

*До спеціалізованої вченої ради Д26.002.32
Національного технічного
університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»*

ВІДГУК

офіційного опонента – доктора технічних наук, професора
Калюжного Володимира Леонідовича
на дисертаційну роботу Карнауха Сергія Григоровича
«Розвиток наукових основ та удосконалення процесів безвідходного розділення
сортового і трубного прокату на основі застосування способів комбінованого
навантаження», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних
наук за спеціальністю 05.03.05 – «Процеси та машини обробки тиском»

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Основна вимога при виробництві будь-якої продукції – це отримання при мінімальних витратах виробів з потрібною надійністю і довговічністю. Для цього необхідне розроблення раціональних технологічних процесів їх виготовлення, в склад яких обов'язково входить отримання вихідних заготовок. Заготовки повинні мати мінімальні припуски та задану геометричну точність. Зважаючи на те, що доля матеріалів у собівартості виготовлення продукції машинобудування складає значну частину і в Україні щорічно використовується велика кількість заготовок, то економія металу за рахунок підвищення геометричної точності заготовок та техніко-економічних характеристик обладнання дозволяє вирішити важливе народно-господарське завдання зменшення собівартості виробництва продукції машинобудування.

Спосіб виготовлення вихідних заготовок визначається серійністю виробництва виробів, технологічним процесом, наявністю відповідного обладнання та іншими факторами. При цьому до теперішнього часу немає універсального підходу для здійснення обґрунтованого вибору безвідходного способу розділення сортового і трубного прокату на штучні заготовки.

У залежності від марки матеріалу заготовки, її довжини, форми і розміру перерізу, потрібної точності і серійності виробництва заготовок для реалізації безвідходних способів розділення сортового і трубного прокату застосовують універсальне і спеціалізоване обладнання для обробки металів тиском. При цьому робота обладнання супроводжується миттєвим падінням зусилля в момент розділення, що призводить до зношування та руйнування деталей станини, елементів скріплень, приводів, фундаментів. З цієї причини обладнання вибирають значно завищеного номінального зусилля, яке потрібне для розділення.

Для підвищення геометричної точності отриманих заготовок та техніко-економічних показників обладнання і оснащення в дисертаційній роботі запропоновано нові способи розділення сортового прокату, конструкції обладнання і оснащення для їх реалізації на основі застосування комбінованого навантаження.

В теперішній час в Україні також вирішуються завдання по виробництву боєприпасів стрілецького і артилерійського озброєння, в яких для певного калібру має місце масове виготовлення заготовок способами розділення із сортового прокату.

З урахуванням вищенаведеного, **вважаю**, що науково-прикладна проблема підвищення ефективності процесів безвідходного розділення сортового і трубного прокату на базі розвитку наукових основ, створення і застосування нових технологічних способів і засобів комбінованого навантаження та розробки методів розрахунків і методик проектування технологічних процесів розділення прокату, обладнання та оснащення, *є важливою і актуальною*.

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

Роботу виконано у Донбаській державній машинобудівній академії (ДДМА) та відповідає науковому напрямку «Розвиток ресурсозберігаючих процесів розділення сортового прокату і труб на основі створення нових технологічних способів і обладнання для їх реалізації» кафедри основ проектування машин (ОПМ) ДДМА. Тема дисертаційної роботи відповідає пріоритетному напрямку розвитку науки і техніки «Новітні ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості та агропромисловому комплексі» і наукової школи: «Нові швидкодіючі технології й машини з комбінованим впливом на заготовку». Робота виконана в рамках ряду держбюджетних науково-дослідних робіт, передбачених планами Міністерства освіти і науки України, а також в рамках госпдоговірних науково-дослідних робіт та договорів про співдружність з підприємствами України, де автор був керівником і виконавцем робіт.

Оцінювання структури, змісту роботи та відповідність її встановленим вимогам.

Дисертація складається зі вступу, семи розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та 3 додатків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність досліджень, приведено загальну характеристику роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, показано зв'язок роботи з науковими програмами і темами, виділено предмет та об'єкт дослідження, особистий внесок здобувача, наведено наукову новизну і практичну цінність результатів роботи, їх апробацію і практичне значення.

Перший розділ дисертації присвячено аналізу напрямків, методів і рішень практичних, теоретичних завдань для створення та реалізації процесів, обладнання та оснащення для безвідходного розділення сортового і трубного прокату на мірні заготовки. Представлено способи розділення сортового і трубного прокату. Показано перспективні напрямки удосконалення безвідходних способів розділення сортового і

трубного прокату, зокрема при створенні схем навантаження; при визначенні геометричних і силових параметрів процесу розділення. Зроблено аналіз по впливу концентраторів напружень та схем навантажень при розділенні сортового і трубного прокату на якість отриманих заготовок, а також представлено аналіз ковальсько-пресового обладнання і штампового оснащення для розділення. Розглянуто сучасні підходи до реалізації способу холодної ломки згином. Показано існуючі теоретичні і експериментальні дослідження процесів безвідходного розділення сортового і трубного прокату.

Представлено висновки по розділу.

У **другому розділі** обґрунтовано вибір напрямків та методик теоретичних і експериментальних досліджень в дисертаційній роботі по розділенню сортового і трубного прокату на заготовки.

Розроблено класифікацію безвідходних способів розділення сортового і трубного прокату, на основі якої методами комбінаторики створені перспективні схеми комбінованого навантаження при реалізації процесів розділення. Також створено класифікацію компактних виконавчих механізмів пресів для реалізації способів безвідходного розділення сортового і трубного прокату та обґрунтовано доцільність використання перспективних механізмів: клиношарнірних, кривошипно-кругових, кривошипно-кулісних та їх комбінацій.

Представлено методику проведення теоретичних досліджень та вибрано метод для експериментальних досліджень. Для проведення експериментальних досліджень було використано стандартне і оригінальне обладнання. Розроблено та виготовлено експериментальне оснащення для проведення досліджень технологічних, силових і деформаційних режимів на фізичних моделях з варіюванням енергосилових і геометричних параметрів розділення із застосуванням сучасних автоматизованих пристроїв реєстрації результатів вимірювання методом тензометрії.

Приведено висновки по розділу.

Третій розділ дисертації присвячено обґрунтуванню методу вибору способу розділення сортового прокату із матеріалів з різними механічними властивостями з використанням синергетичних критеріїв руйнування.

Представлено методику рішення задачі щодо визначення інформативності синергетичних критеріїв руйнування. На основі проведеного кластерного аналізу синергетичних критеріїв руйнування матеріалів встановлено, що «критерій поширення тріщини» та «критерій крихкості» є базовими інформативними ознаками. При додаванні до них будь-якого з решти критеріїв, утворюються шукані інформативні множини мінімальної потужності, що забезпечують, із заданою вірогідністю, класифікацію металів за їхньою чутливістю до руйнування. Запропоновано новий експериментальний метод визначення величин граничних деформацій для вибору способу розділення сортового прокату. Даний метод доповнює метод вибору безвідходного способу розділення сортового прокату на заготовки з використанням синергетичних критеріїв руйнування. За допомогою запропонованої класифікації розроблено методику вибору конкретного безвідходного

способу розділення сортового прокату. Представлено результати експериментальних досліджень по визначенню величин граничних деформацій для вибору способу розділення сортового прокату на заготовки.

Наведено висновки по розділу.

У четвертому розділі приведено результати розроблення, моделювання та дослідження технологічних можливостей процесу розділення сортового прокату трьохточковою холодною ломкою згином при комбінованому статико-динамічному навантаженні на прес-молоті.

Теоретичні дослідження проведено з використанням методів скінченних різниць і скінченних елементів в середовищі Deform. Запропоновані математичні моделі, які враховують вплив попереднього статичного навантаження і жорсткості системи «прес-молот – оснащення – заготовка» на хвильовий силовий режим розділення. Встановлено, що комбіноване статико-динамічне навантаження дозволяє зменшити високочастотні коливання заготовки, не допускає порушення контакту заготовки з опорами і стабілізує траєкторію розвитку тріщини. Проведено експериментальні дослідження з використанням оригінального обладнання і оснащення підтвердили адекватність теоретичних розрахунків.

Представлено аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень по впливу: швидкості навантаження на величину коефіцієнта динамічності; швидкості навантаження на енергосилові параметри розділення при трьохточковій холодній ломці згином; статичного, динамічного і комбінованого статико-динамічного навантажень на геометричну точність заготовок; величини попереднього статичного навантаження на технологічний силовий режим при комбінованій ломці згином.

Розроблено перспективні конструкції обладнання для комбінованого статико-динамічного навантаження при розділенні сортового прокату на заготовки.

Зроблено висновки по розділу.

У п'ятому розділі представлено результати по розробленню, моделюванню і дослідженню технологічних можливостей процесу розділення сортового і трубного прокату за схемою комбінованого навантаження з використанням компактних виконавчих механізмів.

Досліджено клиношарнірні механізми для реалізації безвідходних способів розділення сортового прокату на заготовки. Для цього здійснено класифікацію і виконано обґрунтування застосування клиношарнірних механізмів. Проведено структурний, кінематичний і силовий аналіз клиношарнірного механізму з увігнутим клином та розроблено методику для розрахунків геометричних, кінематичних і силових параметрів пресів з таким механізмом. Наведено результати моделювання процесу розділення сортового прокату із застосуванням клиношарнірного механізму з увігнутим клином за допомогою програмного комплексу Deform та результати експериментальних досліджень. Аналогічні дослідження виконано для нової

конструкції установки із клиношарнірним механізмом з увігнутим клином із поворотним ножом для розділення фасонного прокату складної конфігурації та розділення трубного прокату за схемою ексцентричного закручування з використанням кривошипно-кругового механізму для отримання трубчастих заготовок. Розбіжність результатів теоретичних та експериментальних досліджень склала до 8%.

Зроблено аналіз конструктивних схем установок із спільним використанням клиношарнірного механізму з увігнутим клином і коротко-шатунних виконавчих механізмів та запропоновано перспективні схеми обладнання з використанням компактних виконавчих механізмів.

Викладено висновки по розділу.

У **шостому розділі** наведено результати розроблення, моделювання і дослідження технологічних можливостей процесів розділення сортового прокату з використанням енергії розвантаження пресу для нанесення концентраторів на прокат для подальшого розділення його на заготовки.

Проведено математичне моделювання напружено-деформованого стану металу при нанесенні концентратора напружень клиновим інструментом, моделювання процесу розділення прокату за схемою «вдавлення клинового ножа – консольна ломка» за допомогою програмного комплексу Deform та виконано експериментальні дослідження процесу розділення за схемою «вдавлення клинового ножа – консольна ломка згином».

Досліджено процеси розділення сортового прокату за схемами: «частковий зсув – консольна ломка», «частковий зсув – реверсивний зсув». Для цього проведено моделювання процесу нанесення концентраторів напружень частковим зсувом та моделювання процесу розділення сортового прокату способами «консольної ломки» і «реверсивного зсуву» з використанням програмного комплексу Deform. Також виконано експериментальні дослідження процесу розділення прокату за схемами «частковий зсув – консольна ломка» та «частковий зсув – реверсивне відрізання».

Розбіжність результатів теоретичних і експериментальних досліджень не перевищує 8%.

Розроблено перспективні схеми обладнання з використанням енергії розвантаження преса для нанесення концентраторів напружень на прокат.

Наведено висновки по розділу.

У **сьомому розділі** дисертації представлено дослідження та удосконалення штампів з диференційованим комбінованим навантаженням для розділення сортового прокату на заготовки.

Розроблено класифікацію штампів з диференційованим затиском прокату та частини його, що відрізається. Виконано аналіз базової конструкції штампу з диференційованим затиском прокату. Проведено теоретичні та експериментальні дослідження штампу з диференційованим затиском прокату конструкції ДДМА, яку створено при участі автора дисертації. Також розроблено класифікацію передніх

упорів до штампів з диференційованим затиском прокату.

На підставі розробленої класифікації конструкцій штампів з диференційованим затиском прокату визначено конструктивні ознаки, які дозволили створити нові конструкції штампів з диференційованим затиском прокату з високою жорсткістю та зменшеними габаритними розмірами. Установлено, що енергосилові параметри відрізання в штампах суттєво залежать від сил тертя на контактуючих поверхнях та геометричних параметрів штампів. Виявлені раціональні значення кутів клинових механізмів для передачі зусилля, які склали на затиск – $(27^\circ \dots 30^\circ)$, на затиск і відрізання прокату – $(30 \dots 40)^\circ$. Адекватність теоретичних розрахунків підтверджено результатами експерименту. Розроблено рекомендації до проектування штампів з диференційованим затиском прокату. Геометрична точність отриманих заготовок переважає точність заготовок, отриманих без диференційованого затиску.

Наведено висновки по розділу.

Загальні висновки по роботі викладено після сьомого розділу роботи і в них відображено основні результати досліджень з обґрунтуванням рекомендацій для практичного використання отриманих результатів.

Виходячи з аналізу основної частини дисертації, **вважаю**, що мета дисертаційної роботи у ході виконання досліджень була досягнута, поставлені завдання дослідження вирішені та дозволяють досягти заявленої мети. Отримані в дисертаційній роботі результати теоретичних і експериментальних досліджень та зроблені висновки достовірні. Дисертація є завершеною науковою працею.

Список використаних джерел із 362 найменувань достатньо повно охоплює сучасний стан досліджень по темі дисертації та відображає аналіз здобувачем значної кількості вітчизняних і іноземних робіт.

В Додатку А відображено статистичну обробку результатів експериментальних досліджень. У Додатку Б приведено прилади, що застосовані для магнітно-порошкової та фарбо-капілярної дефектоскопії та протоколи контролю поверхневих дефектів відрізаних заготовок. Додаток В містить акти впровадження результатів роботи в промисловості і в навчальному процесі.

У цілому оформлення дисертації відповідає вимогам ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» та вимогам нормативних документів щодо оформлення дисертацій та рефератів.

Роботу написано хорошою літературною мовою, вона легко сприймається. Автор продемонстрував вміння стисло і логічно викладати суть проблеми, достатньо грамотно пояснювати запропоновані рішення. Виклад матеріалу в роботі має логічну послідовність, розділи взаємопов'язані. Загальний обсяг дисертації становить 415 сторінок машинописного тексту, з них 366 сторінки основного тексту, 160 рисунків і 33 таблиці, список використаних джерел з 362 найменування на 39 сторінках, анотації та 3 додатків.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, їх новизна

і загальнонаціональне значення.

У роботі виконано комплекс сучасних і взаємодоповнюючих теоретичних та експериментальних методів дослідження.

Основні положення дисертаційної роботи є обґрунтованими, що базуються на концептуальному підході до рішення проблеми та мають наукову новизну. В роботі отримано нові науково обґрунтовані результати, серед яких:

1. Запропоновано та науково обґрунтовано метод вибору способу безвідходного розділення сортового прокату із матеріалів з різними механічними властивостями. Суть новизни полягає у використанні синергетичних критеріїв руйнування і встановленні величин граничних деформацій та створенні класифікації металів за ознакою їх чутливості до руйнування, яка дозволяє здійснити обґрунтований вибір способу безвідходного розділення на заготовки сортового і трубного прокату.

2. Розроблено класифікацію безвідходних способів розділення сортового та трубного прокату та засобами комбінаторики виконано синтез перспективних способів комбінованого навантаження, які дозволяють зменшити енергосилові параметри процесу розділення, зменшити наслідки розвантаження обладнання в момент зняття технологічного зусилля та підвищити геометричну точність отриманих заготовок.

3. Отримали подальший розвиток закономірності та геометричні і силові параметри процесу розділення сортового прокату комбінованим статико-динамічним навантаженням способом трьохточкової холодної ломки згином із застосуванням методів скінченних різниць та скінченних елементів, що забезпечує плавний та симетричний режим прикладення навантаження відносно концентратора напружень і стабілізацію траєкторії розвитку тріщини при розділенні.

4. Із застосуванням аналітичних методів розроблено залежності та обґрунтовано методом скінченних елементів для розрахунку технологічних параметрів процесу розділення сортового і фасонного прокату на пресах з клиношарнірними, кривошипно-кулісними і кривошипно-круговими виконавчими механізмами, які забезпечують комбіноване навантаження і раціональний графік зміни деформуючих зусиль, що дозволяє зменшити енергосилові параметри процесу розділення та шкідливі наслідки розвантаження пресу при розділенні.

5. Методами полів ліній ковзання отримано і скінченних елементів обґрунтовано залежності для розрахунків енергосилових параметрів та закономірностей процесу розділення сортового прокату комбінованим навантаженням, що дозволяє послідовно за один робочий хід виконувати операції нанесення концентраторів напружень шляхом вдавнення клинового ножа або частковим зсувом та остаточне розділення ломкою або реверсивним зсувом, що дозволило збільшити коефіцієнт корисної дії пресу та підвищити продуктивність процесів розділення.

6. Отримали подальший розвиток залежності для розрахунків силових параметрів процесу розділення сортового прокату комбінованим навантаженням у штампах з диференційованим затиском прокату, які відрізняються врахуванням впливу величин кутів клинових механізмів штампів та контактного тертя при відрізання заготовок, що дозволяє призначити раціональні параметри цих механізмів штампів та підвищити геометричну точність отриманих заготовок.

Наукові результати, висновки та рекомендації є логічним завершенням розроблених теоретичних положень, результатів комплексу теоретичних і експериментальних досліджень автора дисертації та основою для подальших досліджень у даному напрямку.

Достовірність результатів, отриманих у роботі, підтверджується апробацією і схваленням результатів досліджень на науково-практичних конференціях різного рівня та впровадженням у виробництво розроблених способів безвідходного розділення прокату на заготовки та оснащення для їх реалізації.

В процесі детального аналізу дисертаційної роботи та реферату не виявлено сумнівних висновків та тверджень.

Оцінка висновків здобувача щодо значущості його праці для науки та практики.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які сформульовано у дисертації, виконано на достатньо високому рівні та вирішують важливу науково-технічну проблему підвищення ефективності процесів розділення на заготовки сортового і трубного прокату на базі розвитку наукових основ, застосування нових технологічних способів і засобів комбінованого навантаження та розробки методик проектування технологічних процесів, обладнання та оснащення. Висновки, що сформульовано у дисертаційній роботі не суперечать класичним уявленням щодо предмету дослідження.

За результатами роботи розроблені:

1. Методика вибору конкретного безвідходного способу розділення прокату із матеріалів із різними механічними властивостями на основі створеної класифікації металів щодо їх чутливості до руйнування.

2. Методики вибору, розрахунку та проектування процесів розділення за новими способами, рекомендації щодо вибору величин технологічних параметрів при комбінованій статико-динамічній ломці прокату, розділенні сортового і фасонного прокату з використанням запропонованих конструкцій клиношарнірних механізмів, кривошипно-кругових і кривошипно-кулісних механізмів та штампів з диференційованим затиском прокату;

3. Методики розрахунку геометричних, кінематичних та силових параметрів і проектування обладнання і оснащення: з клиношарнірним механізмом з увігнутим клином для розділення сортового прокату, що дозволило спроектувати конструктивний ряд пресів із застосуванням цих механізмів; з клиношарнірним

механізмом з увігнутих клином з поворотним ножом та кривошипно-круговим механізмом для розділення фасонного і трубного прокату; штампів з диференційованим затиском прокату;

4. Запропоновано нові способи розділення сортового прокату: спосіб трьохточкової холодної ломки згином при комбінованому статико-динамічному навантаженні; спосіб розділення з використанням енергії розвантаження пресу в момент зняття технологічного навантаження. Способи дозволяють підвищити геометричну точність отриманих заготовок, збільшити стійкість і надійність обладнання. Новизна способів розділення підтверджена патентами України;

5. Створено нові конструкції обладнання: прес-молоти статико-динамічного навантаження; преси з клиношарнірним механізмом з увігнутих клином та з поворотним ножом; преси з кривошипно-круговим і кривошипно-кулісним механізмами. Застосування такого обладнання забезпечує зменшення енергосилових параметрів розділення, знизити вплив наслідків розвантаження та збільшення коефіцієнтів корисної дії. Розроблено нові конструкції штампів з диференційованим затиском прокату. Новизна запропонованих конструкцій захищена патентами України.

Методики і рекомендації впроваджені у виробництво. Результати досліджень використовуються в навчальному процесі на кафедрі обробки металів тиском ДДМА.

Повнота викладу наукових положень в опублікованих працях.

Основні положення дисертації опубліковані в 117 наукових працях, у тому числі: 1 монографія і 1 розділ у колективній монографії; 38 статей у наукових періодичних виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань; 10 статей у виданнях, віднесених до першого – третього кuartилів (Q1–Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 30 патентів України на корисну модель; 23 тези та доповіді на наукових конференціях; 14 публікацій, які додатково відображають наукові результати дисертації.

Опубліковані матеріали дисертації в достатній мірі висвітлюють результати досліджень, що виносяться на захист. При цьому слід відмітити, що монографія і 7 статей опубліковано без співавторів.

Наукові положення дисертації, висновки та рекомендації пройшли досить широку апробацію на 23 міжнародних наукових конференціях різного рівня.

Дотримання принципів академічної доброчесності.

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Карнауха С. Г. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації та реферату.

Відзначаючи достатньо високий рівень проведених досліджень, наукове та прикладне значення отриманих результатів доцільно зробити деякі зауваження і побажання:

1. У дисертаційній роботі багато теоретичних досліджень проведено з використанням методу скінченних елементів в середовищі Deform. Але у першому розділі роботи мало приділено уваги аналізу джерел, які присвячено моделюванню процесів розділення сортового і трубного прокату за допомогою методу скінченних елементів.

2. Автор в роботі для реалізації процесів безвідходного розділення прокату на заготовки використовує поняття «типового» і «спеціалізованого» ковальсько пресового обладнання. Необхідно більш чітко обґрунтування, яке обладнання слід віднести до спеціалізованого (призначеного для виконання тільки процесів розділення).

3. У другому розділі роботи при розробленні методик теоретичних і експериментальних досліджень бажано було б обґрунтувати яку схему розділення прокату на заготовки вибрано для дослідження (згідно таблиці 1.2 стор. 64), а також доповнити які параметри враховано при моделюванні методами ліній ковзання і скінченних елементів та які допущення при цьому прийнято.

4. На рис. 2.2 (стор. 107) в безвідходні способи розділення сортового і трубного прокату не зрозуміло, яким чином туди попали способи з видаленням металу в стружку (позиція 4.7)?

5. При теоретичних і експериментальних дослідженнях безвідходних способів розділення прокату на заготовки у дисертації не чітко визначені рекомендовані значення величин осьового зазору між рухомим і нерухомим ножами та поперечного зазору між прокатом і втулочними ножами. Очевидно ці зазори будуть різні для гарячекатаного і каліброваного прокату.

6. У дисертаційній роботі мало приділено уваги визначенню питомих зусиль, що діють на робочих поверхнях деформуючого інструменту та його стійкості при реалізації запропонованих способів розділення сортового і трубного прокату на заготовки. Особливо це стосується розділення сортового прокату трьохточковою холодною ломкою згином при комбінованому статико-динамічному навантаженні на прес-молоті, в якому має місце ударне навантаження, а також при інших способах розділення прокату із металів з великою твердістю (сталь 45, AISI-1060, 60C2A).

7. В дисертації і рефераті приведено залежності зусилля розділення від кроку навантаження. Бажано було навести такі графіки зусилля від переміщення рухомого ножа, що дозволило б визначити роботу розділення для реалізації цього процесу на кривошипному обладнанні.

8. Бажано провести порівняння показників геометричної точності заготовок, отриманих при холодній ломці згином (с. 196), з результатами робіт, описаними у літературі.

9. В дисертаційній роботі не чітко визначені мінімальні та максимальні розміри сортового і трубного прокату, на які розповсюджуються отримані результати і рекомендації по розділенню на заготовки.

Вищевказані зауваження в цілому не знижують наукової і практичної цінності результатів дисертаційної роботи Карнауха С. Г.

Висновок.

Дисертаційна робота Карнауха Сергія Григоровича на тему «Розвиток наукових основ та удосконалення процесів безвідходного розділення сортового і трубного прокату на основі застосування способів комбінованого навантаження» відповідає паспорту спеціальності 05.03.05 – «Процеси та машини обробки тиском». Дисертаційна робота є закінченим науковим дослідженням, присвяченим вирішенню важливого і актуального народно-господарського завдання підвищення ефективності процесів розділення сортового і трубного прокату на базі розвитку наукових основ, застосування нових технологічних способів і засобів комбінованого навантаження та розробки методик проектування технологічних процесів, обладнання та оснащення. Отримані автором результати достовірні, виявлені факти та висновки обґрунтовані. Реферат за структурою і змістом відповідає дисертації.

Вважаю, що за своїм науковим рівнем робота є кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно, за обсягом виконаних досліджень, новизною і науковою значимістю отриманих результатів, практичною та теоретичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 7 – 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», що їх пред'являють до докторських дисертацій, а Карнаух Сергій Григорович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за вказаною спеціальністю.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри технології
виробництва літальних апаратів

Національного технічного університету

України «Київський політехнічний

інститут імені Ігоря Сікорського»

