки зору та відповідає сучасним потребам вітчизняного енергетичного машинобудування.

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

Дисертаційна робота виконана в межах наукового напряму Донбаської державної машинобудівної академії, пов'язаного з розвитком технологій обробки металів тиском, удосконаленням технологічних процесів кування великогабаритних поковок та створенням ефективного ковальсько-пресового оснащення. Зазначений напрям є одним з основних напрямів досліджень наукової школи обробки металів тиском Донбаської державної машинобудівної академії.

3. Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у розробленні нових підходів до проєктування технологічного процесу кування днищ атомних реакторів на основі

використання спеціального інструменту та оптимізації геометричних параметрів вихідної заготовки.

До найбільш вагомих наукових результатів належать:

- вперше встановлено закономірності формозмінення стінки днища залежно від геометричних параметрів вихідної заготовки та деформуючого інструменту, що дозволило сформулювати рекомендації щодо геометрії заготовки й технологічних режимів послідовної роздачі;
- вперше отримано математичну модель різновтовщинності стінки днища за результатами чисельного дослідження із варіюванням основних відносних геометричних параметрів заготовки, що дозволяє визначати раціональні розміри конусної пустотілої заготовки перед роздачею сферичною плитою;
- встановлено, що в дослідженому факторному просторі найбільш суттєвий вплив на різновтовщинність має відносний діаметр отвору заготовки, що використано при формуванні рекомендацій щодо її вихідної геометрії;
- встановлено особливості розподілу деформацій та напружено-деформованого стану металу під час роздачі конусних глухонних заготовок та визначено раціональні схеми їх деформування.

Зазначені результати наведено та обґрунтовано у розділі 3 дисертаційної роботи. Отримані результати є новими та розвивають існуючі уявлення про процеси пластичного формування великогабаритних поковок відповідального призначення.

4. Наукове та практичне значення

Наукове значення роботи полягає в розвитку теоретичних положень щодо формування напружено-деформованого стану металу під час кування великогабаритних днищ, встановленні закономірностей зміни товщини стінки виробу та розробленні математичного апарату для проектування таких технологічних процесів. Отримані результати дозволяють прогнозувати формозміну заготовки та здійснювати раціональний вибір її геометричних параметрів.

Важливим з точки зору матеріалознавства є встановлення взаємозв'язку між схемою деформування, розподілом деформацій у тілі поковки та отриманням виробів із заданими характеристиками якості. Проведені дослідження розширюють можливості керування структуроутворенням і властивостями металу під час гарячого пластичного деформування великогабаритних поковок.

Практична цінність роботи полягає в розробленні та впровадженні нового технологічного процесу кування днищ із використанням конусних та сферичних плит спеціальної конструкції (розд.5). Запропоновані технічні рішення дозволяють:

- знизити зусилля деформування на 20–25 %;
- зменшити витрати металу на 10–15 % порівняно з існуючими технологіями;

- знизити трудомісткість виготовлення поковок на 10–15 % відносно використовуваних технологій;
- забезпечити високу точність геометричних параметрів днищ та мінімізувати різнотовщинність стінки;
- усунути небезпеку виникнення складок і утяжин під час формування виробів;
- підвищити коефіцієнт використання металу та ефективність виробництва великогабаритних поковок.

Практичні результати впроваджені на ПрАТ «Енергомашспецсталь», що свідчить про їхню затребуваність та виробничу цінність (Додаток І).

Окремо слід відзначити, що отримані закономірності не залишаються на рівні окремих результатів чисельного моделювання, а послідовно використані автором при визначенні геометрії заготовки, параметрів спеціального інструменту та проектуванні технологічного процесу.

5. Повнота викладення матеріалу в наукових публікаціях

Основні результати дисертаційної роботи достатньою мірою висвітлені у наукових публікаціях автора. У відповідних публікаціях відображено зміст проведених досліджень, основні наукові положення, результати математичного моделювання, експериментальних досліджень та виробничої апробації запропонованих технічних рішень. Рівень апробації результатів досліджень дає підстави вважати, що основні положення дисертації належним чином доведені до наукової спільноти.

6. Ступінь обґрунтованості наукових положень

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими. Їх достовірність забезпечується комплексним використанням сучасних методів дослідження, серед яких чисельне моделювання методом скінченних елементів, математичне планування експерименту, фізичне моделювання на свинцевих зразках і промислові випробування.

Автором виконано значний обсяг скінченно-елементних розрахунків із варіюванням геометричних параметрів вихідної заготовки. Отримані залежності використано для визначення раціональної геометрії заготовки та подальшого проектування технологічного процесу. Результати чисельного моделювання перевірено експериментально на фізичних моделях; за наведеними в роботі даними, розбіжність між теоретичними та експериментальними результатами становить 5–10 %, що підтверджує адекватність застосованої методики.

Достовірність результатів забезпечується послідовним поєднанням чисельного моделювання, фізичного експерименту та виробничої апробації. Правильність запропонованих рекомендацій підтверджена результатами виробничих випробувань та контролю якості виготовлених поковок.

7. Структура, зміст і оформлення дисертації

Дисертаційна робота має логічну структуру та складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Послідовність викладення матеріалу є логічною та забезпечує цілісне сприйняття результатів дослідження.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено об'єкт і предмет дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі виконано ґрунтовний аналіз існуючих технологій виготовлення великогабаритних днищ реакторного обладнання та визначено перспективні напрями вдосконалення технологічних процесів кування.

Другий розділ присвячений вибору напрямку та методів досліджень, розробленню методики теоретичного дослідження методом скінченних елементів, плануванню математичного експерименту та методиці проведення експериментальних досліджень.

У третьому розділі наведено результати дослідження формозмінення та напружено-деформованого стану металу, проведено дослідження різних схем роздачі заготовок із варіюванням їх геометричних параметрів та побудовано математичні залежності для проєктування технологічного процесу.

Четвертий розділ містить результати експериментальної перевірки теоретичних положень на свинцевих моделях та аналіз достовірності отриманих результатів.

У п'ятому розділі на основі встановлених у попередніх розділах закономірностей виконано проєктування технологічного процесу, визначено параметри вихідної заготовки та спеціального інструменту, а також наведено результати виробничої апробації та оцінку ефективності запропонованих рішень.

Загалом дисертаційна робота оформлена відповідно до встановлених вимог, матеріал викладено послідовно та зрозуміло.

8. Дискусійні положення та зауваження

Попри загальне позитивне враження від дисертаційної роботи, доцільно висловити окремі зауваження та побажання:

1. Регресійну модель різнотовщинності отримано в межах визначеного факторного простору геометричних параметрів заготовки. Було б доцільно чіткіше зазначити межі її застосовності та окремо застерегти від безпосередньої екстраполяції отриманих залежностей за межі досліджених діапазонів параметрів.
2. У роботі використано чисельне моделювання для дослідження різних етапів процесу формування днища, при цьому в методиці теоретичного дослідження зазначено використання програмного комплексу QForm 2D, а розроблення просторової SE-моделі визначено автором як новий підхід до моделювання процесу роздачі. Доцільно було б більш детально обґрунтувати критерії

застосування двовимірного та просторового моделювання і переваги такого підходу для досліджуваної послідовності роздачі.

3. **Отримані закономірності встановлено для конкретних умов моделювання та матеріалу, прийнятого в роботі.** Доцільно було б окремо обговорити можливість перенесення встановлених залежностей на інші марки сталей, зокрема з урахуванням відмінностей їх реологічних властивостей у температурному інтервалі кування.
4. **Методика фізичного моделювання на свинцевих зразках у роботі обґрунтовується використанням геометричної та фізичної подібності модельного і натурального процесів.** Водночас доцільно було б детальніше охарактеризувати критерії реологічної подібності та межі коректного перенесення результатів фізичного моделювання на процес гарячого кування сталевих заготовок.
5. **У п'ятому розділі наведено окремі схеми конусної та сферичної плит, нижньої плити, вихідного зливка, а також послідовності роздачі.** Для підвищення наочності практичного результату роботи доцільно було б об'єднати наведені матеріали в одну узагальнену технологічну схему із зазначенням послідовності операцій та відповідного оснащення на кожному етапі.
6. У роботі зазначено, що **основним параметром, який визначає стабільність процесу роздачі пустотілої заготовки, є її висота**, оскільки для високих заготовок можливі викривлення та втрата стійкості. Було б доцільно навести більш чіткі кількісні межі прояву цього явища або критерій, за яким визначається допустима висота заготовки.
7. У тексті дисертації зустрічаються окремі стилістичні, термінологічні та редакційні неточності (зокрема, неоднозначне використання окремих термінів та поодинокі граматичні помилки), які, однак, не впливають на наукову цінність отриманих результатів.
8. У дисертаційній роботі огляд попередніх досліджень за відповідним науковим напрямом міг би бути дещо ширшим. Зокрема, доцільно було б розглянути дисертацію та наукові публікації С. О. Шевцова, представника наукової школи обробки металів тиском ДДМА, присвячені технологіям виготовлення та моделюванню процесів деформування пустотілих поковок. Їх аналіз, на думку опонента, дозволив би повніше окреслити стан досліджуваної проблеми та чіткіше визначити відмінність отриманих у дисертації результатів від раніше виконаних досліджень.

Наведені зауваження мають переважно дискусійний та рекомендаційний характер і не знижують наукової цінності дисертаційної роботи.

9. Загальний висновок

Дисертаційна робота **Станкова Віталія Юрійовича** «Удосконалення способу кування днищ атомних реакторів на основі використання спеціального інструменту» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання, що має важливе значення для розвитку матеріалознавства, теорії та технологій обробки металів тиском та виробництва великогабаритних поковок для атомної енергетики.

За актуальністю теми, науковою новизною, практичною значущістю, ступенем обґрунтованості та достовірності отриманих результатів дисертаційна робота відповідає вимогам, встановленим для дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а її автор, **Станков Віталій Юрійович**, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю **132 «Матеріалознавство»**.

Офіційний опонент

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри обробки металів тиском
ім. акад. О.П. Чекмарьова
Українського державного університету
науки і технологій



Кузьміна Ольга Михайлівна

