

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу здобувача
Віштак Інни Вікторівни на тему «Покращення характеристик шпindelного
вузла за рахунок оптимізації геометричних параметрів пневматичної опори»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.02.02 – машинознавство

Дисертаційна робота Віштак І. В. присвячена вирішенню важливої науково-прикладної задачі у галузі машинознавства – підвищенню жорсткості та навантажувальної здатності пневматичної конічної опори без збільшення енергетичних витрат за рахунок зміни конфігурації робочих поверхонь опори.

Актуальність теми та ступінь обґрунтованості наукових положень. Газові опори знаходять все більше застосування в техніці. Основними напрямками їх використання є високошвидкісні шпинделі, обладнання з гіроскопами, які працюють на надвисоких частотах обертання та забезпечують потрібну орієнтацію в просторі.

Крім великих частот обертання до опор з газовим мащенням висуваються додаткові вимоги, що впливають з умов експлуатації – зменшення зміщення шпинделя, підвищення жорсткості, вібростійкості, тощо.

Тому, актуальним є розробка та обґрунтування параметрів конструкції опор на газовому мащенні, що призначені для високошвидкісних шпинделів підвищеної точності, які забезпечують максимальну продуктивність шпинделя та підвищують працездатність протягом більшого терміну роботи машин у порівнянні з існуючими конструкціями.

Ознакою оптимальності таких опор є можливість підвищення жорсткості та навантажувальної здатності без збільшення енергетичних витрат, а лише за рахунок зміни конфігурації робочих поверхонь.

Актуальність теми також підтверджується актами впровадження та виконаним дисертантом комплексом науково-дослідних робіт по держбюджетній темі Вінницького національно технічного університету

№12К2 «Проблеми зниження енерговитрат на тертя в приводах технологічних машин».

Наукова новизна дисертаційної роботи. Дисертантом отримані такі наукові результати такі як розроблення моделі модернізованої пневматичної конічної опори шпинделя з поздовжніми канавками змінної глибини, яка дозволяє обґрунтовано визначати характеристики опори; запропоновано критерій оптимальності параметрів несучих канавок пневматичних опор, що враховує технічні та економічні аспекти; отримав подальший розвиток метод визначення основних параметрів пневматичних опор з поздовжніми канавками змінної глибини, який дозволяє оптимізувати їх за заданими критеріями; доведено ефективність використання пневматичних конічних опор з поздовжніми канавками змінної глибини для підвищення осьової та радіальної жорсткості шпинделя при деякому зменшенні витрат газу.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення роботи полягає у розробленні пневматичної конічної опори з поздовжніми канавками змінної глибини, яка дозволяє підвищувати радіальну та осьову жорсткості шпинделя, а також збільшувати радіальну навантажувальну здатність без додаткових витрат газу. Автор випробувала в промислових умовах і довела доцільність використання пневматичної конічної опори з поздовжніми канавками змінної глибини. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень було розроблено інженерну методику визначення оптимальних параметрів пневматичних конічних опор з поздовжніми канавками змінної глибини за критеріями жорсткості в осьовому та радіальному напрямках та за витратою газу.

Розроблені конструкції пневматичних конічних опор і результати проведених теоретичних та експериментальних досліджень дисертантом впроваджено у виробництво в ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод», а також у навчальний процес Вінницького національного технічного університету.

Соціальний і науково-технічний ефект полягає в тому, що розроблені та впроваджені пневматичні опори з поздовжніми канавками змінної глибини надають можливість підвищувати радіальну та осьову жорсткість шпиндельного вузла, а також збільшувати радіальну навантажувальну здатність без додаткових енергетичних витрат, тому підвищують коефіцієнт корисної дії, точність та надійність роботи устаткування.

Публікації та оприлюднення результатів. Основні результати дисертаційної роботи відображено у в 13-ти наукових публікаціях з них: 6 статей у фахових виданнях за переліком ВАК України; 1 публікація у закордонному виданні, 1 монографія; оприлюднено на 5-ти наукових конференціях та симпозіумах. В опублікованих працях достатньо повно висвітлені основні наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи.

Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам МОН України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Оцінка змісту дисертації. Рукопис дисертації викладений на 170-ти сторінках та складається зі вступу, п'яти розділів з висновками до кожного з них, основних висновків і рекомендацій, списку використаних літературних джерел, що містить 148 найменувань, трьох додатків. Структура дисертації побудована раціонально, а її оформлення відповідає Державному стандарту України до документації та звітів у сфері науки і техніки. Робота написана грамотно ілюстрована 56-ма рисунками і 4-ма таблицями.

У **вступі** дано обґрунтування актуальності проблеми, поставлені мета і задачі досліджень, розглянуто наукову новизну та практичну значимість одержаних результатів, вказані відомості про апробацію, публікації, особистий внесок здобувача і обсяг роботи.

У **першому розділі** розглянуто та зроблено порівняльний аналіз сучасних типів підшипників швидкісних шпинделів. Наведені основні переваги та недоліки їх опор, а також встановлено, що найбільш раціональними для

високих швидкостей є газові опори. Встановлено, що конічні газові опори протидіють одночасно радіальним та осьовим зусиллям, і це дозволяє рекомендувати їх переважне застосування у порівнянні зі шпинделями на радіальних опорах, вказано можливі напрямки вдосконалення. За результатами порівняльного аналізу результатів досліджень конічних газових опор, які застосовуються в високошвидкісних шпинделях та машинах, встановлено їх ефективність і сформульовано завдання дисертації.

У другому розділі розроблено математичну модель процесів у тонкому газовому шарі між двома конічними поверхнями, одна з них є профільованою глухими поздовжніми канавками змінної глибини. Течія газу моделювалася на основі рівняння Рейнольдса. Розглянуто рівняння течії, нерозривності, енергії та стану газу, що дозволило одержати диференціальне рівняння в частинних похідних для визначення тиску в довільній локальній точці газового шару.

Розглядається можливість одночасного зменшення колового непродуктивного перетікання газу і підвищення радіальної жорсткості опори за рахунок використання канавок змінної глибини. При цьому вважалося, що тиск газу в межах однієї канавки є постійною величиною.

Диференціальні рівняння у частинних похідних роз'язувались із застосуванням методу сплайнів. Запропоновано два види профілю канавок змінної глибини та зроблено їх математичний опис з врахуванням напрямку нахилу канавок від точки подачі стиснутого газу (середина канавки). В результаті розрахунків дисертантом визначено тиск газу в чотирьох ділянках робочої зони конічної опори та, враховуючи отримані значення тисків, знайдено радіальну та осьову навантажувальні здатності, відновлювальний момент, жорсткість у різних напрямках та витрати газу конічної опори з канавками змінної глибини.

У п'ятому розділі проведена оптимізація конструктивних параметрів шпинделя на конічних газових опорах.

Визначалися оптимальні значення параметрів опори – довжина, діаметр, кут, а також параметри канавок: глибина, довжина канавок, їх кількість із умов максимуму можливої жорсткості за умов мінімальних витрат газу.

Для реалізації результатів досліджень розроблена інженерна методика проектування конічної газової опори з оптимальними канавками змінної глибини, виготовлено та випробувано швидкісний шпindel.

Випробуваннями підтверджено, що запропоновані конструкції опор мають вищий відновлювальний момент на 18%, та вищу жорсткість на 24% у порівнянні з існуючими конструкціями.

Зауваження до змісту дисертації, автореферату та їх оформлення:

1. В роботі недостатньо уваги приділено питанню впливу вологості газу на роботу газової опори. Як впливає корозія деталей опори на її працездатність?

2. Вважаю доцільним розширити області застосування нових конструкцій газової опори і не обмежуватись лише верстатами, а продовжити роботи в напрямку їх застосування на транспортних засобах та в інших сферах.

3. На с. 85 рис. 3.21 показано вплив радіального зміщення та кутових перекосів на зміну витрат газу через опору, з яких випливає, що вони збільшуються в області реальних значень цих параметрів на 5-10%. Разом з тим, не побудовано графічних залежностей сумарного впливу перекосу та зміщення на витрати газу через опору.

4. В критерії оптимальності конструкції введено параметр мінімізації витрат газу через опору, в той же час, самі витрати не значні. Виникає питання щодо економічної доцільності розгляду цього питання.

Загальні зауваження не мають вирішального характеру і не знижують наукового рівня роботи, вони направлені лише на її покращення і доповнення.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. Дисертаційна робота за змістом і обсягом проведених досліджень є структурованою, цілісною,

завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані теоретичні й практичні результати у галузі машинознавства.

Дисертантом розв'язана актуальна науково-технічна задача - підвищення жорсткості та навантажувальної здатності пневматичної конічної опори без збільшення енергетичних витрат за рахунок зміни конфігурації робочих поверхонь опори. Одержані автором результати є новими, впроваджені у виробництво та навчальний процес.

Автореферат повністю відображає основні положення дисертаційної роботи, а його зміст є ідентичним зі змістом дисертації.

На основі наведеного вище вважаю, що дисертаційна робота «Покращення характеристик шпиндельного вузла за рахунок оптимізації геометричних параметрів пневматичної опори» відповідає вимогам п. 9, 11,12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор, Віштак Інна Вікторівна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.02 – машинознавство.

Офіційний опонент, к.т.н.,
доцент кафедри «Комп'ютерного
проекування верстатів та технології
машинобудування» Луцького національного
технічного університету



Н.Т. Зубовецька

Підпис к.т.н. Зубовецької Н.Т. засвідчую:
Вчений секретар Луцького
національного технічного університету

А.М. Земко