

В спеціалізовану вчену раду Д12.105.01
Донбаської державної машинобудівної академії,
84313, м. Краматорськ,
вул. Академічна (Шкадінова), 72

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Грибкова Едуарда Петровича
«Розвиток наукових основ і удосконалення обладнання та технологій деформування довгомірних металопорошкових виробів в оболонці», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.05 – «Процеси та машини обробки тиском»

На розгляд представлено: дисертацію, автореферат, копії опублікованих наукових праць. Дисертація є закінченою науковою роботою, яка виконана здобувачем у вигляді рукопису.

1. Актуальність теми

Енергозбереження, економія матеріальних ресурсів і використання вторинної сировини робить актуальним розвиток порошкової металургії. Методами порошкової металургії отримують композиційні матеріали з унікальними властивостями. Використання порошкових матеріалів дозволяє отримувати вироби з оптимальним поєднанням експлуатаційних характеристик, які знайшли широке застосування в різних галузях промисловості. Виробництво виробів з порошкових матеріалів такими безперервними технологіями як прокатка і волочіння мають ряд переваг і характеризуються високою ефективністю.

Процеси обробки порошкових матеріалів вивчено досить повно, але в роботах вітчизняних і зарубіжних вчених не враховано вплив металеві оболонки на геометричні розміри осередку деформації та напружено-деформований стан матеріалу, що знижує точність розрахунку енергосилових параметрів процесу та якісних характеристик готової продукції.

Зазначене знижує техніко-економічні показники процесу промислового виробництва довгомірних виробів з металопорошків в металевій оболонці, а це, в свою чергу, робить актуальним проведення подальших комплексних теоретичних і експериментальних досліджень, спрямованих на підвищення ефективності відповідних технологій і обладнання.



2. Структура, об'єм, зміст і завершеність дисертаційної роботи

Робота складається з вступу, семи розділів, висновку, що містить основні результати і висновки, списку літератури і додатків. Об'єм роботи без додатків, бібліографії, рисунків і таблиць складає 262 сторінки, робота містить 5 таблиць, 168 рисунків, і 306 джерел літератури; 7 додатків. Загальний об'єм роботи – 394 сторінки.

У **вступі** сформована проблема дослідження, обґрунтована її актуальність, визначена мета роботи і круг вирішених завдань, вказана її практична цінність і наукова новизна. Розглянуті питання предмету, методології і методів ведення досліджень.

Перший розділ присвячений аналізу стану питань, що стосуються технологій і обладнання процесів виготовлення довгомірних металопорошкових виробів в оболонці методами обробки тиском. На основі проведеного аналізу встановлено напрямки подальшого вдосконалення процесів прокатки, плющення і волочіння композицій з порошковими матеріалами.

Розглянуто технології виробництва порошкових стрічок і дроту, показані існуючі проблеми, які пов'язані із забезпеченням необхідної щільності порошкового сердечника.

В розділі показаний стан теоретичних досліджень з напрямку обробки порошкових матеріалів. Вказано що до невирішених задач в існуючих роботах можна віднести відсутність для процесів виготовлення довгомірних металопорошкових виробів врахування поведінки монометалевої оболонки в осередку деформації, яка змінює його геометричні характеристики і впливає на перебіг процесу пластичної деформації та якість готової продукції.

В результаті проведеного огляду обґрунтовано необхідність подальшого розвитку наукових основ і вдосконалення технологічних процесів і обладнання для реалізації процесів прокатки порошкових стрічок, волочіння та плющення порошкових дротів.

У **другому розділі** проведений вибір напрямків та методів дослідження процесів виготовлення довгомірних металопорошкових виробів в оболонці.

Описаний обраний за основний при теоретичному дослідженні кінцево-різницевий підхід, який широко використовується і поєднує простоту та точність розрахунків. Описаний кінцево-елементний підхід, що був використаний з метою перевірки правомірності прийнятих при моделюванні припущень, а також в сукупності з імітаційним моделями, основаними на методі Монте-Карло

– для розробки рекомендацій з технологічних режимів для забезпечення якісних показників готової продукції.

Наведена методика та обладнання для експериментальних досліджень.

Третій розділ присвячений уточненню умов пластичності при описі процесів деформації композиційних заготовок з використанням порошкових матеріалів. Надані адаптовані залежності напружень, деформацій і щільності для випадків прокатки стрічок та волочіння дроту з порошковим сердечником. Надано методику для визначення фізико-механічних властивостей порошкових матеріалів.

Четвертий розділ присвячений моделюванню напружено-деформованого стану матеріалу при прокатці порошкових стрічок.

Детально розглянуто три можливих етапи виготовлення порошкової стрічки: ущільнювальна прокатка, прокатка двошарової стрічки і калібрувальна прокатка в закритій оболонці замкового типу. В роботі розроблені математичні моделі напружено-деформованого стану для всіх трьох етапів виготовлення. У всіх випадках математична модель була заснована на розбитті осередку деформації на кінцеву кількість елементарних об'ємів з подальшим спільним рішенням умови статичної рівноваги елементарного об'єму й умови пластичності для пористих матеріалів в кінцево-різницевої формі. Відмінною особливістю моделей є врахування наявності та ступеня впливу металевої оболонки на геометрію осередку деформації. Прийняті допущення при чисельному математичному моделюванні були підтверджені результатами кінцево-елементного моделювання.

П'ятий розділ присвячений моделюванню напружено-деформованого стану матеріалу при волочінні та плющенні порошкового дроту.

Для визначення напружено-деформованого стану було здійснено розбиття осередку деформації на кінцеву кількість елементарних об'ємів. Для кожного елементарного об'єму було складено рівняння статичної рівноваги всіх діючих сил уздовж осі волочіння і шляхом спільного рішення цих рівнянь з умовою пластичності були визначені напруження, деформації та показники щільності порошкового сердечника по довжині осередку деформації. Для визначення напружено-деформованого стану в оболонці дроту рішення рівняння рівноваги в елементарному об'ємі визначали спільно з умовою плинності для суцільних середовищ.

Для перевірки прийнятих припущень при розробці аналітичної моделі волочіння порошкового дроту була розроблена кінцево-елементна модель даного процесу. Аналіз отриманих результатів підтвердив правомірність припущень о

рівномірності деформацій по перерізу заготовки, прийнятих при чисельному моделюванні.

При дослідженні плющення порошкового дроту математична модель напружено-деформованого стану в осередку деформації також була заснована на спільному аналізі умови пластичності та рівняння рівноваги виділеного елементарного об'єму. Базуючись на результатах аналізу експериментальних досліджень, було прийнято припущення о відсутності повздовжньої течії матеріалу. Відповідно осередок деформації розбивався в повздовжньому і поперечному напрямках на певну кількість елементарних об'ємів. Для визначення силових параметрів при деформації оболонки було визначено напружено-деформований стан металу при її вигині.

Для перевірки прийнятих припущень при розробці чисельної математичної моделі плющення порошкового дроту була розроблена кінцево-елементна модель даного процесу. Результати даної тривимірної моделі підтвердили рівномірність розподілу напружень, деформацій і щільності порошку по висоті перерізу заготовки.

Шостий розділ присвячений експериментальному дослідженню процесів виробництва довгомірних металопорошкових виробів в оболонці.

За результатами експериментальних досліджень прокатки порошкових стрічок встановлено, що значення зусилля прокатки, отримані в ході теоретичних і експериментальних досліджень, збігаються, похибка обчислень не перевищила 10 %. Також встановлено, що при прокатці за запропонованою технологією (за два проходи з послідовним засипанням компонентів в металеву оболонку), відносна щільність сердечника підвищується при однакових режимах прокатки і зберігається при цьому розмір фракції порошку, що є необхідною умовою для даної технології виробництва. Експериментальне дослідження волочіння порошкових дротів показало, що похибка розрахунку сили волочіння не перевищила 12 %, а щільності – 9 %. Експериментальні дослідження плющення порошкового дроту показали, що похибка розрахунку сили прокатки не перевищила 16 %, що свідчить про достатню адекватність моделі.

Сьомий розділ присвячений автоматизованому проектуванню технологічних режимів та практичній реалізації процесів виготовлення довгомірних металопорошкових виробів в оболонці.

На основі аналізу результатів чисельної реалізації розроблених математичних моделей процесів виготовлення довгомірних виробів з металопорошків в оболонці досліджено вплив і сформульовані рекомендації щодо вибору вихідних технологічних і конструктивних параметрів, що забезпечують необхідну

щільність порошкового сердечника і геометричних характеристик готової металопродукції. Встановлено, що при прокатці порошкових стрічок максимальне обтиснення за прохід становить 75%, при якому відносна щільність порошкового сердечника досягає одиниці; при збільшенні відношення товщини насипного шару до товщини ущільненого до 0,4 кінцева товщина ущільненого шару зменшується, причому практично лінійно.

На основі розроблених кінцево-різницевих моделей і методу Монте-Карло розроблено комплекс імітаційних математичних моделей процесів виготовлення довгомірних виробів з металопорошків в оболонці. Визначено кількісно діапазони зміни відповідних коефіцієнтів варіації геометричних розмірів готового виробу і щільності порошкового сердечника. Встановлено, що найбільш вагомим фактором, що впливає на різнотовщинність прокату та розподіл щільності порошкового сердечника є радіальне биття валків; варіація вихідних параметрів процесу прокатки має найбільший вплив на силу прокатки (до 10%) і кінцеву товщину порошкового сердечника (до 5%), в той час як на кінцеву відносну щільність дана варіація має незначний вплив; найбільш рівномірний розподіл пористості спостерігається при обтисненні на рівні 35%. На основі аналізу реалізації кінцево-елементної моделі прокатки порошкових стрічок в металевій оболонці встановлено, що найбільш рівномірний розподіл щільності порошкового сердечника регламентований стандартами спостерігається при обтисненні на рівні 25 ... 35%.

На основі автоматизованого проектування технологічних режимів виготовлення довгомірних виробів з металопорошків в оболонці сформульовані і вирішені програмно задачі забезпечення необхідної щільності порошкового матеріалу і необхідних геометричних характеристик готового виробу в залежності від вихідної щільності порошку, величини обтиснення, матеріалу, форми і товщини оболонки, що дозволило визначити раціональні режими деформації, кількість переходів і здійснити оптимальний вибір заготовки.

У кінці роботи зроблені **висновки**, в яких відмічені найбільш значимі результати досліджень з обґрунтуванням рекомендацій по практичному використанню отриманих результатів.

Список використаних джерел є інформативним та достатньо повно охоплює предметну галузь, відображає опрацювання здобувачем значної кількості іноземних джерел.

У **додатки** винесені відомості, що доповнюють і уточнюють основний зміст роботи: результати експериментального визначення фізико-механічних

властивостей порошкового матеріалу, лістинги програм з моделювання процесів виготовлення довгомірних металопорошкових виробів в оболонці.

В цілому викладення отриманих наукових і практичних результатів є послідовним, логічним та обґрунтованим, експериментальна частина не суперечить теоретичній, а дисертаційне дослідження має завершений характер. Зміст автореферату достатньо повно розкриває основні положення дисертації та відповідає вимогам до оформлення.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації, та їх достовірність

При виконанні теоретичних досліджень в роботі були використані методи теорії пружності та пластичності, розроблені чисельні математичні моделі процесів виготовлення довгомірних металопорошкових виробів на основі методів кінцевих різниць і кінцевих елементів, при вирішенні питань з забезпечення якості продукції були використані методи теорії дослідження операцій, в тому числі оптимізаційного плану й імітаційного моделювання. Припущення, котрі були прийняті в двомірних аналітичних моделях були перевірені за допомогою більш точних тривимірних кінцево-елементних моделей. Перевірка достовірності розроблених математичних моделей процесів була виконана експериментально і включала в себе фізичне моделювання і натурні дослідження в лабораторних умовах, методи тензометрії, вимірювання геометричних параметрів і механічних властивостей, методи математичної статистики, а також експертні оцінки. Крім того достовірність та обґрунтованість результатів роботи підтверджується всебічною та багаторазовою апробацією дисертації на міжнародних конференціях, наявністю рецензованих спеціалістами міжнародних публікації в рейтингових виданнях, впровадженням у виробництво результатів досліджень.

4. Наукова новизна отриманих результатів

Наукову новизну містять наступні положення, які винесені на захист.

1 Вперше для процесів виробництва довгомірних металопорошкових виробів встановлено вплив форми, геометрії та механічних властивостей матеріалу оболонки на геометричні характеристики осередку деформації та показники якості готової металопродукції.

2 Вперше для процесу прокатки металопорошкових матеріалів у відкритій та закритій оболонці встановлені закономірності формування щільності порошку і величини енергосилових параметрів в залежності від форми і матеріалу металеві оболонки за рахунок підвищення точності розрахунку геометрії осе-

редку деформації на основі визначення зони прогину і прилягання оболонки і, як наслідок, більш коректного визначення товщини порошкового шару на вході в осередок деформації.

3 Вперше для процесу прокатки двошарових металопорошкових матеріалів в оболонці встановлені залежності щільності шарів порошку та величини енергосилових параметрів від форми, товщини і матеріалу металевої оболонки, якісний і кількісний вплив жорсткості оболонки на довжину осередку деформації та закономірності формування товщин шарів порошку під час прокатки.

4 Вперше встановлено закономірність формування ширини стрічки, щільності осердя та сили плющення від технологічних режимів деформації та параметрів оболонки при плющенні порошкового дроту.

5 Уточнено механізм формування щільності осердя та напружено-деформованого стану порошку і матеріалу оболонки при волочінні порошкового дроту.

6 Уточнено умову пластичності порошкових матеріалів для прокатки порошкових стрічок і волочіння порошкового дроту.

5. Значимість роботи для науки і практики

У роботі отримані основні практичні результати:

– комплекс математичних моделей і програмних засобів з автоматизованого розрахунку напружено-деформованого стану матеріалу при виготовленні довгомірних виробів з металопорошків в оболонці, що дозволяють виконувати автоматизоване проектування технологічних режимів, здійснювати вибір оптимальних вихідних параметрів заготовки та конструктивних параметрів обладнання;

– методика та програмні засоби з автоматизованого розрахунку основних показників якості при виробництві довгомірних виробів з металопорошків в оболонці, що дозволяють визначати рівні допустимих відхилень вихідної щільності порошку, початкових геометричних параметрів заготовки, точності виготовлення робочого інструменту в залежності від необхідної різновтовщинності кінцевого продукту і припустимого діапазону відхилення необхідної щільності сердечника;

– алгоритми автоматизованого проектування технологічних режимів процесів виготовлення порошкових матеріалів в металевій оболонці на основі ви-

користання розроблених математичних моделей, що дозволяють визначати оптимальні режими обтиснень і здійснювати раціональний вибір вихідної заготовки;

– удосконалена установка для експериментального визначення фізико-механічних властивостей порошкових матеріалів, що заснована на пресуванні заготовки в закритій матриці та визначенні взаємозв'язку між нормальними, радіальними напруженнями і щільністю;

– нові способи і пристрої для виробництва порошкових стрічок і дроту, що дозволяють поліпшити технологічні, якісні та експлуатаційні характеристики продукції, підвищити продуктивність процесу і знизити кількість обладнання необхідного для його реалізації;

– практичні рекомендації та науково-обґрунтовані технічні рішення щодо вибору матеріалу, форми і товщини оболонки, співвідношення товщини двошарової порошкової композиції, призначення режимів обтиснень, радіусів валків і коефіцієнта асиметрії для реалізації процесів прокатки порошкових матеріалів в металевій оболонці, спрямовані на розширення сортаменту і підвищення рівня споживчих властивостей металопродукції при одночасному забезпеченні економії матеріальних ресурсів на стадіях як створення, так і освоєння технологій і обладнання;

– практичні рекомендації та науково-обґрунтовані технічні рішення щодо вибору матеріалу і товщини оболонки, призначення кількості переходів і режимів обтиснень, призначення рівня натяжінь для реалізації процесів волочіння і плющення порошкового дроту в металевій оболонці, спрямовані на розширення сортаменту і підвищення рівня споживчих властивостей металопродукції при одночасному забезпеченні економії матеріальних ресурсів на стадіях як створення, так і освоєння технологій і обладнання прокатних і волочильних станів.

6. Повнота викладення результатів в опублікованих працях

Матеріали дисертаційної роботи опубліковані в 64 роботах, в тому числі 28 статей в фахових виданнях, 7 – у зарубіжних виданнях, з котрих 4 статті в міжнародних наукових журналах, що включені в наукометричну базу даних Scopus. Без співавторів опубліковано 7 статей. Також матеріали опубліковані в 3 колективних монографіях. Нові технічні рішення захищені 14 патентами України. Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Проведено апробацію та обговорення результатів досліджень на більш ніж 45-ти конференціях та семінарах.

7. Рекомендації і ступінь використання результатів дисертації

Тема дисертації відповідає науковому напрямку однієї з провідних наукових шкіл Донбаської державної машинобудівної академії «Створення нових і вдосконалення діючих технологій, обладнання та засобів автоматизації в прокатному виробництві». Робота виконана в рамках держбюджетних науково-дослідних робіт відповідно до координаційних планів Міністерства освіти і науки України, а також в рамках госпдоговірних науково-дослідних робіт з ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (м. Краматорськ).

Результати дисертаційної роботи у вигляді програмних продуктів, технічних рішень і практичних рекомендацій використані на ПАТ «Науково-дослідний і проектно-технологічний інститут машинобудування» (м. Краматорськ), ПрАТ «Фінпрофіль» (м. Харків), ПрАТ «Краматорський завод металевих конструкцій» (м. Краматорськ), ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (м. Краматорськ) і в Донбаській державній машинобудівній академії. Економічний ефект за рахунок зниження трудомісткості проектно-конструкторських і проектно-технологічних робіт склав 2653 тис. гривень.

Окремі положення дисертації використовуються в навчальному процесі в Донбаській державній машинобудівній академії в рамках викладання ряду спеціальних дисциплін, а також при виконанні науково-дослідних робіт, курсових та дипломних проектів.

Результати дисертації рекомендуються для впровадження на металургійних підприємствах при розробці технології виготовлення довгомірних металопорошкових виробів в металевій оболонці, а також на машинобудівних підприємствах при проектуванні механічного обладнання прокатних і волочильних станів для виробництва порошкових стрічок і дроту.

8. Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації

Автореферат за змістом повністю відповідає змісту дисертації. Оформлення автореферату та дисертації відповідає вимогам п. 9, 10 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567.

9. Зауваження по змісту і оформленню дисертації

1. У літературному огляді наведені різноманітні типи перерізів порошкових електродних стрічок (10 позицій на рис. 1.1). Всі вони значно відрізняються по конфігурації, деякі складаються з одного профілю, інші мають по два елементи оболонки. Природно, що технологія і трудомісткість виготовлення таких стрічок істотно відрізняються одна від одної. Хотілося б побачити більш детальний аналіз їх конструкцій і технологій виготовлення; коли рекомендується застосовувати ту чи іншу конструкцію, які з наведених перерізів електродних стрічок краще. У той же час в самій роботі досліджуються всього два типи оболонки з наведених десяти. А що по іншим представникам цього сортаменту?

2. На стор. 28...49 наведено детальний опис різних схем і пристроїв для отримання композиційних порошкових багатoshарових матеріалів. Але, з одного боку, вони наведені таким чином, що не зрозуміло – що у викладеному матеріалі є позитивним і може бути використано для вирішення поставлених в роботі цілей і завдань. З іншого боку, з моєї точки зору, до технології виробництва стрічок і дроту з металевою оболонкою і наповнювачем у вигляді порошку, розглянуті в цій частині огляду джерела відношення не мають.

3. На стор. 49 розділу 1 стверджується, що «деформування стрічки зі зміною конфігурації її поперечного перерізу відбувається без зміни товщини стінок одержуваного профілю і з відсутністю витяжки, тобто відбувається тільки гнуття стрічки в поперечному перерізі». Це не зовсім так. В даний час існують різні способи і прийоми, при яких для інтенсифікації процесу профілювання при формоутворенні профілю відбувається зміна товщини його стінки. Але навіть, якщо прийняти як допущення відсутність стоншення стінок профілю, воно буде суперечити тексту на стор. 180...186 розділу 4 і рисунку 4.31, з яких випливає, що товщина стінки оболонки при прокатці порошкової електродної стрічки змінюється від $h_{п0}$ до $h_{п1}$. Ніяких пояснень цьому явищу в роботі немає.

4. Розділ 1.3 роботи написаний як світлина існуючого стану питання. Наведено схеми окремих станів, вузлів, пристроїв, дається їх опис. Але ніде не поставлено питання – в якому напрямку слід проводити подальші дослідження щодо вдосконалення прокатного обладнання для виробництва довгомірних порошкових виробів. В результаті – чітко так і не сформульована задача, на що має бути спрямоване вдосконалення прокатного обладнання, та й самих виразних досліджень в цьому напрямку в роботі немає.

5. В четвертому розділі при моделюванні прокатки порошкової стрічки в закритій оболонці використане припущення про відсутність повздовжньої течії матеріалу, що треба було довести більш аргументовано. Також тут йдеться про

пластичну деформацію оболонки яка визначається в моделі і є недопустимою при прокатці. Слід було показати результати змінення форми оболонки при таких обтисненнях і надати рекомендації з допустимих величин пластичної деформації.

6. На стор. 149...166 розд. 4 наведено аналіз результатів, отриманих при чисельному моделюванні НДС при первинній прокатці порошкових сердечників в металевій оболонці. Наведено досить багато досліджень, графіків. Однак, не проведено ніяке ранжування досліджуваних факторів – які технологічні параметри налаштувань стану є значущими, в якій мірі і в яких діапазонах вони впливають на якісні показники одержуваної продукції не ясно. Якби таке ранжування було зроблено, можна було б провести віртуальне планування експерименту, спробувати вирішити оптимізаційні задачі. А так, доводиться задовольнятися твердженнями автора про важливість того чи іншого фактору «при проектуванні технологічних режимів прокатки», а як їх враховувати і що з урахуванням цього проектувати, залишається не ясним.

7. В п'ятому розділі при дослідженні плющення порошкового дроту прийняте припущення про відсутність повздовжньої деформації на основі результатів експериментальних досліджень. Треба було привести дані інших авторів з цього процесу і більш детально аргументувати дане припущення з вказанням діапазонів його правомірності.

8. Отримані автором в розділі 6 (стор. 244) дані про те, що при збільшенні товщини оболонки (з 0,42 мм до 1,2 мм, тобто мало не в 3 рази) зусилля прокатки за рахунок підвищення жорсткості оболонки, а також зменшення осередку деформації зменшується в 2,5 рази, потребує осмислення, додаткового обґрунтування і підтвердження.

9. На графіках 7.2 та 7.3 (розділ 7), де наведені розрахункові розподіли локальних і інтегральних характеристик прокатки двошарових порошкових стрічок в залежності від коефіцієнта зовнішнього тертя, співвідношення товщини порошкових стрічок не показано розподіл такого важливого показника, як момент прокатки.

10. Недоліком роботи є відсутність розділу, де б автор спробував якось оцінити технічну і економічну цінність виконаних досліджень, куди потрібно спрямувати зусилля для реалізації роботи в промисловості.

10. Висновок

На підставі аналізу дисертаційної роботи Е. П. Грибкова «Розвиток наукових основ і удосконалення обладнання та технологій деформування довгомі-

рних металопорошкових виробів в оболонці» і опублікованих праць автора вважаю, що в дисертації з достатньою повнотою обґрунтовано і вирішено актуальну науково-технічну проблему, а саме, економії матеріальних ресурсів і підвищення якості довгомірних металопорошкових виробів в металевій оболонці. Матеріали дисертації викладено логічно і послідовно, стиль викладу чіткий і зрозумілий. Зміст автореферату повністю відповідає тексту дисертації, а основні наукові положення, які в них містяться, є ідентичними.

За своєю актуальністю, ступенем достовірності та обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, новизною, практичним значенням, повнотою викладу в опублікованих працях дисертаційна робота відповідає вимогам до докторських дисертацій.

Зважаючи на відповідність дисертації вимогам п. 9 та п. 10 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, вважаю що її автор Грибков Едуард Петрович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.05 – процеси та машини обробки тиском.

Офіційний опонент

Завідувач кафедри технології матеріалів
Харківського національного технічного
університету сільського господарства
ім. П. Василенка,
доктор технічних наук, професор

О. І. Тришевський

Підпис Тришевського О. І. засвідчую
Начальник відділу кадрів



Л.С. Харчевнікова