

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
ГУЗЕНКА ДЕНИСА ЄВГЕНОВИЧА

**“Підвищення ефективності процесу чорнової обробки деталей
ступінчастими різцями на важких токарних верстатах”, що представлена на
здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти**

Актуальність теми дисертації. Технічний прогрес в промисловості у значній мірі обумовлений розробкою нових ресурсозберігаючих, наукоємних та високопродуктивних технологій, що забезпечують підвищення продуктивності праці і якості продукції машинобудування. Можливості виготовлення машин, конкурентоспроможних на світовому ринку, забезпечуються оснащенням машинобудівельних підприємств, в першу чергу, сучасним верстатним обладнанням, інструментальним забезпеченням, новими технологічними методами та ефективною їх експлуатацією.

Тому особливого значення набуває впровадження сучасних технологій та підвищення ефективності виготовлення деталей на важких токарних верстатах, де трудомісткість і собівартість виготовлення досить висока.

При вирішенні задачі підвищення ефективності процесу обробки великорозмірних відповідальних деталей на важких токарних верстатах важливим є забезпечення надійності різального інструменту, яка на цих верстатах при жорстких умовах різання обумовлена головним чином міцністю його робочої частини.

Використання високопродуктивних технологій та впровадження, зокрема надійного різального інструменту на високоточному важкому обладнанні, відкриває нові можливості для виготовлення та широкої номенклатури великорозмірних і відповідальних деталей надпотужних турбін та генераторів, прокатних станів, енергетичних установок для морських суден та інших машин і механізмів

Основна частина операцій на важких токарних верстатах складає повздовжнє обточування деталей твердосплавним інструментом. При цьому параметри

експлуатації інструменту мають велике розсіювання, що підтверджує необхідність розгляду стохастичного характеру процесу експлуатації інструменту.

Розв'язання задачі підвищення ефективності процесу чорнової обробки деталей ступінчастими різцями на важких токарних верстатах неможливе без розроблення науково-обґрунтованих технологічних методів вдосконалення конструкцій збірних різців зі ступінчастою схемою різання для обробки деталей з великими перерізами зрізаного шару на важких верстатах, які суттєво підвищують техніко-економічні показники та надійність роботи технологічної системи високоточного важкого обладнання.

Тому дисертаційна робота Гузенка Дениса Євгеновича "Підвищення ефективності процесу чорнової обробки деталей ступінчастими різцями на важких токарних верстатах", яка направлена на вирішення важливої науково-технічної задачі підвищення продуктивності, надійності конструкцій та експлуатаційних характеристик збірних ступінчастих різців для чорнової обробки на важких токарних верстатах є безумовно актуальною та вчасною.

Відповідність роботи планам наукових досліджень. Робота виконувалась в рамках наукової тематики кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструменту та технологій Донбаської державної машинобудівної академії у відповідності з програмою науково-дослідних робіт: Дк-01-2014 «Підвищення надійності та продуктивності комп'ютеризованих мехатронних верстатострументальних систем важкого машинобудування» (№0114U002757), Д-01-2015 «Підвищення енергоефективності процесів механообробки на основі багатокритеріальної оптимізації параметрів технологічних систем важкого машинобудування» (№0115U003122): Дк-01-2018 «Підвищення енергоефективності мехатронних верстатострументальних систем механічної обробки в умовах важкого машинобудування»

Оцінка наукової новизни, достовірності та обґрунтованості основних положень дисертації.

Аналіз технічних рішень та наукових розробок в області підвищення ефективності процесу чорнової обробки деталей ступінчастими різцями на важких токарних верстатах дозволив автору сформулювати мету і задачі досліджень.

Автором виконано аналітичний огляд сучасного стану особливостей технологічного процесу виготовлення деталей на важких токарних верстатах, на основі якого зроблено висновок про перспективність виконання досліджень із забезпечення підвищення ефективності процесу чорнової обробки деталей ступінчастими різцями на важких токарних верстатах, сформульована мета і основні завдання дослідження.

Проаналізувавши результати виконаних раніше робіт, автор дисертації запропонував нову концепцію підвищення продуктивності, надійності конструкцій та експлуатаційних характеристик збірних ступінчастих різців для чорнової обробки з великими перерізом зрізуваного шару деталей на важких верстатах.

Відповідно до запропонованої гіпотези, розроблено методику комплексного підходу до вивчення процесу чорнової обробки деталей з великими перерізами зрізуваного шару на важких верстатах ступінчастими збірними різцями з урахуванням умов, особливостей та закономірностей їх експлуатації.

Автором виконано ряд досліджень з метою отримання розрахунково-аналітичних залежностей визначення параметрів напружено-деформованого стану конструктивних варіантів вузлів механічного кріплення різальних пластин ступінчастих збірних різців, які вперше враховують особливості навантаження та контактної взаємодії пластин з елементами зовнішнього і внутрішнього зрізу припуску, що дозволяє підвищити безвідмовність інструменту при експлуатації. При цьому слід враховувати, що ці процеси є мало вивченими і приховують значні виробничі можливості їх використання.

Експериментально обґрунтовано залежність міцнісних та жорсткісних параметрів вузлів кріплення різальних пластин та розроблено конструкцію ступінчастого збірного різця з механічним кріпленням пластин із однією робочою вершиною різального ступінчастого леза для чорнового точіння при знятті великих перерізів зрізуваного шару.

Теоретичні положення автора є послідовними, логічними та обґрунтованими. Наведені в роботі припущення при описі динамічного стану технологічної системи важкого токарного верстата не впливають суттєво на остаточний результат.

У загальних висновках автор представив найбільш значимі результати роботи, вони є змістовними і досить повно характеризують наукову новизну і практичну цінність дисертаційного дослідження.

В роботі використано методики аналізу статистичної інформації, сучасна діагностична техніка та математичні методи обробка даних.

Достовірність отриманих результатів базується на значному об'ємі експериментальних досліджень, що виконані як в лабораторних умовах, так і в умовах виробництва.

Достовірність розроблених рекомендацій підтверджується результатами їх практичного використання.

Наведене дозволяє вважати основні положення дисертації обґрунтованими, а отримані результати – достовірними.

Загальна характеристика роботи. Дисертаційна робота виконана в Донбаській державній машинобудівній академії та складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаної літератури та додатків. Повний обсяг рецензованої роботи містить 184 сторінки машинописного тексту з 64 рисунками та 22 таблицями. Список використаних джерел складається із 134 найменувань. У додатках наведено протоколи виробничих випробовувань збірних різців з механічним кріплення різальних пластин та акти впровадження розробки в умовах промислових підприємств, що отримані за результатами роботи.

У **вступі** викладено обґрунтування актуальності теми роботи, сформульовано мету та задачі, вказано об'єкт та предмет дослідження, викладено наукові положення, які виносяться на захист, наведено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, наведено дані про публікації й апробацію роботи.

Перший розділ присвячений аналізу сучасного стану умов чорнової обробки великогабаритних деталей на підприємствах важкого машинобудування щодо їх якості та обґрунтовано необхідність створення нових сучасних конструкцій збірних різців для важких токарних верстатів. Розглянуто систему показників надійності різального інструменту, в яку входять показники динамічної якості різального інструменту, що відображають вплив динаміки процесів, які мають місце в системі

«верстат-інструмент-деталь», на стійкість і продуктивність різального інструменту та поставлено завдання дисертаційного дослідження..

У другому розділі наведено опис використаних у роботі методик проведення досліджень, розглянуті питання одержання статистичної інформації про деталі, технологічні операції, різальні інструменти і режими різання, збір яких здійснювався методом тривалих спостережень. В методиці статистичних досліджень умов експлуатації різального інструменту на важких токарних верстатах передбачено, на основі створеної бази знань, використання методів математичної статистики: групування даних за заданою ознакою, встановлення параметрів законів розподілу параметрів. Розглянута модель системи стохастичної багатокритеріальної оптимізації на базі об'єднання генетичного алгоритму та нейронних мереж.

У третьому розділі представлено результати досліджень та проаналізовано структуру відмов технологічної системи важких токарних верстатів. Розглянуто умови підвищення міцності інструменту для чорнкової обробки з великими перерізами зрізуваного шару деталей на важких верстатах шляхом розробки нової ступінчастої схеми різання збірними різцями та вдосконалення вузлів кріплення спеціальних різальних пластин із уступом за допомогою прихоплювача.

Для дослідження напружено-деформованого стану різальних пластин ступінчастого різця застосовано метод скінчених елементів, розрахунки виконувались в програмних середовищах CosmosWorks, Ansys.

Приведено розрахунки напружено-деформованого стану напружень у різальних пластинах для конструктивних схем вузлів кріплення з уступом за допомогою прихоплювачів різних ступенів збірного різця.

Розглянуто вплив співвідношення складових сили різання і, відповідно, напрямку дії сили різання на виникаючі в збірній конструкції різця деформації і напруження.

На основі проведених результатів досліджень напружено-деформованого стану різців встановлено, що нормальні напруження у пластині, яка оброблює зовнішній шар припуску в напрямку подачі, зменшуються до 20 % у порівнянні з

традиційною ступінчастою схемою різання з двома вершинами.

Таким чином, таке конструктивне рішення розміщення пластин збірного різця дозволяє зменшити кількість відмов у вигляді руйнації різальної частини різця.

У четвертому розділі для дослідження, розрахунку та аналізу динамічних явищ при різанні збірними ступінчастими різцями запропоновано вдосконалену структурну модель динамічної системи верстата, що включає в себе два процеси різання двома різальними пластинами.

Програмна реалізація моделювання динамічної системи важкого токарного верстата виконана в пакеті SimulinkMATLab у вигляді структурних моделей, які описують процес точіння на важкому токарному верстаті.

Перевірка адекватності запропонованої моделі технологічної системи важкого токарного верстата при різанні ступінчастими різцями проводилася шляхом порівняння розрахункових значень амплітуд коливання інструменту, отриманих за допомогою моделі, та результатів експериментальних досліджень коливань збірних токарних різців.

Експериментальні дослідження динамічних характеристик технологічної системи важкого токарного верстата проводили з метою визначення амплітуд та частот коливання інструменту при різанні різцем з однією різальною пластиною та ступінчастим різцем, що працює за одновершинною схемою різання. Результати моделювання процесу обробки у вигляді розрахункових віброграм та амплітудно-частотних характеристик динамічної системи важкого токарного верстата, отримані за допомогою «LinearAnalysisTool».

У п'ятому розділі приведено результати розробки рекомендацій з підвищення ефективності процесу чорнової обробки деталей на важких токарних верстатах ступінчастими збірними різцями на основі результатів багатокритеріальної стохастичної оптимізації режимів різання з використання гібридного алгоритму взаємодії нейронних мереж і генетичного алгоритму.

Розроблено систему функцій оптимізації за критерієм ефективності процесу обробки на важких токарних верстатах – продуктивністю чорнової обробки конструкційних сталей з великими перерізами зрізаного шару – та урахуванням

витрат інструменту, що залежать від режимів різання.

Обмеженнями задачі встановлено міцність і жорсткість технологічної системи, ефективна потужність різання.

Встановлено, що при знятті великих перерізів зрізуваного шару на важких токарних верстатах процес різання з відносно малими швидкостями не тільки не дає переваг у збільшенні періоду стійкості, але і викликає значні втрати через руйнування інструменту і зниження стабільності роботи.

Визначено, що значий вплив на залежність $T-V$ має величина подачі. З ростом подачі збільшується частка зруйнованих інструментів і знижується період стійкості різців.

З кожного розділу роботи надано відповідні висновки.

В роботі представлено загальні висновки, що містять основні наукові і практичні результати, які отримані автором.

У додатках до роботи представлено документи про практичне використання отриманих результатів: документи про дослідно-промислову перевірку та впровадження результатів дисертаційної роботи.

Значення результатів роботи для науки і практики. Цінність для науки і практики дисертаційного дослідження, які виконані Гузенком Д. Є. полягає в тому, що на основі вивчення особливостей процесу чорнкової обробки деталей з великим перерізом зрізуваного шару на важких верстатах в умовах складних динамічних навантажень отримано можливість. підвищення продуктивності, надійності конструкцій та експлуатаційних характеристик збірних ступінчастих різців для чорнкової обробки деталей на важких токарних верстатах.

Такий підхід дозволив врахувати фактичну взаємодію різальної пластини з елементами механічного закріплення та корпусом інструменту, суттєво збільшити жорсткість вузла кріплення і зменшити напруження різальної частини, знизити витрати інструменту внаслідок зменшення кількості відмов різальних пластин.

На базі розробленої математичної моделі динамічної системи з урахуванням конструкції кріплення різальних пластин та характеру навантаження, в роботі закладено наукові основи підвищення ефективності процесу чорнкової обробки

деталей з великими перерізами зрізаного шару.

На рівні патентів України автором розроблено конструкції удосконалених збірних різців, які дозволили підвищити ефективність процесу виготовлення деталей на важких токарних верстатах.

Результати дисертаційної роботи мають велику перспективу практичного використання на багатьох машинобудівних підприємствах при виготовленні крупногабаритних деталей для важкого машинобудування.

Результати дисертаційної роботи впроваджено на Публічному акціонерному товаристві «Новокраматорський машинобудівний завод» з річним економічним ефектом 42500 грн. в рік та Публічному акціонерному товаристві «Краматорський завод важкого верстатобудування» з очікуваним економічним ефектом 32700 грн. в рік та у навчальному процесі Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ).

Використання результатів дисертаційного дослідження в навчальному процесі сприятиме формуванню у студентів, майбутніх інженерів і науковців, розуміння основ процесів обробки деталей різанням з великим перерізом зрізаного шару. Робота виконана на прикладі процесу чорнової обробки деталей на важких токарних верстатах, проте висновки і рекомендації відносяться і до інших процесів механічної обробки.

Повнота опублікування результатів дисертації.

Результати досліджень, які виконано в процесі підготовки дисертації, повно висвітлено в наукових працях Гузенка Д. Є. та опубліковані у 20 наукових роботах, з них: 1 стаття у виданнях, включених до міжнародних науково-метричних баз; 4 статті у наукових фахових виданнях, 4 патенти, 11 тез доповідей у збірниках Міжнародних та Всеукраїнських науково-технічних конференцій і семінарів.

Кількість публікацій та апробація матеріалів дисертації на конференціях в достатній мірі висвітлюють результати дисертаційних досліджень та повністю відповідають вимогам МОН України.

Зауваження до дисертації та автореферату.

1. В підрозділі 2.4.2 «Математична модель генетичного алгоритму» не

розкрито, яким чином наведений генетичний алгоритм співвідноситься з досліджуваними конструкціями різального інструменту. Також в підрозділі 2.4.4 відсутнє обґрунтування структури нейтронної мережі та алгоритм її навчання.

2. У третьому розділі недостатньо розкрита необхідність проведення досліджень величини та розподілу напружень при різних співвідношеннях складових сили різання P_x і P_y .

2. Доцільно надати порівняльний аналіз величини та характеру розподілу нормальних і еквівалентних напружень у різальній пластині для різних схем різання ступінчастими різцями.

3. У четвертому розділі відсутні порівняльні результати моделювання характеристик динамічної системи з експериментальними даними, які отримані при чорновому точінні деталей ступінчастим різцем за одновершинною схемою.

4. Для більш повного розгляду задачі підвищення ефективності чорнкової обробки шляхом багатокритеріальної оптимізації бажано було б розширити систему цільових функцій з урахуванням впливу геометричних параметрів передньої поверхні різальної частини інструменту на стружкоутворення.

5. Доцільно поєднати підрозділи 3.5 і 3.6 в єдиний підрозділ, в яких розв'язуються задачі вдосконалення конструкцій вузлів кріплення різальних пластин збірних різців шляхом їх дослідження.

6. В підрозділі 3.7 наведені дослідження вузла кріплення різальної пластини з уступом за допомогою Г-образного прихоплювача ступінчастого збірного різця виконано методом комп'ютерного моделювання, а не аналітичними розрахунками.

7. В авторефераті відсутня сформована математична модель багатокритеріальної оптимізації, що складається з кількох цільових функцій з ваговими коефіцієнтами та системою обмежень (стр.15). Вказане не дозволяє коректно сформулювати розв'язання оптимізаційної задачі.

В роботі та авторефераті є деякі помилки в представленні результатів. Крім того, в роботі присутні лексичні та граматичні помилки, а також неточності у вживанні технічних термінів, наприклад «ріжучий» замість «різальний» (стр.29,

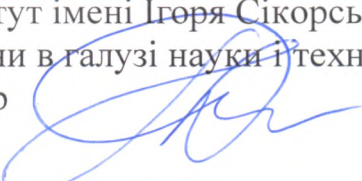
стр 33 тощо), «технологічна система верстата» не відповідають загально прийнятим нормам, оскільки верстат – це складова технологічної системи (стр.103) в авторефераті, «напруги» замість «наруження».

В деяких наведених графіках дисертації автор не приводить значення початкових умов, при яких вони отримані (рис.3.1-3.4, стор. 75-74), (рис.5.5, стр.147), не вказано, при яких параметрах режимів різання мають місце наведені залежності (рис.5.7, стр.149).

Разом з тим, зазначені недоліки суттєво не знижують наукову новизну та практичну цінність результатів дисертаційної роботи, не впливають на висновки і рекомендації практичного характеру.

10. Висновок про відповідність встановленим вимогам

Вважаю, що за своїм змістом, науковою новизною та практичною цінністю результатів досліджень, робота «Підвищення ефективності процесу чорнкової обробки деталей ступінчастими різцями на важких токарних верстатах» є завершеною наукової працею та відповідає вимогам пп. 9, 11 "Порядку присудження наукових ступенів" затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567 (зі змінами), щодо кандидатських дисертацій, а її автор Гузенко Денис Євгенович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальністю 05.03.01 – Процеси механічної обробки, верстата та інструменти..

Завідувач кафедри виробництва приладів,
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,
доктор технічних наук, професор  Антонюк В.С.

Підпис доктора технічних наук, професора
В. С. Антонюка засвідчую:
Учений секретар «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,  Мельниченко А.А.

