

*До спеціалізованої вченої ради Д 08.084.02  
Національної металургійної академії України  
49600, м. Дніпро, пр. Гагаріна, 4*

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертацію

**Шифріна Євгена Ісайовича**

**«Розвиток теорії та технологій безперервної безоправочної прокатки на основі комплексного врахування факторів, що зумовлюють їх якість».**

подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.03.05 – Процеси та машини обробки тиском

### **Оцінка структури, змісту і завершеності дисертації**

В результаті ознайомлення з рукописом дисертації встановлено, що вона складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Роботу викладено на 318 сторінках машинописного тексту, з яких 262 сторінок основного тексту. Робота містить 45 рисунків і 9 таблиць. Список використаних джерел з 179 найменувань розміщено на 22 сторінках, 19 додатків займають 56 сторінок.

Структура роботи відповідає вимогам, що пред'являють до докторських дисертацій, та не викликає заперечень і є завершеною науковою працею.

### **Експертиза змісту розділів дисертації**

**Вступ** містить загальну характеристику роботи, обґрунтування актуальності теми, зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами і темами. Поставлено мету і завдання дослідження. Дано характеристику наукової новизни й практичної цінності отриманих результатів, їх апробація і впровадження, відзначено особистий внесок здобувача.

**Перший розділ** містить огляд традиційних та сучасних літературних джерел і досліджень безперервної безоправочної поздовжньої прокатки труб, наведено аналіз характерних особливостей процесу, викладено детальну класифікацію трубних станів безоправочної поздовжньої прокатки, здійснено аналіз основних параметрів калібрів за їхньою формою.

Проаналізовано процеси зміни середньої товщини стінки, формування поперечної різностінності, а також особливості розрахунку швидкісного режиму та енергосилових параметрів процесу деформації труб у багатоклітьових безоправочних станах поздовжньої прокатки у разі сталих та несталих стадій процесу.

В результаті виконаного огляду встановлено, що повністю уникнути наведення поперечної різностінності на трубах під час калібрування та редукування труб в калібрах будь-якого типу неможливо. Тому актуальною є проблема вибору оптимальних параметрів формозміни, за яких різностінність буде мінімальною при заданих умовах деформації. Також у жодній з відомих моделей

не був врахований вплив способу виготовлення профілю калібру («індивідуально» або «у зібраному стані») на поперечну різностінність труб, наведену в процесі редукування. Вирішення задачі про визначення кінематичних і енергосилових параметрів деформації труб для станів безоправочної поздовжньої прокатки у відомих математичних моделях здійснюється шляхом послідовного аналізу умов формозміни в кожній кліті окремо. Визначено, що рішення, які базуються на зв'язку параметрів деформації у всіх клітках стана в єдину систему рівнянь, відсутні. Також відсутні рішення щодо визначення параметрів деформації труб в цих станах, які дозволяють враховувати можливість пробуксування валків по поверхні металу. Існуючі математичні моделі процесу заповнення безперервного стана прокатаним металом базуються на внесенні певних припущень у моделі стаціонарного процесу і не розглядають взаємозв'язок параметрів формозміни у вигляді єдиної системи рівнянь, яка описує процес безперервної прокатки. Обґрунтовано необхідність визначення комплексу раціональних параметрів деформації при безоправочній поздовжній прокатці, який враховує максимально можливу кількість чинників, що впливають на стабільність процесу формозміни труб.

Автором сформульовано наукову проблему розвитку наукових і технологічних основ і методів розрахунку процесів гарячого пластичного деформування та удосконалення процесів виготовлення труб в багатоклітьових станах безоправочної поздовжньої прокатки різних конструкцій на основі пошуку нових наукових знань з розвитку нерівномірності деформації з урахування максимально можливої кількості параметрів процесу при різних схемах калібрування та редукування труб.

**У другому розділі** представлено математичну модель зміни середньої товщини стінки труби в процесі безперервної безоправочної поздовжньої прокатки, яка враховує вплив трьох основних чинників: відносної тонкостінності труби, коефіцієнта пластичного натягу, частинних деформацій по діаметру у поєднанні з коефіцієнтом тертя, довжиною осередку деформації та реологічними властивостями деформованого металу.

При цьому процесі точність труб характеризується поперечною різностінністю, основною причиною утворення якої є асиметричне навантаження деформованої заготовки, що призводить до нерівномірної по периметру труби сумарної радіальної деформації.

Запропоновано уточнені формули для розрахунку довжини осередку деформації та площі контактної поверхні при поздовжній прокатці циліндричних та попередньо овалізованих заготовок у овальних калібрах.

Автором запропоновано новий узагальнений показник, який характеризує сукупний вплив умов контактної взаємодії (коефіцієнта зовнішнього тертя), відносної деформації та співвідношення розмірів валків та заготовки на зміну середньої товщини стінки труби в процесі рівномірного обтиснення заготовки.

Також розроблено математичну модель для визначення довжини кінцевої обрізи при редуванні труб та метод адаптування детермінованої моделі до умов реального виробництва.

**В третьому розділі** представлено математичну модель, яка враховує вплив натягу, кількості валків та форми калібру, частинної деформації, коефіцієнта тертя, реологічних властивостей деформованого металу та способу нарізання калібрів на рівень поперечної різностінності готових труб при безоправочній безперервній поздовжній прокатці. Наведено теоретичний аналіз формозміни металу та обґрунтовано висновок, що показник розширення та коефіцієнт пластичного натягу суттєво впливають на кінцеву точність труб. На підставі цього висновку здійснено корекцію заводських режимів деформації.

Автором запропоновано і реалізовано алгоритм реалізації математичної моделі наведення поперечної різностінності у разі безоправочної поздовжньої прокатки. Порівняння результатів реалізації цієї моделі з відомими теоретичними та експериментальними даними підтвердило досить високий рівень її адекватності реальному процесу.

Теоретично обґрунтовано та запропоновано метод розрахунку форми калібрів для промислових станів поздовжньої безоправочної прокатки, які забезпечують відсутність сплющування труб під час прокатки.

**У четвертому розділі** запропоновано математичні моделі стаціонарного і нестаціонарного процесів безоправочної прокатки труб, де визначення параметрів формозміни (катаючих діаметрів, міжклітьових натягів, змінень товщини стінки по клітках) здійснюється шляхом розв'язання системи рівнянь, які описують умови, що відповідають одночасній деформації заготовки в усіх клітках безперервного стана, що дозволяє прогнозувати зміну параметрів точності труб в залежності від параметрів прокатки в станах різних конструкцій. Співставлення емпіричних і розрахункових величин тиску металу на валки і моменту прокатки підтвердило достатній для практичного використання рівень адекватності моделі реальному процесу.

Автором запропоновано математичне формулювання умов безперервної прокатки з пробуксуванням валків по поверхні металу, яким були доповнені математичні моделі стаціонарного і нестаціонарного процесів.

Проведеними дослідженнями впливу зміни умов деформування труб при калібруванні в умовах знижених температур та малих обтискувань по клітках, доведено суттєвий вплив пружної деформації на параметри процесу та змінення катаючих діаметрів калібрів, без урахування чого не можливо досягнути необхідної точності труб.

Автором також проведені дослідження впливу впроваджених на основі виконаних теоретичних розробок змін в діючі технології калібрування та редукування труб з різних марок сталі на мікроструктуру та тонку структуру труб. Доведено, що підвищення точності труб та зменшення нерівномірності деформації у разі впровадження нових технологій прокатки суттєво зменшують різнозеренність та ймовірність появи тріщин, а також зменшує розміри зерен.

**П'ятий розділ** містить результати впровадження розробок у виробництві. Автором проведено роботи з удосконалення технологій безперервної безоправочної поздовжньої прокатки в умовах калібрувального та редуційного станів ТПА 30-102 і калібрувального стана ТПА 350 ТОВ «Інтерпайп Ніко Тьюб», а

також редуційного стану ТПА 140 ПАТ «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод».

На цих прокатних станах впроваджен новий метод розрахунку таблиць прокатки (захищено патентами, одержаними автором), який враховує особливості технології виготовлення калібрів і де початково заданим параметром процесу є закон розподілу уширення по клітках стану.

У результаті використання запропанованих таблиць прокатки досягнуто суттєве зниження поперечної різностінності труб, а також витратного коефіцієнту металу.

Також, завдяки впровадженню здійснених автором теоретичних розробок досягнуто розширення сортаменту труб та знижена кінцева обрізь на ТПА 30-102 ТОВ «Інтерпайп Ніко Тьюб».

Результати впровадження на виробничих підприємствах підтверджено відповідними документами із зазначенням основних технічних ефектів, що досягнуто.

У кожному розділі наведено висновки, а **загальні висновки** у повній мірі відбивають підсумок всієї роботи. **У додатках** наведені акти, що підтверджують використання результатів дисертаційних досліджень. Результати роботи впроваджені на двох виробничих підприємствах

Текстова частина робота проілюстрована пояснювальними схемами, графіками, фотографіями; довідковий та узагальнюючий матеріал наведений у таблицях.

На основі проведеної експертизи слід констатувати наявність наступних необхідних елементів у роботі.

### **Актуальність теми дисертації**

Безперервна безопрарочна поздовжня прокатка у багатоклітьових станах є невід'ємною складовою технологічних процесів на більшості трубопрокатних агрегатів (ТПА) з виробництва гарячедеформованих безшовних труб. В Україні тривалий час перебувають в експлуатації 13 безперервних редуційних і калібрувальних станів, що здійснюють заключну технологічну операцію гарячого переділу на семи ТПА, які виготовляють гарячекатані безшовні труби з вуглецевих, низьколегованих та високолегованих сталей. У Східній Європі в експлуатації знаходиться більше 27 безперервних редуційних і калібрувальних станів у складі 17 ТПА, три з яких введені до експлуатації відносно недавно. Окрім цього, у складі устаткування відділень термічної обробки труб також широко використовують 3...5-клітьові калібрувальні стани.

Підвищення ефективності виробництва труб пов'язане з вирішенням проблем, які виникають з розширенням сортаменту продукції як за розмірами, так і за марочним складом сталей, підвищенням вимог до точності геометричних параметрів та до зменшення невиробничих витрат металу на стадії виготовлення, особливо на ТПА, які давно введені в експлуатацію.

До цього часу низка важливих питань, які визначають можливості підвищення ефективності процесів безопрарочної поздовжньої прокатки труб, дослі-

джені в недостатній мірі (або зовсім не досліджені).

Відомі методи розрахунку деформаційно-швидкісних режимів стаціонарних процесів безоправочної прокатки у безперервних станах базуються на послідовному аналізі умов формозміни у кожній клітці окремо. Досі розв'язання рівнянь, в системі, розробка якої ґрунтувалась би на комплексному зв'язку параметрів деформації у всіх клітках стана, відсутні.

У відомих дослідженнях вивчення нестационарних процесів безоправочної прокатки у безперервних станах обмежуються лише аналізом стадії заповнення стана металом, що прокатується. Відсутні розробки щодо вивчення особливостей процесу безоправочної формозміни труб безперервною прокаткою із пробуксуванням валків по поверхні металу у клітках стана.

Не проводилися дослідження цього процесу при температурних режимах, які характерні для калібрування труб з малими частинними деформаціями після термічної обробки, тобто при умові, коли пружна деформація труби по діаметру стає порівняною з частинними обтисненнями по клітках. Врахування цих факторів сприяє підвищенню досконалості математичних моделей та достовірності результатів досліджень, що, в решті решт, дозволяє обирати найбільш ефективні деформаційно-швидкісні параметри прокатки для підвищення точності труб та забезпечення можливості розширення сортаменту продукції на діючих станах.

Таким чином, робота, спрямована на розвиток теорії та технологій ББПП на основі комплексного врахування ряду факторів, що впливають на точність гарячедеформованих труб та їхню якість, є актуальною.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами**

Виконання дисертаційної роботи пов'язано з тематичними планами наукових досліджень Інституту розвитку ПАТ «Інтерпайп НТЗ», Науково-дослідного і проектно-технологічного трубного інституту (науково-дослідні роботи ДР №0117U006742 «Розробка, експертиза та реєстрація технічних умов ТУ 24.2-05393116-546:2016 «Труби обсадні та муфти до них. Різьбове з'єднання UPJ-M. Параметри та розміри. «Інтерпайп НТЗ» та ДР №0117U006741 «Розробка, експертиза та узгодження технічних умов та змін до них». Робота «Інтерпайп Ніко Тьюб»), Національної Металургійної академії України (науково-дослідні роботи ДР №0115U003175 «Закономірності структуроутворення металевих матеріалів, що відбуваються під впливом складних факторів кристалізації та високоенергетичних обробок на газові пори та неметалеві включення» та ДР №0117U005159 «Розробка та впровадження методики розрахунку та планування витрат металу при виробництві поковок вільним куванням в умовах ТОВ «Днепропрес сталь»).

### **Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій**

Вирішення поставлених задач проводилося з використанням сучасних методів теоретичних і експериментальних досліджень. Теоретичні дослідження реалізовані на основі фундаментальних положень теорії пластичності, теорії

обробки металів тиском, теорії прокатки. Лабораторні та промислові дослідження виконані з використанням сучасного обладнання і вимірювальної апаратури, що пройшла метрологічну перевірку. Основні результати оброблені за допомогою методів математичної статистики та підтверджені їх перевіркою і використанням у виробничих умовах.

Вищевикладене дає змогу констатувати, що сформульовані у дисертаційній роботі основні наукові положення, моделі, алгоритми, висновки і практичні рекомендації є достатньо обґрунтованими, достовірними і адекватними.

### **Наукова новизна результатів дисертації**

Наукова новизна роботи вбачається в наступному:

1. Отримали розвиток методи теоретичного дослідження закономірних взаємозв'язків комплексу кінематичних, деформаційних та енергосилових параметрів формозміни металу у послідовних клітях багатоклітьового стана в сталих та несталих режимах безперервної безоправочної поздовжньої прокатки з врахуванням деформації в міжклітьових проміжках.

2. Вперше на основі теоретичних та експериментальних досліджень визначено закономірності впливу показника розширення на різностінність труб для різних умов формозміни під час безперервної безоправочної поздовжньої прокатки.

3. Набув розвитку метод розрахунку деформаційних і кінематичних параметрів процесу безперервної безоправочної прокатки труб з врахуванням пружної деформації.

4. Вперше встановлено закономірні взаємозв'язки параметрів деформуючого інструменту у разі індивідуального та групового нарізання калібрів із технологічними характеристиками процесу гарячої безперервної безоправочної прокатки (відносної деформації по діаметру і показнику розширення), а також формою калібру (висота, ширина, овальність) із врахуванням дестабілізуючого впливу останніх на зміну діаметра і товщину стінки труб.

5. Вперше для несталого режиму звільнення безперервного безоправочного прокатного стана визначено залежність появи «пікових» сил прокатки від параметрів налаштування процесу.

6. Набув розвитку метод розрахунку довжини контактної поверхні, площі контакту металу з калібром і катаючого діаметра в осередку деформації під час безперервної безоправочної поздовжньої прокатки труб.

### **Значення дисертаційного дослідження для науки й практики**

Отримані результати дозволяють розвинути науково-методологічні основи проектування процесів безперервної безоправочної поздовжньої прокатки труб з точки зору прогнозування і досягнення значного поліпшення характеристик точності труб та зниження непродуктивних витрат металу на їх виробництво. Особливе значення виконані розробки мають для калібрувальних і редуційних станів, які експлуатуються довгий час.

Для практики мають значення наступні результати:

- виявлено нові закономірності процесу безперервної безоправочної поздовжньої прокатки труб, які мають універсальний характер і можуть бути застосовані для аналізу процесу деформації на діючих калібрувальних і редуційних станах різних типів для оптимізації параметрів, розширення сортаменту, підвищення точності та зниження металоємності продукції;
  - обґрунтовано нові принципи розрахунку таблиць поздовжньої безоправочної прокатки труб, в яких параметри калібрувань валків обирають в залежності від заданих показників розширення, частинних деформацій по діаметру та технології нарізання калібрів (патенти України №73440 і №77136 отримані автором);
  - визначено граничні величини середніх по стану значень коефіцієнтів пластичного натягу, при яких прокатка здійснюється без пробуксування валків по поверхні металу;
  - обґрунтовано та розроблено рекомендації щодо зменшення довжини потовщених кінців і кінцевої обрізи труб у разі редукування (згідно з умовами ТПА 30-102 ТОВ «Інтерпайп Ніко Тьюб»);
  - теоретично обґрунтовано можливості розширення сортаменту ТПА 30-102 у бік типорозмірів більш товстостінних труб (до  $S_t \leq 14,0$  мм) завдяки врахуванню «пікових» зусиль в несталіх стадіях процесу деформації металу труб під час ББПП;
  - визначено вплив пружної деформації труби по діаметру під час калібрування труб при знижених температурах після термічної обробки, а також в чистових клітках редуційних станів на деформаційні та енергосилові параметри процесу і обґрунтування необхідності врахування їх у визначенні параметрів калібрів.
- Результати роботи апробовано і впроваджено для всього сортаменту прокатаних труб в умовах калібрувального і редуційного станів ТПА 30-102, калібрувального стана ТПА 350 ТОВ «Інтерпайп Ніко Тьюб» і редуційного стана ТПА 140 ПАТ «Інтерпайп НТЗ». Впровадження результатів досліджень дозволило розширити сортамент, підвищити точність геометричних розмірів труб та знизити невиробничі втрати металу (акт ТОВ «Інтерпайп Ніко Тьюб» від 17.07.2017 р. та висновок ПАТ «Інтерпайп НТЗ» від 28.08.2017 р.).

### **Рекомендації щодо використання результатів дисертації**

Для використання у промисловості можна рекомендувати технологічні схеми безперервної безоправочної поздовжньої прокатки та деформаційно-температурні (термомеханічні) режими пластичної деформації. Опробуванні технологічні режими та методи розрахунку таблиць прокатки можуть бути рекомендовані на етапі проектування технологічних процесів виготовлення труб для досягнення високих показників якості в процесах деформування, у тому числі в умовах знижених температур деформування та малих обтискувань. Отримані результати можуть бути використані на підприємствах, де встановлено багатоклітьові калібрувальні і редуційні стани різних конструкцій. Особливе значення виконані розробки мають для удосконалення технологічних процесів на станах, які діють довгий час. Розробки будуть корисними науково-дослідним

та навчальним організаціям з точки зору використання у науковій, дослідній та освітній діяльності.

### **Повнота викладу наукових результатів у публікаціях автора**

Наукові результати, винесені на захист, опубліковані викладено у 51 наукових роботах, серед них: 2 монографії, 33 статті у спеціалізованих виданнях, з яких 13 закордонних (зокрема без співавторів – 6 статей). За матеріалами дисертації отримано 8 патентів України на винаходи.

Статті містять всі необхідні складові частини, такі як: стан питання, формулювання мети роботи, наведення методик дослідження, аналіз отриманих результатів та висновки по роботі. Особистий внесок автора визначено у кожній з праць, що опубліковано у співавторстві, що свідчить про достатньо повне відображення сутності результатів дослідження у періодичних виданнях.

### **Апробація результатів дисертаційної роботи**

Основні положення роботи, наукові та практичні результати доповідались більш ніж на 11 всеукраїнських, міжнародних науково-технічних (МНТК) та науково-практичних конференціях (МНПК), у тому числі: на 46-ій Міжнародній конференції «Material science & Technology 2004» (Новий Орлеан, Луїзіана, США, 2004 р.); Міжнародній конференції «Material science & Technology» (Пітсбург, Пенсільванія, США, 2005 р.); Молодіжному науково-технічному форумі «Інтерпайп – 2004» (Дніпропетровськ, 2004 р.); Молодіжному науково-технічному форумі «Інтерпайп – 2005» (Дніпропетровськ, 2005 р.); Міжнародній конференції з технології обробки сталі «AISTech'06» (Клівленд, Огайо, США, 2006 р.); Міжнародній конференції «Матеріали і технологія» (Спліт, Хорватія, 2009 р.); X Міжнародному Конгресі прокатників (Липецьк, Росія, 2015 р.); XI Міжнародній науково-технічній конференції «Пластична деформація металів». НМетАУ (Дніпро, Україна, 2017 р.); Придніпровському науковому семінарі кафедри ОМТ НМетАУ і прокатних відділів Інституту чорної металургії НАНУ (Дніпропетровськ, 2005, 2006, 2017 рр.).

Це свідчить про достатньо повну апробацію результатів роботи і добре її висвітлення у науковому світі.

### **Відповідність структури, змісту й оформлення дисертації встановленим вимогам і змісту автореферату основним положенням дисертації**

Назва роботи відповідає обраній спеціальності й сутності розв'язуваної задачі. Мета роботи й завдання досліджень є логічно обґрунтованими. Структура роботи, обсяг її окремих частин відповідають вимогам, що висувають до докторських дисертацій в Україні. Дисертаційна робота має всі необхідні розділи, які достатньо повно розкривають проведені автором дослідження – від аналізу існуючих теоретичних та технічних досліджень процесів осаджування і протяжки, питань матеріалознавства при обробці металів тиском, до рекомендацій і впровадження результатів у виробництво. Дисертація написана достатньо грамотною мовою і добре оформлено. Наукові положення й результати роботи не суперечать сучасним науковим досягненням у галузі науки та техніки.



Автореферат дисертації повністю відповідає змісту роботи і розкриває усі аспекти досліджень, виконаних автором.

### **Зауваження по дисертації**

1. Назва дисертаційної роботи має вказувати на її мету. Така частина в назві присутня «... що зумовлюють їх якість». Однак термін «якість» - вельми широкий і охоплює, крім точності геометричних розмірів, цілу низку показників, пов'язаних зі станом поверхні, механічними властивостями, мікроструктурою труб, чому в роботі приділено другорядну увагу. Тому краще, на мій погляд, було б в назві роботи написати «... що зумовлюють їх точність».

2. Формулювання найменувань підрозділів у багатьох випадках носять «книжковий» характер, наприклад, 2.4.3. «Про імовірнісний характер довжини кінцевої обрізи»; 3.4.2 «Ідеальна форма суміжних калібрів». У дисертації з назв підрозділів повинно бути ясно що автор запропонував, розробив, проаналізував, удосконалив з урахуванням того, що літературний огляд допускається лише в одному першому розділі. А далі - тільки результати власних досліджень. У змісті дисертації відсутній перелік всіх додатків.

3. У роботі на стор. 23-26 не вказано в чисельному вираженні: наскільки запропоноване уточнення моделі процесу безперервної безоправочної прокатки дозволило уточнити результати розрахунків кінематичних і енергосилових параметрів прокатки; якою мірою облік пружних деформацій вплинув на деформаційні і кінематичні параметри прокатки; якою мірою параметри деформуючого інструменту взаємопов'язані з технологічними характеристиками процесу гарячої безоправочної прокатки, з формою і розміром калібру; якою мірою ці взаємозв'язки впливають на точність труб.

4. У роботі виявлено поява «пікових» сил прокатки залежно від параметрів настройки процесу в нестационарному режимі звільнення безперервної групи безоправочного прокатаного стану. Встановлено, що в деяких випадках «пікові» сили в процесі звільнення безперервного стану можуть бути вище, ніж при заповненні. Однак не сформульовано за яких саме умов це відбувається.

5. В методі розрахунку довжини контактної поверхні, площі контакту металу з калібром і катаючого діаметра в осередку деформації, який набув розвитку, додатково враховані реологічні властивості матеріалу і пружні деформації. Але не вказано, в якій саме мірі це дозволяє підвищити точність розрахунку енергосилових параметрів прокатки.

6. На мою суб'єктивну думку розділ п. 4.6, де наводиться порівняння результатів мікроструктурного аналізу щодо існуючої та розробленої технологій, виглядає відірваним від основної ідеї роботи. Перед порівнянням відсутній опис цих технологій, факторів, за рахунок яких очікувався вплив на параметри мікроструктури. Лише загальне посилання на розділ 3, де представлено теоретичний аналіз наведення поперечної різностінності труб, в т.ч. розглянуті різні методи розрахунку параметрів калібрування валків та технології нарізування калібрів. Саме в цьому та інших розділах використано невдалий термін «модель розрахунку». Існують, наприклад, методика, метод, алгоритм розрахунку. Іс-

нують, наприклад, математична модель процесу прокатки, математична модель прокатної кліти та ін.

### **Загальний висновок**

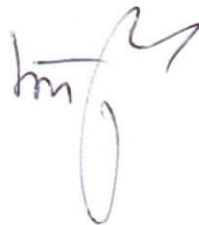
Дисертаційна робота Шифріна Євгена Ісайовича «Розвиток теорії та технологій безперервної безоправочної прокатки на основі комплексного врахування факторів, що зумовлюють їх якість» є самостійною завершеною науковою працею на актуальну тему, у якій виконане теоретичне узагальнення і нове вирішення науково-технічної проблеми, яка полягає у визначенні комплексу раціональних параметрів процесу безперервної безоправочної поздовжньої прокатки шляхом теоретичного та експериментального дослідження формозміни металу, що дає можливість одержання труб на діючих станах з високими показниками по точності товщини стіки і діаметру на рівні сучасних вимог та економією матеріальних витрат.

Зазначені зауваження не зачіпають суті виконаної роботи, а тому вони не знижують її загальної позитивної оцінки. Це дозволяє оцінити роботу як таку, що відповідає вимогам Постанови КМУ від 24 липня 2013 р. № 567 «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів» (з урахуванням змін, що внесені Постановою КМУ від 19 серпня 2015 р. № 656 «Деякі питання реалізації статті 54 Закону України “Про вищу освіту”»), що пред'являють до докторських дисертацій.

На підставі викладеного вище аналізу можна зробити загальний висновок, що дисертаційна робота Шифріна Євгена Ісайовича відповідає вимогам, які висувають до докторських дисертацій, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.05 – процеси та машини обробки тиском.

### **Офіційний опонент**

Завідувач відділу процесів та машин обробки металів тиском  
Інституту чорної металургії ім. З.І.Некрасова  
Національної академії наук України,  
доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник



**Приходько Ігор Юрійович**

Підпис Приходько І.Ю. засвідчую  
Вчений секретар Інституту чорної  
металургії ім. З.І.Некрасова  
Національної академії наук України



**Мекрулов Олексій Євгенович**