

До спеціалізованої вченої ради
К 58.052.03
у ТНТУ імені
Івана Пулюя

ВІДГУК
офіційного опонента
на дисертаційну роботу Бици Романа Олеговича
«Обґрунтування характеристик токарних кулачкових патронів з адаптивними
затискними елементами», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата
технічних наук за спеціальністю 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати
та інструменти

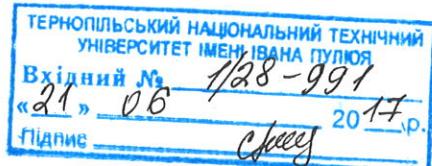
1. Актуальність теми дисертації

Підвищення технічного рівня сучасних токарних верстатів і автоматичних верстатних систем в умовах багатономенклатурного виробництва, високошвидкісної і прецизійної обробки деталей вимагає покращення характеристик їх основних механізмів та вузлів, одними із яких є механізми затиску (ЗМ). Здатність ЗМ верстата виконувати робочі функції при змінах умов роботи істотно залежить від можливості їх пристосування до змінних факторів впливу.

При різних діаметрах затиску використовуються традиційні механізовані токарні патрони з комплектами затискних елементів (ЗЕ). При цьому одним із дуже важливих напрямків підвищення гнучкості ЗМ є адаптація ЗМ до поверхонь оброблюваних заготовок різних діаметрів. Затиск по циліндричній поверхні більшого чи меншого діаметру призводить до нерівномірного прилягання ЗЕ до поверхні затиску і виникнення в зоні контакту високих поверхневих тисків, що може призвести до пошкодження поверхні, по якій проводиться затиск. При затиску заготовки по чорнових базах це допустиме явище, проте при затиску по оброблених чистових базах на кінцевих операціях технологічного процесу це може призвести не тільки до пошкодження поверхні затиску, а і до зниження точності та жорсткості затиску. Тому розробка та дослідження ЗМ, що можуть адаптуватися до поверхонь затиску різної геометрії, є актуальною науково-технічною задачею.

2. Наукова новизна одержаних результатів

Найбільш вагомими положеннями наукової новизни одержаних в дисертації результатів є теоретичне обґрунтування та експериментальне підтвердження нового принципу створення адаптивних ЗЕ (ЗЕ із автоматичним набуттям форми



в процесі затиску), який полягає у навмисному введенні в їх конструкцію зон деформації, що дозволяє забезпечити прилягання контактуючої поверхні ЗЕ до поверхні затиску заготовки різних діаметрів; визначення меж працездатного стану запропонованих адаптивних ЗЕ, на основі обґрунтованих і розроблених теоретичних та комп'ютерних моделей напружено-деформованого стану зони деформації ЗЕ, який адаптується до поверхні затиску, що дозволяє вибрati раціональні конструктивні параметри для забезпечення надійного затиску за наперед заданими експлуатаційними характеристиками; експериментальне доведення підвищення якісних показників оброблених заготовок при використанні ЗЕ адаптивного типу. Наведені наукові результати є новими і до даного часу не були відомими.

3. Практична цінність одержаних результатів

Найбільш важливими науковими результатами з точки зору практичної цінності є запропонована методика створення ЗЕ, які адаптуються до геометрії оброблюваної заготовки. Вона може бути використана для розроблення ЗЕ, що адаптуються до інших факторів (наприклад, зміни розподілу зусилля затиску по довжині поверхні затиску ЗЕ і т.д.) Запропонована конструкція адаптивних ЗЕ, дозволяє розширити діапазон діаметрів затиску оброблюваних деталей одним комплектом ЗЕ, відповідно до сучасних вимог щодо швидкості переналагодження та якості оброблюваної деталі.

Результати дисертаційної роботи впроваджені у виробництво на ТОВ «Люізо» та ТОВ «Агросем», а також використані у навчальному процесі кафедри конструювання верстатів інструментів та машин ТНТУ ім. І. Пулюя при викладанні ряду навчальних дисциплін.

4. Апробація роботи та її відповідність планам наукових досліджень

Дисертаційна робота пов'язана з виконанням плану науково-дослідної роботи викладачів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України №516 від 18.04.2006р. «Державна програма розвитку машинобудування», за програмою наукових досліджень Міністерства освіти і науки України, а також з виконанням держбюджетної науково-дослідної теми «Енергоефективні технології обробки деталей з полімерних матеріалів для обладнання магістральних газопроводів» (01.01.2013р. - 31.12.2014р.) (номер державної реєстрації НДР: 0113U000252).

Основні питання дисертаційної роботи були представлені, обговорені та одержали схвалення на 12 наукових конференціях, 2 з яких закордонні. У повному обсязі дисертаційна робота доповідалась на розширеному науковому семінарі кафедри конструювання верстатів, інструментів та машин ТНТУ ім. І. Пулюя.

5. Оцінка достовірності та обґрунтованості основних положень дисертації

Теоретичні дослідження базуються на основі фундаментальних зasad конструювання верстатів та машин, опору матеріалів, моделювання твердотільних конструкцій на основі теорії пружності з використанням методу скінчених елементів, математичного моделювання. Експериментальні дослідження проводилися на основі сучасного стандартного та спеціально створеного оснащення.

Достовірність одержаних результатів підтверджена обґрунтуванням припущень та відповідності результатів розрахунку експериментальним даним, відсутності логічних протиріч і відповідності фізичній сутності вирішуваних задач.

Використані в дисертації основні теоретичні положення та припущення є коректними і узгоджуються із загальноприйнятими в теорії проектування і розрахунку механізмів затиску верстатів. Обґрунтованість наукових результатів забезпечується коректністю поставлених мети та завдань досліджень, точністю використаних засобів вимірювання та підтвердженою адекватністю розроблених математичних моделей.

6. Відповідність змісту автореферату і дисертаційної роботи та висвітлення результатів роботи в наукових виданнях

Автореферат повною мірою відображає структуру дисертаційної роботи та за своїм змістом відповідає основним її положенням і висновкам. Оформлення автореферату відповідає існуючим вимогам. Висновки, зазначені у дисертаційній роботі та в авторефераті, є ідентичними.

За результатами дослідень опубліковано 19 наукових праць, в тому числі: 6 наукових статей, 3 з яких - у фахових виданнях, 2 - в іноземних, 12 матеріалів та тез доповідей міжнародних конференцій, 1 патент України на корисну модель.

Об'єм публікацій в повній мірі відповідає вимогам до кандидатських дисертацій відповідно до п. 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

7. Структура, зміст та оформлення дисертації

Дисертація складається зі вступу, 5 розділів основної частини, висновків і додатків.

Текст дисертації викладений на 190 сторінках, з яких додатки викладені на 27 сторінках, на 13 сторінках розміщений список використаних джерел. Таким чином, об'єм і структура дисертаційної роботи відповідають вимогам, що визначені п.11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

Стиль тексту та оформлення дисертаційної роботи зауважень не викликають.

У вступі обґрунтовано актуальність та доцільність теми дисертаційної роботи, сформовано мету та завдання, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ присвячено літературно-патентним дослідженням, на основі яких визначено основні тенденції та напрямки токарної обробки, сформовано сучасні вимоги до ЗМ токарних верстатів, поданий аналіз ЗЕ для базування та закріплення заготовок, а також здійснено аналіз відомих конструкцій затискних пристроїв з адаптацією ЗЕ до поверхні затиску та умов обробки.

На основі здійсненого аналізу визначено, що для забезпечення адаптації поверхні затиску ЗЕ до заготовок різних діаметрів використовуються різні принципи: механічні (повне та неповне розчленування; висувні штири; пластини; гнучки сегменти та ін.); теплові (швидкоплавкі матеріали та легкоплавкі метали), магнітні (магнітні порошки, магнітореологічні рідини); гіdraulічні (рідкі та сипучі середовища (гранули)).

На основі аналізу і узагальнення результатів попередніх досліджень провідних вчених у галузі машинобудування та матеріалообробки, а також розробки провідних компаній-виробників ЗМ, відзначено перспективність використання при токарній обробці і необхідність поглиблена дослідження адаптивних ЗМ, які дозволяють знизити час на переналагодження при зміні типорозміру оброблюваної деталі на верстаті та забезпечити прилягання контактуючої поверхні ЗЕ до поверхні затиску заготовок різних діаметрів.

В результаті проведеного аналізу стану питання автором сформульовано мету і задачі дослідження та встановлено шляхи, методи і засоби досягнення поставленої мети.

Другий розділ присвячений розробці і теоретичному обґрунтуванню основних принципів і схемних рішень адаптації ЗЕ до поверхні затиску.

Проведено аналіз поверхонь базування і затиску заготовки при токарній обробці, який показав, що найпоширенішими поверхнями для базування і затиску заготовки є поверхні обертання, тобто поверхні отримані при обертанні твірної навколо осі. Визначено, що найчастіше базування та затиск проходить по поверхнях, отриманих при обертанні прямолінійних твірних навколо осі, якими є циліндричні та конічні поверхні.

Запропонована систематизація ЗЕ з адаптацією поверхні затиску різних діаметрів за певними ознаками. Запропоновано принциповий підхід у створенні адаптивних ЗЕ (ЗЕ із автоматичним набуттям форми в процесі затиску), який полягає в навмисному введенні в їх конструкцію зон деформації, що дозволяє забезпечити прилягання контактуючої поверхні ЗЕ до поверхні затиску заготовки.

Третій розділ присвячений розробці методики теоретичних досліджень деформацій кільцевого сегменту зони затиску адаптивного ЗЕ засобами твердотільного моделювання, енергетичним методом дослідження деформацій Максвелла-Мора, а також розробці методики проведення експериментальних досліджень.

Основними етапами запропонованої методики теоретичного розрахунку напружене-деформованого стану в зоні затиску адаптивного ЗЕ засобами твердотільного моделювання є: 1) розробка геометрії адаптивного ЗЕ та заготовки; 2) побудова скінченно-елементної моделі; 3) вибір та накладання граничних умов, в тому числі тих, що моделюють зону контакту, та формування системи навантажень; 4) перевірка коректності розробленої скінченно-елементної моделі; 5) розрахунок напружене-деформованого стану; 6) визначення напружень та зміщення базових точок на поверхнях затиску адаптивних ЗЕ.

Приведена методика проведення експериментальних досліджень залежності переміщень найбільш деформованої частини кільцевого сегменту зони затиску адаптивного ЗЕ в діапазоні його діаметрів затиску та в робочому діапазоні зусиль затиску. Розроблена також методика експериментального дослідження радіального биття та радіальних відтискань оправок, затиснутих у адаптивних ЗЕ та ЗЕ із жорсткою геометрією, при різних зусиллях затиску.

В четвертому розділі приведено результати теоретичних та експериментальних досліджень ЗП із адаптивними ЗЕ.

Результатами моделювання методом скінченно-елементного аналізу зони адаптації ЗЕ для різних діаметрів затиску, навантаженого силою затиску, є еквівалентні напруження, значення яких розраховувалися за гіпотезою енергії зміни форми Ріхарда Фон Мізеса та деформації.

Результати імітаційного моделювання показують, що із збільшенням зусилля затиску, яке припадає на один ЗЕ від мінімального до максимального, максимальні еквівалентні напруження також збільшуються, тобто спостерігається прямопропорційна лінійна залежність між навантаженнями та максимальними еквівалентними напруженнями.

Першим етапом експериментальних досліджень було дослідження деформацій кільцевого сегменту зони затиску адаптивного ЗЕ. В результаті дослідів на експериментальному стенді отримані значення переміщень залежно від навантаження і діаметра заготовки, їх середні значення, дисперсії паралельних дослідів.

Експериментальні дослідження радіальних відтискань, викликаних силовим навантаженням, проводилися при різних зусиллях затиску ЗП, діаметрах оправок та положеннях адаптивного ЗЕ і ЗЕ із жорсткою геометрією. На основі оброблених за допомогою ЕОМ експериментальних даних отримані графічні залежності радіальних відтискань від прикладеного навантаження для пяти

кутових положень токарного патрона (в межах $0\ldots120^\circ$) та різних діаметрів оправок.

З отриманих результатів експериментального дослідження радіального биття оправок, встановлених у адаптивних ЗЕ та ЗЕ із жорсткою геометрією, випливає, що використання адаптивних ЗЕ при закріпленні заготовок в токарних кулачкових патронах зменшує радіальне биття від 8,7% до 30,1% у порівнянні з використанням ЗЕ із жорсткою геометрією, що відповідно підвищує якісні показники механічної обробки.

П'ятий розділ присвячений дослідженню показників покращення якості оброблення деталей циліндричної форми з використанням розроблених патронів із гнучкими ЗЕ адаптивного типу.

Запропоновані нові конструкції адаптивних ЗЕ для оснащення токарних патронів різних типів. Розроблено методику вибору і розрахунку основних конструктивних параметрів адаптивних ЗЕ при їх проектуванні залежно від діапазону затиску.

Проведено попередню техніко-економічну оцінку ефективності впровадження запропонованої конструкції адаптивних ЗЕ. Приведені перспективи подальшого розвитку адаптивних затискних систем для верстатів нового покоління (багатофункціональних токарних обробляючих центрів, високошвидкісних токарних обробляючих центрів та ін.).

У висновках до роботи автором викладено найбільш важливі отримані наукові і практичні результати.

В додатах до роботи міститься робоче креслення адаптивного ЗЕ, картини напруженого та деформованого стану адаптивного ЗЕ при різних діаметрах оброблюваних заготовок, залежності величини радіального відтискання оправок від величини радіального навантаження та діаметра затиску при різних положеннях адаптивного ЗЕ та різному зусиллі затиску, акти впровадження результатів досліджень та список наукових публікацій здобувача.

8. Оцінка змісту дисертації

В цілому дисертаційна робота містить всі необхідні розділи, які достатньо повно розкривають проведені автором дослідження – від ґрунтовного аналізу існуючих теоретичних підходів та технічних рішень до конкретних рекомендацій. Стиль викладення і мова дисертації відповідають вимогам, що ставляться до дисертаційних робіт.

9. Зауваження до дисертації та автореферату

1. В дисертації приведено результати теоретичних та експериментальних досліджень, які стосуються лише одного адаптивного ЗЕ, доцільніше було б

проводити дослідження для декількох типів згенерованих адаптивних ЗЕ, та провести порівняння їх характеристик з встановленням відповідних залежностей.

2. В авторефераті не відображена методика багатокритеріального вибору раціональних структурних рішень синтезованих адаптивних систем затиску з використанням теорії нечітких множин, які відображені в розділі 2.4 дисертації.

3. В процесі затиску заготовки адаптивним ЗЕ виникає змінна площа контакту, яка варіюється в залежності від зусилля затиску, що не враховано при використанні енергетичного методу дослідження деформацій кільцевого сегменту зони затиску адаптивного затискового кулачка.

4. В авторефераті та дисертації є ряд стилістичних та граматичних помилок.

В цілому зазначені зауваження не знижують якості досліджень та не впливають на основні наукові та практичні результати роботи.

10. Загальна оцінка роботи

Дисертація на тему «Обґрунтування характеристик токарних кулачкових патронів з адаптивними затискними елементами» є завершеним науковим дослідженням, виконана на високому науково-технічному рівні, відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України щодо кандидатських дисертацій та, насамперед, вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», має актуальність, наукову новизну та практичну цінність, а автор дисертації Роман Олегович Бица заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти.

Офіційний опонент
декан факультету комп'ютерних
наук та інформаційних технологій
Луцького національного
технічного університету,
кандидат технічних наук, доцент



Р.Г. Редько

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ:
Учений секретар
ЛУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
доц. А.Земко

