

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ШПИНДЕЛЬНИХ ГІДРОСТАТИЧНИХ ОПОР
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ШПИНДЕЛЬНЫХ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ОПОР
RESEARCH METHODS FOR HYDROSTATIC SPINDLE BEARINGS

Науковий керівник – д. т. н., професор, завідувач кафедри «Металорізальні верстати, метрологія та сертифікація»

Тихенко В.М., Тихенко В.Н., Tikhenko V.N.

Виконав – Старчук П.Д., Старчук П.Д., Starchuk P.D.

Анотація: Розглянуто особливості методики досліджень шпиндельних гідростатичних опор металорізальних верстатів. Наведено відомості про сучасні засоби досліджень для визначення основних характеристик шпиндельних гідростатичних опор.

Ключові слова: металорізальні верстати, шпиндельний вузол, гідростатичні опори.

Анотация Рассмотрены особенности методики исследований шпиндельных гидростатических опор металлорежущих станков. Приведены сведения о современных средствах исследований для определения основных характеристик шпиндельных гидростатических опор.

Ключевые слова: металлорежущие станки, шпиндельный узел, гидростатические опоры.

Annotation: The features of the research methodology of spindle hydrostatic bearings of metal-cutting machine tools are considered. Provides information on modern research tools to determine the main characteristics of spindle hydrostatic bearings.

Key words: machine tools, spindle assembly, hydrostatic bearings.

В сучасних металорізальних верстатах для прецизійної та високошвидкісної обробки, мікро-різання, точіння надтвердим інструментом (штучний алмаз, ельбор, гексаніт, минералокераміка), а також у важких і унікальних верстатах застосовують шпиндельні вузли з гідростатичними опорами. Подальше вдосконалення гідростатичних шпиндельних опор, розширення їх функціональних можливостей є актуальною науково-технічною проблемою машинобудування та верстатобудування [1].

Гідростатичні шпиндельні опори мають високу надійність і практично необмежену довговічність, а за точностними, навантажувальними, швидкісними і динамічними характеристиками мають переваги перед іншими опорами. Їх можна одночасно використовувати як динамометричні перетворювачі навантаження або приводи

мікропереміщень. Однак вони не виробляються централізовано і не є покупними виробами (як підшипники кочення). Верстатобудівні підприємства змушені самостійно вирішувати весь комплекс проблем проектування, виготовлення і експлуатації, тому потенціал гідростатичних опор не використовується повною мірою через певні складнощі їх розробки, що вимагає фахівців відповідної кваліфікації в областях механіки, гідравліки, динаміки, технології. На гідростатичних підшипниках встановлюють шпинделі шліфувальних, розточувальних та високоточних токарно-гвинторізних верстатів, а також шпинделі бабок агрегатних верстатів. Застосування таких опор найбільш доцільно в важких верстатах. Гідростатичні опори мають високу жорсткість. Завдяки шару мастильного матеріалу похибки виготовлення вала і отвору менше впливають на точність обертання шпинделя. Демпфірування в шарі мастильного матеріалу сприяє зниженню вібрацій шпинделя. Однак, застосовуючи гідростатичні підшипники, доводиться використовувати складні системи живлення їх маслом. Масло для системи вибирають по в'язкості, від якої залежать втрати на тертя в підшипнику і трубах. Для шпиндельних вузлів легких і середніх прецизійних верстатів використовують масло вазелінове і велосит, для важконавантажених шпинделів – індустріальне. Гідростатичний підшипник є опорою рідинного тертя, в якій тиск в шарі мастильного матеріалу, що розділяє вал і втулку, створюється за рахунок зовнішнього джерела і не залежить від швидкості обертання валу. Радіальне навантаження на шпиндель сприймається радіальними, а осьове – упорними гідростатичними підшипниками.

Під час експлуатації шпиндельний вузол на гідростатичних опорах зазнає впливу робочих процесів різної швидкості, які мають стохастичний характер [2].

Повільними процесами є спрацювання спряжених деталей шпиндельних вузлів. До процесів, що відбуваються з середньою швидкістю, можна віднести зміни температури робочої рідини в гідравлічній системі опор. До швидкоплинних процесів відносяться механічні та гідравлічні коливання з широким спектром дії.

Для оцінювання параметрів точності шпиндельного вузла використовують індикатори годинникового типу з ціною поділки 0,001 мм із закріпленням у штативі на магнітній основі. При дослідженні жорсткості застосовують динамометр зразковий та стійку індикаторну для встановлення індикатора. Методика проведення цих випробувань така ж сама, як для шпиндельних вузлів з підшипниками кочення [3].

Для вимірювання температури робочої рідини в системі живлення гідростатичних підшипників використовують термометри опору, які можуть експлуатуватися в діапазоні

температур від $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$. В якості вторинного перетворювача застосовується вимірювальний прилад – мультиметр. Для реєстрації та відображення сигналів доцільно використовувати цифрові осцилографи IRIS, які можуть працювати в режимі двоканального осцилографа, спектр-аналізатора, самописця, 16-канального логічного аналізатора, 8-ми канального логічного генератора. Завдяки цифровому інтерфейсу IRIS дозволяє значно розширити діапазони обробки експериментальної інформації, а саме, додавати до кожного виміру коментарі, які записуються у файл з результатами вимірювань, зберігати результати всіх вимірювань у вигляді векторного або растрового зображення або у файлі даних для наступного аналізу в математичних пакетах, здійснювати фільтрацію аналогових сигналів та ін. Коливання тиску робочої рідини в карманах гідростатичних опор безпосередньо сприймаються динамічними вимірювачами тиску, а реєструються за допомогою осцилографа.

Для формування навантаження гармонічного типу використовують змінні навантажувальні вантажі, які закріплюються в патроні верстата за допомогою оправки, а також безконтактний електромагнітний вібратор з вбудованим датчиком сили індуктивного типу. Для дослідження механічних коливань корпусних елементів шпindelних вузлів використовують п'єзоелектричні датчики прискорень, а для реєстрації амплітуд коливань – аналізатор спектра вібрації, призначений для спектрального, часового аналізу вібрацій, виміру динамічних характеристик машин роторного типу [4].

Використання сучасних засобів вимірювання та обробки інформації дозволяє з високою точністю визначати основні характеристики шпindelних гідростатичних опор металорізальних верстатів.

Література

1. Струтинський В.Б. Стохастичні процеси у гідроприводах верстатів: монографія / В.Б. Струтинський, В.М. Тихенко. — Одеса: Астропринт, 2009. – 456 с.
2. Федоріненко Д.Ю. Шпindelні гідростатичні підшипники: монографія / Д.Ю. Федоріненко, С.П. Сапон. – Чернігів: ЧНТУ, 2016. – 404 с.
3. Тихенко В.Н. Методика оценки состояния узлов для обработки колесних пар / В.Н. Тихенко, В.И. Старцев, А.А. Анисимов, С.В. Пчелинский // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: Харківський ун-т повітряних сил ім. Івана Кожедуба. 2016. – Вип. 6(143).

Тези доповідей 53-ої наукової конференції молодих дослідників ОНПУ-магістрантів «Сучасні інформаційні технології та телекомунікаційні мережі» //Одеса: ОНПУ, 2018, вип. 53

4. Тихенко В.Н. Вибродіагностика станка для обробки колесних пар /В.Н. Тихенко, В.И. Старцев, А.А. Анисимов, С.В. Пчелинский // Вісник Чернігівського держ. технологічного ун-ту, Чернігів, ЧДТУ, №2(78), 2015. – С. 60-64.