

УДК : 621. 313

Хейдарніа Г.Х , студент, Кузнецов Ю.М д.т.н. ,проф.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, e-mail: [info85gh@mail.ua](mailto:info85gh@mail.ua)

## МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ САМОДІЮЧОГО МОТОР-ШПИНДЕЛЯ

Для модернізації та досліджень був придбаний мотор –шпиндель (М-Ш) фірми IBAG [1], який забезпечує тільки обертання шпинделя  $n$  (головний рух), тобто несамодіючий. В подальшому він був модернізований з введенням приводу подачі  $s$  і став самодіючий [2]. Самодіючий М-Ш 7 (рис.1) розміщено в циліндричному розточеному отворі корпусу 5, який гвинтами закріплений на плиті. Плита встановлена на стойці 10 вертикально- свердлильного настільного верстата замість шпиндельної бабки. Стійка жорстко зв'язана зі столом 11. Від прокручування навколо осі М-Ш фіксується шпонкою (на рис. 1 не показана). В шпиндель встановлюється інструмент або для циліндрична оправка 13 для випробувань.

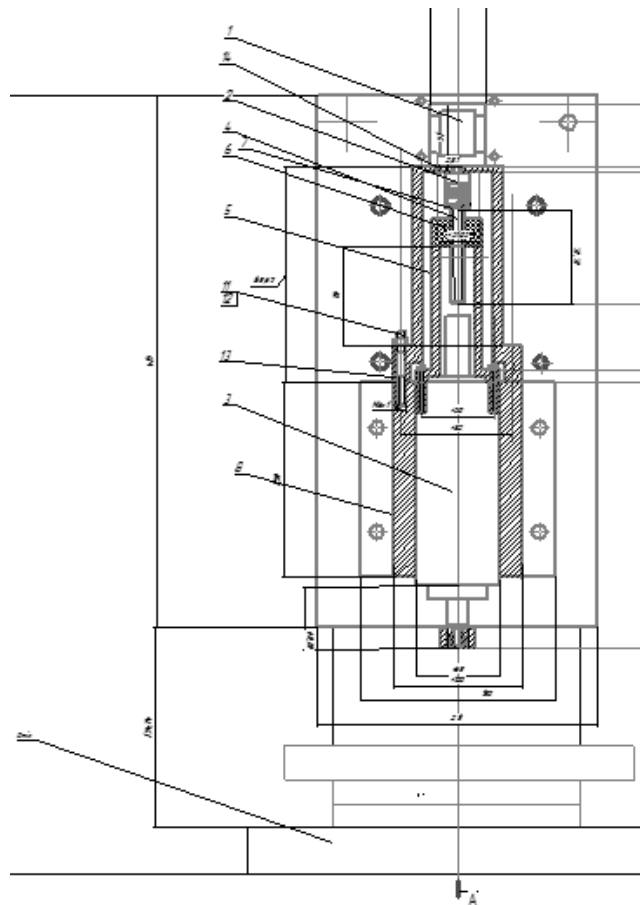


Рис .1. Конструктивна схема самодіючого мотор-шпинделя для випробувань

В верхній частині М-Ш розміщено стакан 5 з отвором для ходового гвинта 6 з трапецеїдальною різью. Стакан чотирма гвинтами М3 кріпиться до корпусу М-Ш. Для зменшення втрат на тертя та усунення заклинювання ходового гвинта останній взаємодіє з гайкою з пластмаси, що закріплена в корпусі. Ходовий гвинт 6 через сільфону муфту 4 отримує обертання від серводвигуна 3 постійного струму, розміщеного на кронштейні 2, встановленому на плиті 1.

**Статична жорсткість самодіючого М-Ш.** Для дослідження жорсткості виготовлений самодіючий М-Ш (рис.2) і експериментальний стенд (рис.3) на базі вертикально-свердлильного верстата, встановлений на кафедрі електромеханіки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Самодіючий М-Ш виконаний на модульному принципі і може встановлюватися вертикально або горизонтально [3,4].

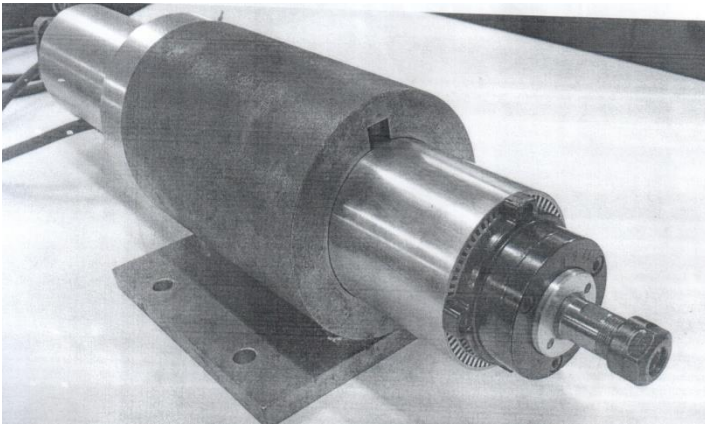


Рис.2. Самодіючий М-Ш горизонтального виконання



Рис. 3. Фото стенда з самодіючим М-Ш вертикального виконання

Випробування самодіючого М-Ш на жорсткість проводяться відповідно до рекомендацій ГОСТ 370-93 «Верстати вертикально-свердлильні. Норми точності і жорсткості» та ГОСТ 9726-89 «Станки фрезерные вертикальные с крестовым столом. Терминология. Основные размеры. Нормы точности и жесткости». Жорсткість оцінюється за: 1) перпендикулярністю вісі навантаженого шпинделя робочої поверхні столу у вертикальній площині, перпендикулярній площині симетрії верстата(осьова жорсткість); 2) відносному переміщенню під навантаженням шпинделя і столу (радіальна жорсткість). **Порядок випробувань на осьову жорсткість.** Положення вузлів, деталей самодіючого М-Ш, точки прикладання і напрямки дії сили повинні відповідати зазначеним на рис. 4.

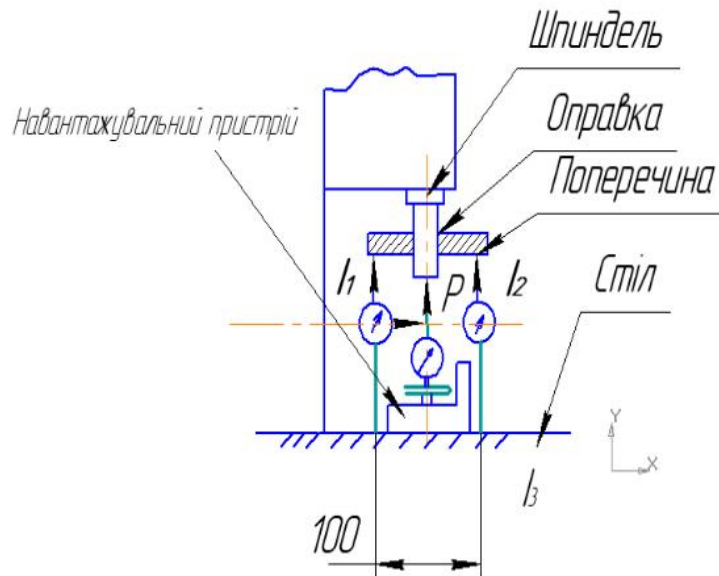


Рис. 4. Схема визначення осової жорсткості самодіючого М-Ш

В конусний отвір шпинделя вставляють оправку, а на шпинделі встановлюють поперечину. На робочій поверхні стола встановлюють навантажувальний пристрій для створення сили  $P$ , величину якої задають динамометром. Шпиндельну бабку і стіл встановлюють в середнє положення по висоті. Шпindelъ висувають на половину ходу. Перед кожним випробуванням шпиндельну бабку встановлюють у задане положення переміщенням зверху вниз, стіл - переміщенням знизу вгору, а шпindelъ - переміщенням зверху вниз робочої механічною подачею.

При випробуванні шпиндельна бабка і стіл повинні бути затиснуті. Між столом і шпинделем створюють плавно зростаючу до заданої межі силу  $P$ , спрямовану по осі шпинделя. Одночасно за допомогою двох вимірювальних індикаторів  $I_2$  та  $I_1$  годинникового типу, розташованих симетрично від осі шпинделя на відстані  $L = 100$  мм вимірюють переміщення шпинделя щодо стола. Відхилення від перпендикулярності осі навантаженого шпинделя до робочої поверхні стола визначають як різницю показанні вимірювальних приладів. Відносне переміщення під навантаженням шпинделя і столу визначають як алгебраїчну пів суму показанні вимірювальних приладів. За відносні переміщення приймають середнє арифметичне результатів двох випробувань. Аналогічно вимірювання проводять при втягнутому шпинделі.

**Порядок випробувань на радіальну жорсткість.** Визначення пружних радіальних відтискань (радіальної жорсткості) виконується на стенді (рис. 5). Для цього в корпус пінолі закріплюють М-Ш з вильотом пінолі 80-100 мм. З одного боку встановлюється два індикатори  $I_2$  та  $I_1$ , з іншого прикладається радіальна сила  $P_D$  за допомогою навантажувального пристрою через динамометр. Відтискання замірюються навильоті  $l_p = 25$  мм індикаторами.

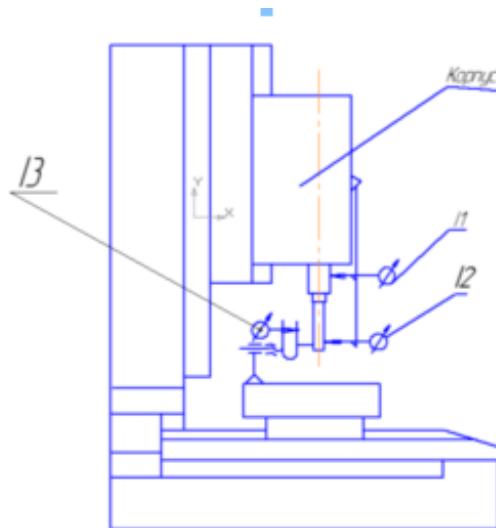
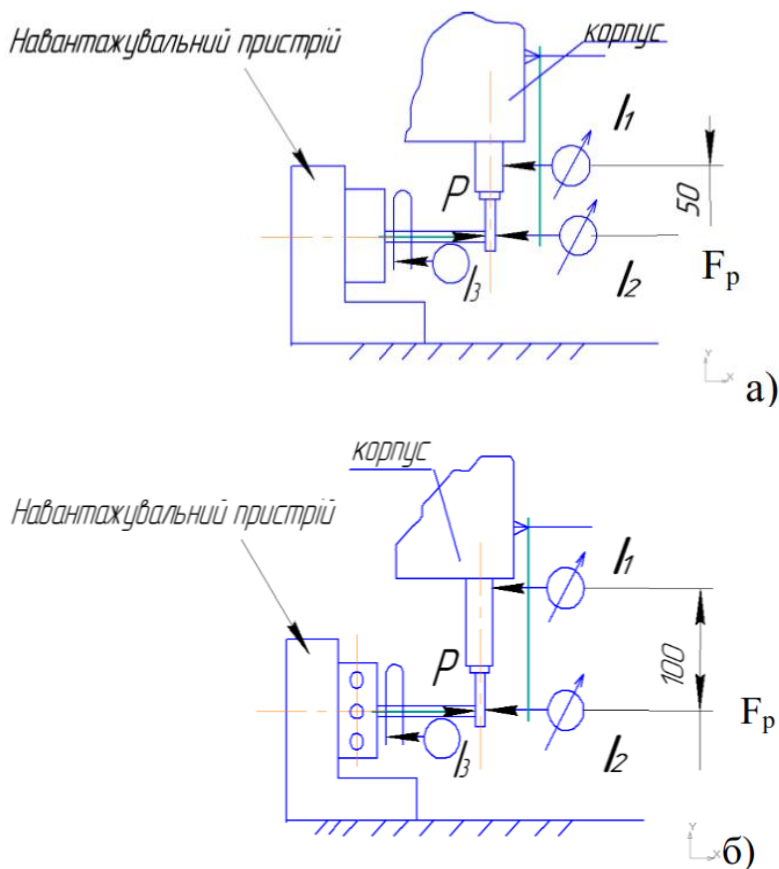


Рис. 5. Загальний вигляд розміщення оснащення на самодіючому М-Ш

В отвір робочої цанги, яка розміщена в шпинделі, замість інструменту [8,9] щільно вставляють контрольну оправку з циліндричною робочою частиною. На корпусі верстата розміщують два індикатора  $I_2$  та  $I_1$ , так, щоб їх вимірювальні стрижні торкалися циліндричної поверхні оправки та пінолі і був направлений до її осі, перпендикулярно до твірної (рис.6). Дані випробування також доцільно виконати з повтореннями (мінімум 3 рази).



а) при втягнутому шпинделі б) при висунутому шпинделі  
Рис. 6. Схема вимірювання радіальної жорсткості самодіючого М-Ш

На столі верстата встановлюється спеціальне навантажувальний пристрій (рис.7,а), який складається з корпусу, упорного підшипника, барабана, навантажувального гвинта. Навантаження виконувалося через динамометр (рис. 7,б), попередньо протарований на спеціальному пристрої.

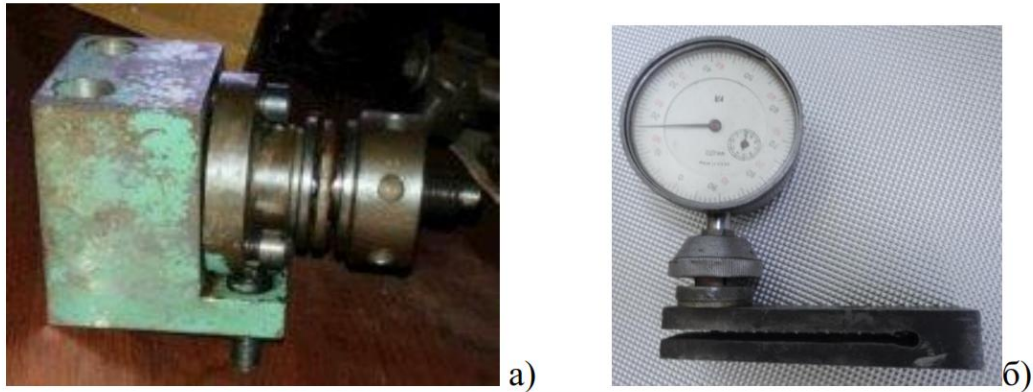


Рис. 7. Навантажувальний пристрій (а) та динамометр камертонного типу (б)

Корпус динамометра кріплять на кінці навантажувального гвинта. При обертанні маховичка через гвинтову пару переміщується вздовж осі гвинт, який навантажує динамометр. Сила від 0 до 50 Н (через 5 Н) імітує рівнодіючу сил різання, вимірюється пропорційно деформації динамометра і передається на оправку через сталеву кульку. Відносні зміщення оправки і пінолі вимірюють індикатором  $I_2$  та  $I_1$ . З однієї сторони до оправки прикладається радіальна сила  $P$  через динамометр з індикатором  $I_3$ . Навантаження проводять в трьох положеннях пінолі: в нижньому крайньому положенні; в середньому положенні; в верхньому положенні (на 10...15 мм не втягнута в корпус голівки) (рис. б).

Список використаних джерел:

1. Кузнецов Ю.Н., Олейник Е.А., Гайдаенко Ю.В., Шинкаренко В.Ф. Принципы создания характеристики самодействующих мотор-шпинделей. //Труды межд. научно-техн. конференции UNITECH 13, 2013, ТУ-Габрово.
2. Патент України на корисну модель №65488. Шпиндельний вузол верстата / Кузнецов Ю.М., Фіранський В.Б., Шинкаренко В.Ф., Гайденко Ю.В., опубл. 12.12.2011, Бюл.№23
3. Кузнецов Ю. М. Аналіз процесу затиску-розтиску тіл обертання в затискному механізмі з електромеханічним приводом / Ю. М. Кузнецов, Б. І. Придальний // Вісник ХНТУ. – 2015. – №4(55). – С. 48–56.
4. Кузнецов Ю.Н., Волошин В.Н., Фіранський В.Б., Гуменюк О.А. Инструментальные зажимные патроны. – К.: ООО "ГНОЗИС". 2012. – 286с.