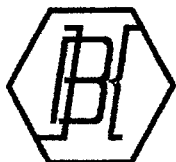


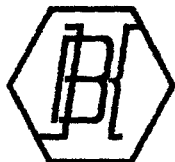
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ  
«ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ЖОРСТКОСТІ  
ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРДІЛЬНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 2Н125»  
З КУРСІВ «ОБЛАДНАННЯ І ТРАНСПОРТ МЕХАНООБРОБНИХ ЦЕХІВ»,  
«МЕТАЛООБРОБНЕ ОБЛАДНАННЯ»  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ: 7.090202 - «ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ»,  
7.090203 - «МЕТАЛОРИЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ І СИСТЕМИ»  
(У ТОМУ ЧИСЛІ СКОРОЧЕНИЙ ТЕРМІН НАВЧАННЯ)

КРЕМЕНЧУК 2005

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ  
«ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ЖОРСТКОСТІ  
ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРДІЛЬНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 2Н125»  
З КУРСІВ «ОБЛАДНАННЯ І ТРАНСПОРТ МЕХАНООБРОБНИХ ЦЕХІВ»,  
«МЕТАЛООБРОБНЕ ОБЛАДНАННЯ»  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ: 7.090202 - «ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ»,  
7.090203 - «МЕТАЛОРИЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ І СИСТЕМИ»  
(У ТОМУ ЧИСЛІ СКОРОЧЕНИЙ ТЕРМІН НАВЧАННЯ)

КРЕМЕНЧУК 2005

Методичні вказівки щодо виконання лабораторної роботи «Дослідження точності та жорсткості вертикально-свердильного верстата моделі 2Н125» з курсів «Обладнання і транспорт механообробних цехів», «Металообробне обладнання» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей: 7.090202 - «Технологія машинобудування», 7.090203 - «Металорізальні верстати і системи» (у тому числі скорочений термін навчання)

Укладачі: к.т.н., доц. В.Г. Доценко, к.т.н., доц. В.Т. Щетинін

Рецензент к.т.н., доц. А.М. Федотьев

Кафедра верстатів і верстатних комплексів

Затверджено методичною радою університету

Протокол № 20 від 17.05 2005 р.

Голова методичної ради  проф. В.В. Костін



Кременчук 2005

## **1 МЕТА РОБОТИ**

Вивчення призначення, будови і роботи вертикально-свердлувального верстата, розташування і призначення важелів і кнопок керування.

Вивчення кінематики верстата.

Вивчення методів перевірки точності та жорсткості верстата.

## **2 ПІДГОТОВКА ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

Вивчаючи кінематику верстата, необхідно засвоїти основні та допоміжні рухи і величини, що характеризують їх, побудувати графіки частот обертання шпинделя і подач.

Вивчення правил техніки безпеки під час роботи, оволодіння технікою налагодження і роботи на верстаті, а також перевірка параметрів точності та жорсткості проводять тільки під наглядом учбового майстра.

Точність обробки на верстаті характеризується величиною відхилень розмірів, форми і відносного положення елементів одержуваної поверхні від відповідних параметрів заданої геометричної поверхні. Жорсткість визначає точність верстата під навантаженням в сталому режимі роботи. У зв'язку з цим перевіряють точність виготовлення окремих елементів верстата і правильність взаємного положення і руху вузлів і елементів верстата. Точність і жорсткість верстатів регламентується відповідними ГОСТ «Норми точності та жорсткості».

## **3 ОБЛАДНАННЯ, ПРИЛАДИ, МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ**

Для проведення лабораторної роботи необхідно наступне:

- вертикально-свердильний верстат моделі 2Н125;
- різальний інструмент і пристосування, що застосовуються під час роботи на верстаті;

- плакат «Кінематична схема верстата моделі 2Н125»;
- перевірна лінійка;
- кінцеві міри довжини;
- циліндрові оправки;
- циліндровий косинець;
- динамометр;
- індикатори;
- поперечина.

## **4 ОПИС УСТАНОВКИ**

### **4.1 Призначення і будова верстата**

Вертикально-свердильний верстат мод. 2Н125 призначений для свердлення і розсвердлювання глухих і крізних отворів, зенкерування, розгортання отворів, нарізування різі, а також для цекування.

Вертикально-свердильний верстат (рис. 1) складається з наступних основних вузлів: фундаментної плити 1, на якій змонтована колона коробчатої форми 2, що має в передній частині напрямні. У верхній частині колони розміщено головку шпинделя 3, що несе електродвигун. Вона є коробкою швидкостей.

На вертикальних напрямних колони встановлена свердильна головка 4, усередині якої розміщений механізм подачі, що здійснює вертикальне переміщення шпинделя. Переміщення шпинделя може здійснюватися механічно і вручну за допомогою рукоятки 5. Для установки заготовки і пристосувань слугує стіл 6, який може переміщатися за напрямними колони за допомогою рукоятки 7 залежно від розмірів оброблюваних деталей.

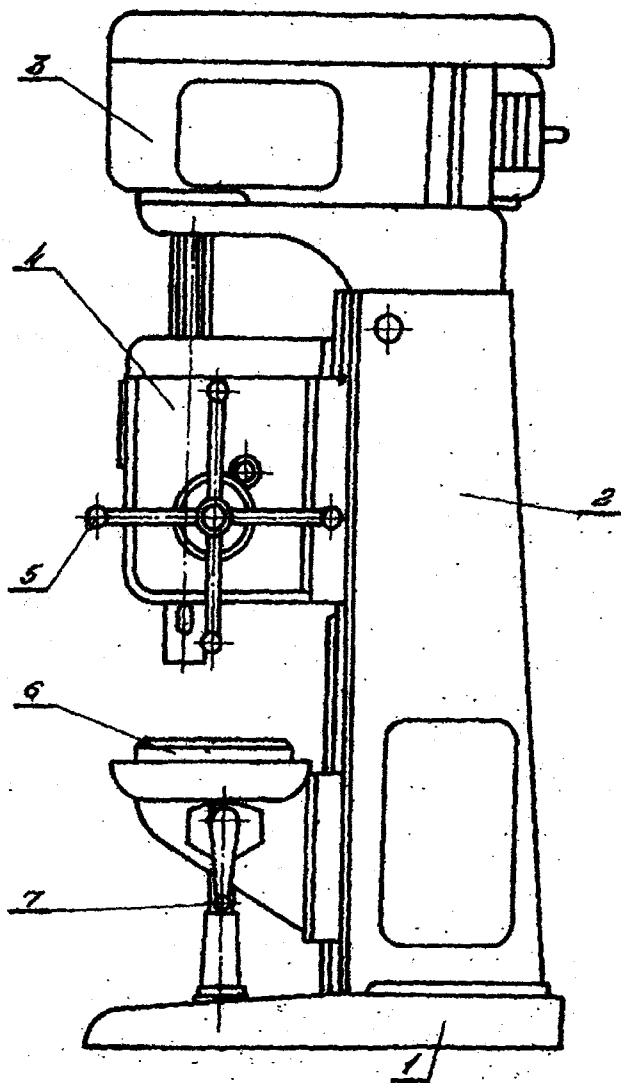


Рис. 1 - Загальний вигляд верстата

Оброблювана заготовка встановлюється безпосередньо на столі верстата, в машинних лещатах або спеціальних пристосуваннях. Поєднання осі майбутнього отвору з віссю шпинделя здійснюється переміщенням пристосування з оброблюваною по столі верстата.

Різальний інструмент залежно від форми його хвостовика закріплюється в шпинделі верстата за допомогою патрона або перехідних втулок. Відповідно до висоти оброблюваної деталі та довжини різального інструменту проводиться установка столу за допомогою рукоятки 7 і спеціального ключа свердлильної головки.

Верстат має високу жорсткість, міцність робочих механізмів, потужність привода і широкий діапазон швидкостей різання та подач, що дозволяють використовувати різальний інструмент, оснащений твердим сплавом.

Електрореверс, керований як автоматично, так і вручну, забезпечує можливість нарізування різі при ручному підведенні та відведенні мітчика.

У конструкції верстата передбачено автоматичне вмикання подачі після швидкого підведення різального інструменту до виробу та автоматичне вимкнення при досягненні заданої глибини свердлення.

Задана глибина свердлення некрізних отворів забезпечується спеціальним механізмом останова з упором. Цей механізм є одночасно запобіжним пристроєм, що оберігає механізм подачі від поломок при перевантаженнях.

Заводом-виробником передбачена можливість зміни приводних шківів клинопасової передачі, що дозволяє встановлювати межі частот обертання шпинделя відповідно до технологічних завдань. Для скорочення допоміжного часу на верстаті забезпечено можливість вмикання і вимкнення подачі тим самим штурвалом, який здійснює ручне швидке переміщення шпинделя.

#### 4.2 Технічна характеристика верстата

Найбільший умовний діаметр свердлення, мм	25
Відстань від осі шпинделя до лицьового боку станини, мм	300
Найбільша відстань від торця шпинделя до столу, мм	750
Найбільший хід шпинделя, мм	225
Розміри робочої поверхні столу, мм:	
- довжина	500
- ширина	450
Кількість частот обертання шпинделя	9
Найбільша частота обертання шпинделя за хвилину	1100
Найменша частота обертання шпинделя за хвилину	68
Кількість величин подач	11
Найбільша величина подач, мм/об	1,6
Найменша величина подач, мм/об	0,115
Потужність головного електродвигуна, кВт	4,5

#### 4.3 Кінематика верстата

Головним рухом є обертальний рух інструменту, закріпленого в шпинделі верстата. Швидкість різання вимірюється в метрах за хвилину.

Рух подачі - осьове переміщення шпинделя з різальним інструментом. Подача вимірюється в міліметрах на один оберт шпинделя. Допоміжними рухами є ручне переміщення столу і свердильної головки у вертикальному напрямі та швидке ручне переміщення шпинделя вздовж його осі.

Шпиндель приводиться в рух електродвигуном через клинопасову передачу 140-178 і коробку швидкостей (рис. 2). На валі I коробки швидкостей знаходиться потрійний рухомий блок шестерень, що забезпечує валу II три швидкості обертання.



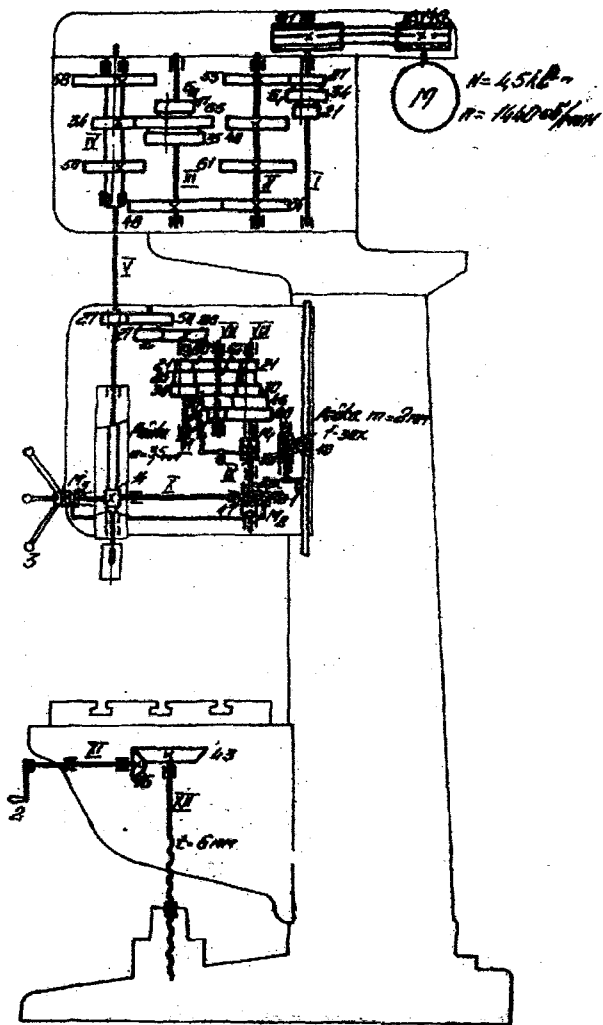


Рис. 2 - Кінематична схема верстата моделі 2H125

Від вала II через шестерні 34-48 обертання передається валу III, на якому розташований потрійний рухомий блок шестерень, що приводить у рух порожнистий вал IV, пов'язаний пліщовим з'єднанням зі шпинделем V. Таким чином, шпindel має дев'ять швидкостей обертання.

Рух подачі запозичується від шпинделя V. Рух передається гільзі шпинделя через дві пари шестерень 27-50 і 27-50, коробку подач, що складається з двох механізмів з витяжними шпонками, муфту  $M_1$ , вал IX, черв'ячну передачу 1-47, муфту  $M_2$ , вал і рейкову передачу.

Теоретично коробка подач забезпечує 12 швидкостей обертання, проте одна з них повторюється, тому верстат має 11 різних подач.

Муфта  $M_1$  слугує для оберігання механізму подач від поломок при перевантаженнях, а також для автоматичного вимикання подачі під час роботи по упорах.

Переміщення свердлильної головки здійснюється від рукоятки 1 через черв'ячну передачу 1-52 і рейкову шестерню 18, що зчіплюється з рейкою  $m = 2$  мм, закріпленою на станині. Вертикальне переміщення столу досягається поворотом рукоятки 2 через вал XI, конічні шестерні 16-45 і ходовий гвинт XII.

Швидке переміщення шпинделя з гільзою проводиться штурвалом 3, пов'язаним муфтою  $M_3$  з валом X. Муфта  $M_3$  дозволяє штурвалу вільно повертатися на валі X у межах  $20^\circ$ , а надалі пов'язує їх в одне ціле.

#### 4.4 Перевірка верстата на відповідність нормам точності та жорсткості

ГОСТ «Норма точності та жорсткості» побудовані на припущенні, що геометричні похибки даного верстата є систематичними постійними похибками, які повністю переносяться на оброблювану деталь. Це дозволяє не проводити аналіз результуючої похибки на деталі, а замінити перевірку деталі відповідною геометричною перевіркою верстата. Відомий зв'язок між похибками відносного переміщення інструменту і заготовки на верстаті, з одного боку, і похибками

форми і відносного розташування поверхонь на деталі, з іншого. Для кожного типу верстата розроблена певна кількість інструментальних перевірок точності, що проводяться звичайно без вмикання верстата при переміщенні та поворотах окремих частин верстата, здійснюваних уручну. Жорсткість є одним з основних критеріїв працездатності верстата, оскільки визначає точність верстата під навантаженням у сталому режимі роботи (статистичну помилку). Чим менше жорсткість системи, тим більше похибки форми і розмірів обробленої деталі, тобто нижче точність обробки.

Під час перевірки вертикально-свердлильних верстатів керуються ГОСТ 370-76 «Станки вертикально-сверлильные. Нормы точности и жесткости» (табл.4.1).

Таблиця 4.1

№ пор.	Що перевіряється	Метод перевірки	Допуск, мм
1	2	3	4
1	Перевірка точності верстата		
1.1	Площинність робочої поверхні столу	На робочій поверхні столу 1 (рис.3) у різних напрямках на двох опорах 2 (кінцевих вимірах довжини) установлюють перевірну лінійку 3 до отримання однакового показання індикатора 4 на кінцях лінійки. За допомогою індикатора, переміщеного за робочою поверхнею столу і дотикання вимірювальним наконечником робочої поверхні лінійки, визначають правильність форми профіля поверхні	0,032 на довжині вимірювання понад 320 до 500 мм

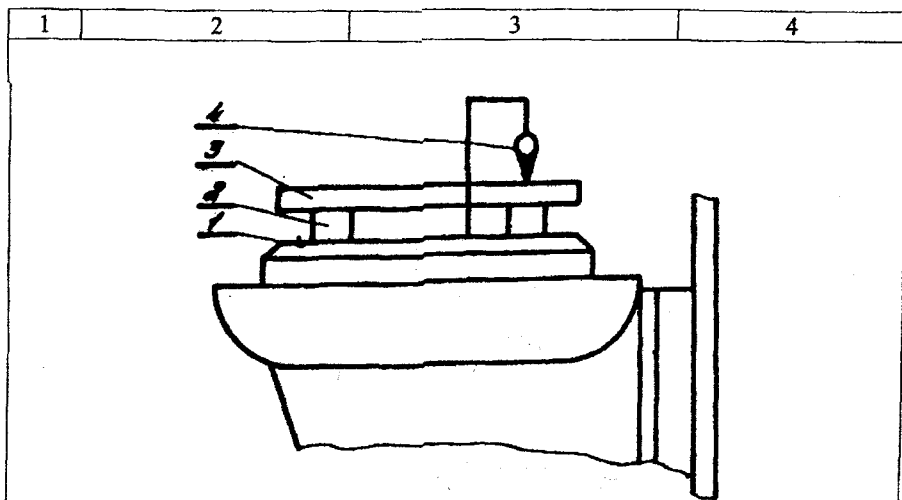


Рис. 3 – Схема проведення перевірки площинності робочої поверхні столу

1.2	<p>Радіальне биття поверхні шпинделя, що базує: у торця шпинделя; на відстані L</p>	<p>В отвір шпинделя 1 щільно вставляють контрольну оправку 2 з циліндровою робочою частиною (рис. 4). Вимірювальний прилад укріплюють так, щоб його вимірювальний наконечник торкався циліндрової робочої поверхні оправки і був направлений до її осі перпендикулярно до твірної. У кожному перерізі перевірку проводять не менше, ніж у двох взаємно перпендикулярних площинах. Відхилення визначають як найбільшу величину результатів вимірювань у кожному перерізі</p>	<p>а) 0,02; б) 0,03</p>
-----	---	---	-----------------------------

1	2	3	4
---	---	---	---

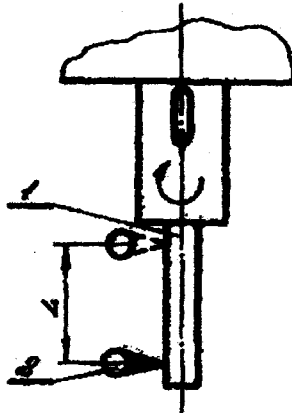


Рис. 4 – Схема проведення перевірки радіального биття поверхні шпинделя, що базує

1.3	<p>Перпендикулярність робочій поверхні столу до осі обертання шпинделя: у поперечному напрямку /а а<sub>1</sub>/; у поздовжньому напрямку /б б<sub>1</sub>/</p>	<p>На робочій поверхні столу 1 у поперечному і поздовжньому напрямках на двох опорах 2 однакової висоти встановлюють перевірну лінійку 3 (рис. 5). На шпинделі укріплюють колінчасту оправку 3 вимірювальним приладом 4 так, щоб її вимірювальний наконечник торкався робочій поверхні лінійки і був до неї перпендикулярний. Шпиндель з вимірювальним приладом повертають на 180°. Відхилення визначають як алгебраїчну різницю показань вимірювального приладу в напрямку /а а<sub>1</sub>/б б<sub>1</sub>/</p>	<p>а) 0,05 б) 0,04 L = 300 мм Нахил кінця шпинделя допускають тільки до колони</p>
-----	---	---	--

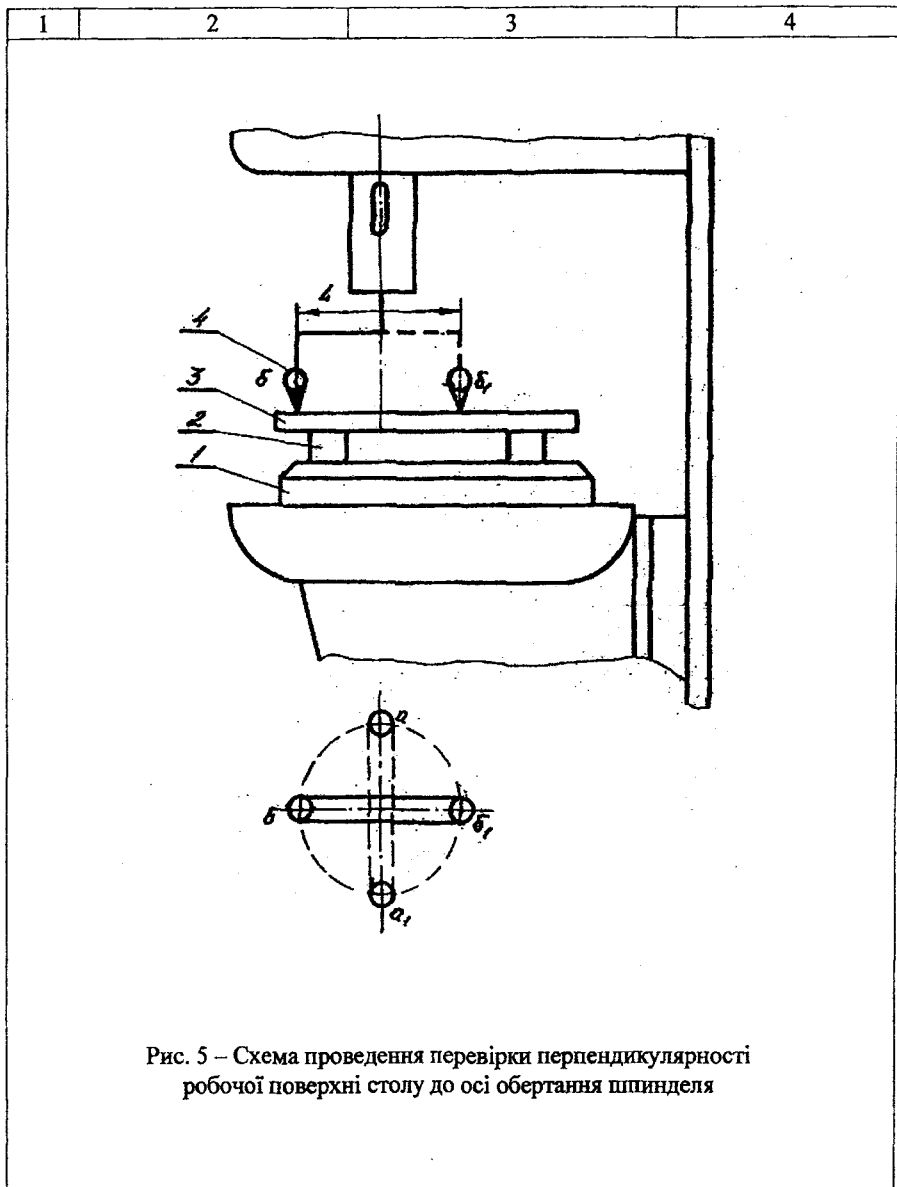


Рис. 5 – Схема проведення перевірки перпендикулярності  
робочій поверхні столу до осі обертання шпинделя

1	2	3	4
1.4	<p>Перпендикулярність переміщення гільзи шпинделя робочої поверхні столу</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- у поперечному напрямку;</li> <li>- у поздовжньому напрямку</li> </ul>	<p>На робочій поверхні столу 1 установлюють циліндровий косинець 2. На шпинделі 3 укріплюють вимірювальний прилад 4 так, щоб його вимірювальний наконечник торкався циліндрової поверхні косинця і був направлений до її осі перпендикулярно до твірної (рис.6). Гільзу шпинделя переміщують на всю довжину ходу</p>	<p>а) 0,06 б) 0,05</p> <p>Нахил кінця шпинделя допускають тільки до колони</p>

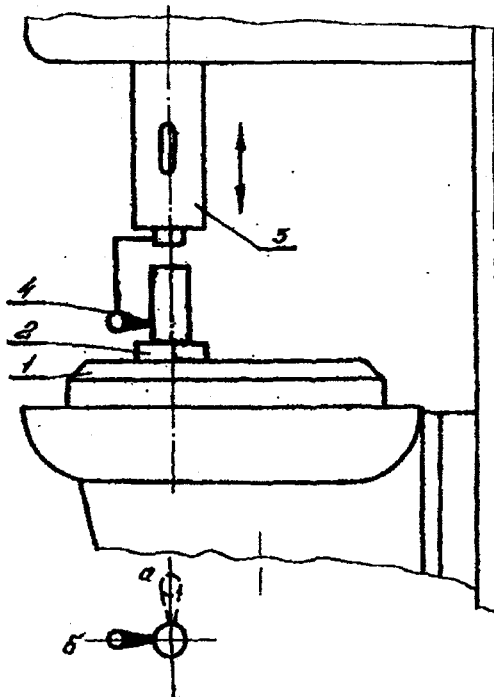


Рис. 6 - Схема проведення перевірки перпендикулярності переміщення гільзи шпинделя робочої поверхні столу

1	2	3	4
2	Перевірка жорсткості верстата		
2.1	Перпендикулярність осі навантаженого шпинделя робочій поверхні столу в поздовжній площині верстата	У конусний отвір шпинделя 1 вставляють оправку 2, а на шпинделі укріплюють поперечину 3 (рис.7). На робочій поверхні столу встановлюють навантажуючий пристрій 5 для створення сили $P$ , вимір якої проводять динамометром	

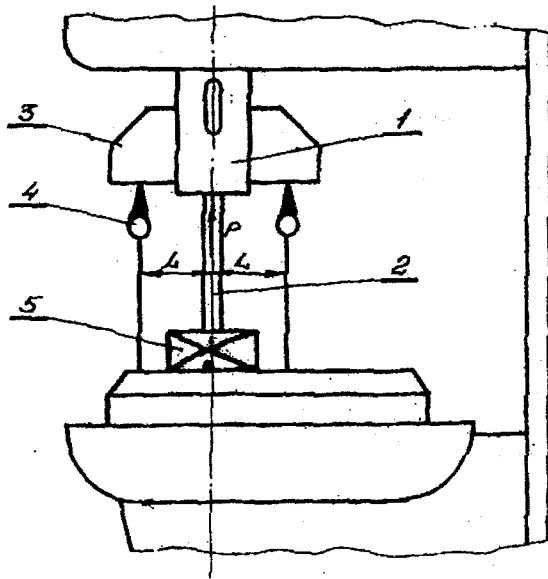


Рис. 7 - Схема проведення перевірки перпендикулярності осі навантаженого шпинделя робочій поверхні столу в поздовжній площині верстата



1	2	3	4
2.2	Відносне переміщення під навантаженням шпинделя і столу	<p>Свердильну головку і стіл установлюють у середнє положення по висоті, шпиндель висувають на половину ходу. При випробуванні свердильну головку і стіл закріплюють. Між столом і шпинделем створюють повільно зростаючу до заданої межі силу <math>P</math>, направлену по осі шпинделя. Одночасно за допомогою двох вимірювальних пристроїв 4, розташованих симетрично щодо осі шпинделя на відстані <math>L</math> (від осі шпинделя), вимірюють переміщення шпинделя щодо столу. Відхилення від перпендикулярності осі навантаженого шпинделя до робочої поверхні столу визначають як різницю показів вимірювальних приладів (перевірка 2.1).</p> <p>Відносне переміщення під навантаженням шпинделя і столу визначають як алгебраїчну півсуму показань і вимірювальних приладів (перевірка 2.2).</p> <p>За відносне переміщення беруть середнє арифметичне результатів випробувань</p>	

## **5 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

Вивчити призначення і загальну будову верстата.

Ознайомитися з різальним інструментом і пристосуваннями, що застосовуються на верстаті.

Вивчити кінематичну схему верстата.

Вивчити призначення і розташування органів керування.

Вивчити правила техніки безпеки під час роботи.

Оволодіти технікою наладження і роботи на вертикально-свердлильному верстаті.

Побудувати графіки частот обертання шпинделя і валів коробки подач.

Скласти рівняння кінематичного балансу для однієї швидкості обертання шпинделя та однієї подачі (за вказівкою керівника).

Виконати перевірку точності та жорсткості верстата:

- площинності робочої поверхні верстата;
- радіального биття поверхні шпинделя, що базує;
- перпендикулярності робочої поверхні столу до осі обертання шпинделя;
- перпендикулярності переміщення гільзи шпинделя робочої поверхні столу;
- перпендикулярності осі навантаженого шпинделя робочої поверхні столу в поздовжній площині верстата;
- відносне переміщення під навантаженням шпинделя і столу.

## **6 ЗВІТ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

Після виконання лабораторної роботи студент складає звіт, який повинен містити:

- основні показники технічної характеристики верстата;
- графіки частот обертання шпинделя і подач;

- рівняння кінематичного балансу для однієї швидкості обертання шпинделя та однієї подачі (за вказівкою керівника);
- ескіз верстата з нанесенням основних вузлів і органів керування;
- результати перевірки верстата на відповідність нормам точності та жорсткості верстата, занесені до таблиці;
- оцінку точності та жорсткості верстата.

Оформлений звіт необхідно подати на підпис викладачу, який веде заняття. Для захисту лабораторної роботи необхідно вміти пояснити зміст звіту і відповісти на контрольні запитання.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Призначення верстата, його будова, технічна характеристика.
2. У яких одиницях вимірюється швидкість головного руху і подача?
3. Складіть рівняння кінематичного балансу ланцюга головного руху і подачі.
4. Скільки частот обертання має шпиндель верстата?
5. Скільки подач має верстат?
6. З якою метою виконується перевірка точності та жорсткості верстата?
7. Які перевірки необхідно виконати під час оцінювання точності та жорсткості верстата?

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Кучер А.М., Киватицкий М.М., Покровский А.А. Металлорежущие станки. – М., Л.: Машгиз, 1963. – С. 88-93.
2. ГОСТ 370-76. Станки вертикально-сверлильные. Нормы точности и жесткости. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 10 с.

Методичні вказівки щодо виконання лабораторної роботи «Дослідження точності та жорсткості вертикально-свердильного верстата моделі 2Н125» з курсів «Обладнання і транспорт механообробних цехів», «Металообробне обладнання» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальностей: 7.090202 - «Технологія машинобудування», 7.090203 - «Металорізальні верстати і системи» (у тому числі скорочений термін навчання)

Укладачі: к.т.н., доц. Доценко В.Г., к.т.н., доц. В.Т. Щетинін

Відповідальний за випуск д.т.н., проф. О.Ф. Саленко

Видавничий відділ КДПУ

Тираж 50 екземплярів

Кременчук 2005