

Лабораторна робота №2

Визначення дійсного значення частот обертання шпинделя

1 Мета роботи

1.1 Ознайомитися з будовою та принципами роботи основних вузлів токарно-гвинторізного верстата мод. 1А616;

1.2 Ознайомитись із методикою визначення дійсного значення частот обертання шпинделя та експериментальним стендом;

1.3 виконати порівняння теоретичних розрахунків та експериментальних даних та зробити висновки щодо похибок частот обертання шпинделя.

Об'єкти вивчення

Токарно-гвинторізний верстат моделі 1А616, а саме його коробка швидкостей та шпиндельний вузол.

Обладнання

Токарно-гвинторізний верстат моделі 1А616 та оптичний тахометр.

2. Теоретичні відомості

2.1 Загальна характеристика верстата

Токарно-гвинторізний верстат моделі 1А616 (рис. 1) є універсальним верстатом і призначений для різноманітних токарних робіт в умовах індивідуального і дрібносерійного виробництва, виконуваних в центрах або в патроні, в тому числі для нарізання різьб: метричної, дюймової, модульної та пітчевої.

Висота центрів верстата дорівнює 165 мм, а максимальна відстань між центрами – 710 мм.

Найбільший діаметр оброблюваної деталі класу дисків, що встановлюється над станиною, становить 320 мм, а максимальний діаметр деталі класу валів, закріплених у центрах над нижньою частиною супорта, не повинен перевищувати 180 мм.

Крізь отвір шпинделя проходить пруток діаметром до 34 мм. Найбільша довжина обточування деталей з механічною подачею супорта дорівнює 660 мм, тобто на 50 мм менше, ніж максимальна відстань між центрами.

Без додаткових змінних коліс на верстаті моделі 1А616 можна нарізати різьблення підвищеної точності: метричні з кроком від 0,5 до 24 мм; дюймові з числом ниток на 1 дюйм від 56 до 1; модульні з кроком в модулях від 0,25 до 5,5 мм і пітчеві з кроком в пітчах від 128 до 2.

Передбачена можливість нарізування особливо точних різьб шляхом виключення з кінематичного ланцюга зубчастих передач коробки подач і застосування спеціальних прецизійних змінних зубчастих коліс

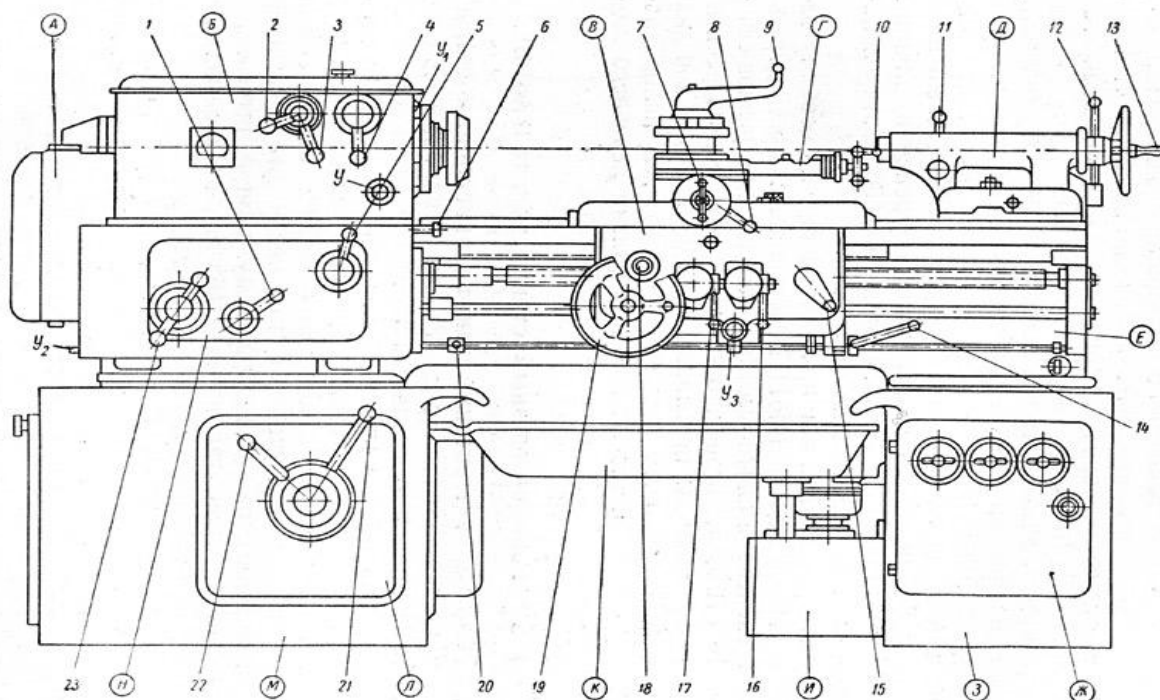


Рисунок 1 – Загальний вигляд верстата мод. 1А616

2.2 Будова верстата

Станина Е (рис. 1) встановлена на двох тумбах – передній М і задній З, між якими розташований піддон 1 (для збору стружки). У передній тумбі змонтована коробка швидкостей Л, а в задній – електрошафа Ж. Крім того, до задньої тумбі прикріплений бак И і насос охолоджуючої рідини, а на передній – головний електродвигун.

У лівій головній частини станини закріплена зверху передня бабка Б, а на бічній лицьовій частини - коробка подач Н. Гітара змінних коліс А встановлена з лівого торця станини.

Фартух В з супортом Г переміщуються по зовнішнім напрямних станини, а задня бабка Д – по внутрішнім її напрямних. Разом з верстатом поставляються трьохкулачковий самоцентруючийся патрон підвищеної точності типу ТМ-165 і МС-200 відповідно діаметром 165 і 200 мм і повідковий патрон діаметром 250 мм з пальцем і прихватом, а також упорні центри. За особливим замовленням поставляються рухомий і нерухомий люнети.

2.3 Кінематика верстата

Рух різання

Привод руху різання верстата моделі 1А616 є розділеним. Він складається з двох клинопасових передач, дванадцяти ступневої коробки швидкостей і переборного пристрою.

Приводний вал II коробки швидкостей зв'язаний (рис. 2) з електродвигуном потужністю 4,5 кВт клинопасовою передачею 135-168. Трьохвалова коробка швидкостей має три подвійних рухомих блоки шестерень Б1, Б2 та Б3 і одну одиночну рухому шестерню 55. Вал III отримує обертання від валу II через шестерні 41-26, коли блок Б1, як показано на схемі, зсунутий вліво, або через шестерні 39-31 при крайньому правому положенні блоку Б1 або за допомогою шестерень 14-55. В останньому випадку шестерня 55 вводиться в зачеплення з шестернею 14, а блок Б1 встановлюється середнє нейтральне положення.

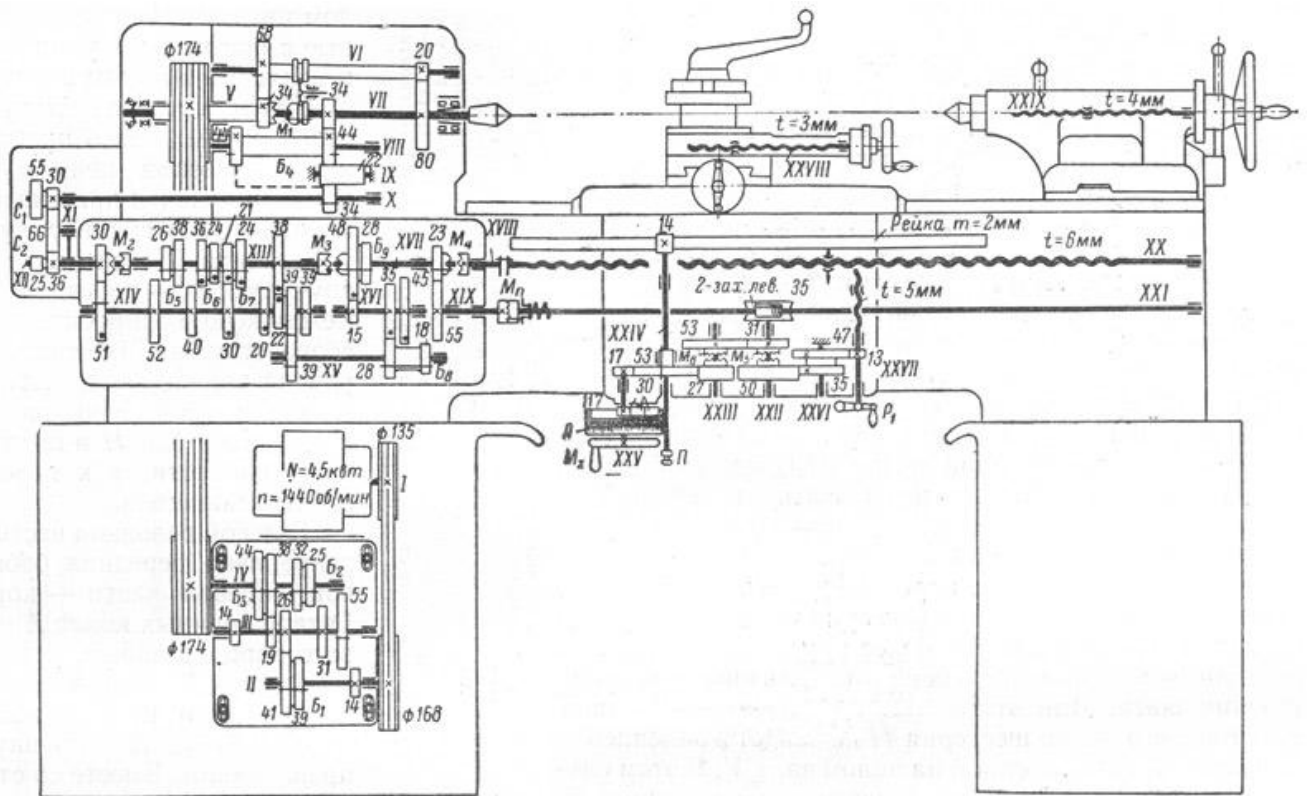


Рисунок 2 – Кінематична схема верстата мод. 1А616

Два подвійних блоки шестерень Б2 і Б3 дозволяють збільшити кількість швидкостей на вихідному валу IV коробки швидкостей до дванадцяти. Нижній ряд чисел від 11 до 280 обертів в хвилину шпинделя передається, як показано на схемі, через перебор. Обертання від коробки швидкостей за допомогою клинопасової передачі 174-174 надається порожньому валу V і далі через шестерні 34-68, вал VI і зубчасту передачу 20-80 шпинделя VII.

Верхній ряд чисел обертів шпindelів отримує при включеній кулачковою муфти Мг безпосередньо від порожнистого вала V.

Графік частот обертання шпindelя верстата мод. 1А616 показано на рис. 3.

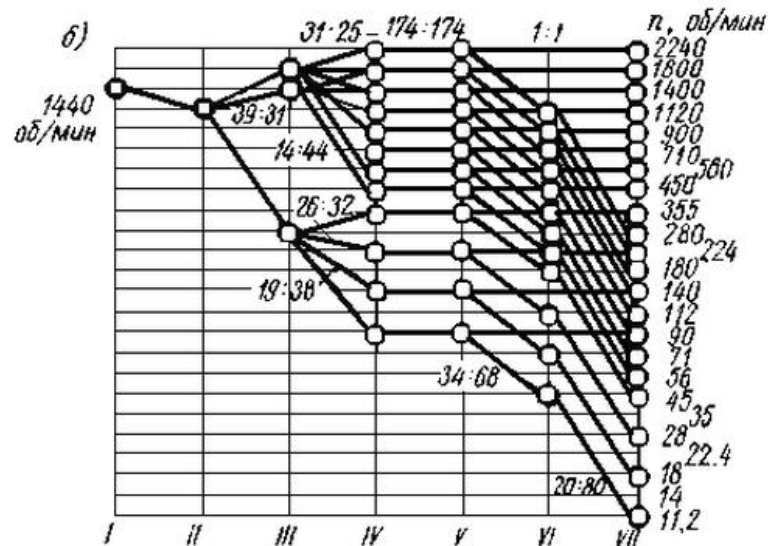


Рисунок 3 – Графік частот обертання шпindelя верстата мод. 1А616

Руху подач

Руху подач супорта здійснюється від шпindelя. Вал X одержує обертання через шестерні 34-44-22-34. Шестерня рухлива 34 на валу X служить для зміни напрямку подач супорта. При зміщенні шестерні вліво вал X отримує обертання від блоку шестерень Б4, минаючи паразитне шестерню 22. Для подачі супорта змінні блоки шестерень С1 і С2 встановлюються так, як показано на схемі, і вал XII приводиться в рух від вала X через шестерні 30-66-36. Теоретично коробка подач може забезпечити 48 швидкостей. Однак внаслідок близького збігу ряду швидкостей практично коробка подач дає лише 22 різні величини подачі.

Проміжний вал XIX і зв'язаний з ним через запобіжну муфту Мп ходовий вал XXI отримують обертання від вихідного вала XVII коробки подач через колеса 23-55. Ходовий вал XXI передає обертання за допомогою черв'ячної передачі 2-35 валу XXII. Останній пов'язаний з валом XXIII колесами 31-53.

Зубчаста муфта М6 служить для вимкнення поздовжньої подачі супорта. Рух від вала XXIII передається супорту через муфту М6, колеса 27 – 53, вал XXIV і рейкову передачу 14 – рейка ($t = 2$ мм). Поперечна подача здійснюється ходовим гвинтом XXVII (при вимкненій муфті М5), який отримує обертання від вала XXII через зубчасті передачі 50 - 35 і 47-13.

Рух утворення гвинтової поверхні

Для нарізування різьби з кроком до 6 мм рух, як і при подачі супорта, запозичується від шпинделя верстата. Різьблення з більш крупним кроком нарізаються при включеному переборі з використанням ланки збільшення кроку. Для цього блок шестерень Б4 пересувають вправо, поки його ліва шестерня 44 не увійде в зачеплення з шестернею 34, закріпленої на порожнистому валу V. У цьому випадку переміщення супорта буде здійснюватися від валу V. Для нарізування метричної та дюймової різьби змінні блоки шестерень С1 і С2 встановлюються так само, як і при подачі: 30-66-36. При нарізуванні модульної та питчевої різьблення змінні блоки переставляють так, щоб рух валу XII передавалося шестернями 36-66-55. Для деяких кроків різьб застосовуються й інші варіанти установки змінних блоків, при яких рух передається шестернями 25-66-55 або 36-66-30.

Коли нарізаються дюймові і пітчеві різьби (як показано на схемі), кулачкова муфта М2 вимкнена. Колесо 51 зачеплене з шестернею 30 валу XII, а шестерня 39 на валу XV введена в зачеплення з шестернею 39 подвійного блоку 22-39, вільно сидить на валу XIV. Для нарізування метричних і модульних різьб включається муфта М2, колесо 51 виводиться з зачеплення, а шестерня 39 переміщається по валу XV вправо до зачеплення з колесом 39, жорстко закріпленим на валу XIV. Супорт отримує рух від коробки подач через кулачкову муфту М4, проміжний валик XVIII і ходовий гвинт XX.

Допоміжні рухи

Лімб Л поздовжньої подачі супорта отримує обертання від валу XXIV через шестерні 53-17 і передачу 30-30-117 з внутрішнім зачепленням.

3. Експериментальна частина роботи

В експериментальній частині роботи необхідно дослідити привід руху токарно-гвинторізного верстата моделі 1А616. Верстат має ступінчатий привід головного руху з таким вихідними даними: $n_1 = 11,2 \text{ хв}^{-1}$; $\varphi = 1,26$; $Z = 24$; $n_d = 1450 \text{ хв}^{-1}$.

Наведені на графіку (рис. 3) теоретичні частоти обертання шпинделя верстата збігаються із табличними, які написані на механізмі перемикачів частот обертання шпинделя.

Як відомо із кінематики, дійсні частоти обертання шпинделя відрізняються від теоретичних через те, що при розрахунках передаточного відношення коробок швидкостей застосовується знаменник геометричного ряду $\varphi = 1,26$, який не забезпечує отримання цілочисленного значення частот (які вказано на механізмі перемикачів та в ряді стандартних частот для заданого значення знаменника φ).

Для визначення дійсного значення частот обертання застосовується цифровий лазерний безконтактний тахометр типу «DT-2234C».



Рисунок 4 – Загальний вигляд високоточного лазерного цифрового безконтактного тахометра «DT-2234C»

Високоточний лазерний цифровий безконтактний тахометр «DT-2234C» призначений для вимірювання частоти обертання поверхні в межах від 2,5 до 99999 об/хв на відстані до 50 см та з точністю до $\pm 0,05\%$.

Основні технічні характеристики лазерного тахометра «DT-2234C»:

- ціна поділки: 0,1 об/хв (частота до 1000 об/хв) та 1 об/хв (частота вище 1000 об/хв);
- точність $\pm 0,05\%$;
- час вимірювання 0,5 с;
- дисплей 0,6", тип матриці LCD на 6 цифр;
- розміри: 184×76×30;
- вага 146г.

Робота на верстаті

Попередження 1. Оскільки верстат живиться від трьохфазної мережі напругою 380В, то при вмиканні силового струму слід бути уважним, щоб не

отримати пошкодження! У разі виникнення нестандартної ситуації натиснути на кнопку загальний стоп.

Попередження 2. Перед початком роботи на верстаті (вмиканням шпинделя) перевірити надійність затиску оправки у шпинделі. Після перевірки надійності затиску оправки можна ввімкнути шпиндель верстата.

Таким чином алгоритм виконання експериментальної частини роботи на верстаті наступний:

1. Підготувати лазерний безконтактний тахометр.
2. На верстаті встановити найменші оберти шпинделя ($11,2 \text{ хв}^{-1}$).
3. Перевірити надійність затиску оправки у шпинделі верстата.
4. Ввімкнути головний вимикач силової шафи верстата.
5. Ввімкнути шпиндель верстата.
6. Зняти показники дійсних обертів шпинделя на тахометра.
7. Зупинити шпиндель кнопкою «Стоп».
8. Встановити наступне значення частоти обертання шпинделя, повторюючи пункти 5, 6, 7 до перебору усіх значень частот.
9. Значення дійсних обертів занести у таблицю за формою:

Табличні (теоретичні значення)	11,2	14	18	22,4	28	35	45	56	71	90	112	140
Дійсні значення												
Середнє значення												
Похибка, $\Delta, \%$												
Табличні (теоретичні значення)	180	224	280	355	450	560	710	900	1120	1400	1800	2240
Дійсні значення												
Середнє значення												
Похибка, $\Delta, \%$												

Таким чином, потрібно визначити дійсні оберти для кожної табличної (теоретичної) частоти, змінюючи їх за допомогою механізму перемикачів.

Попередження 3. Перемикач частот обертання виконувати тільки при зупиненому шпинделі.

Попередження 4. Не наводити лазерний промінь безконтактного тахометра «DT-2234C» в очі! Це може призвести до враження сітківки ока.

Після визначення середнього значення дійсних частот обертання шпинделя (записати декілька дійсних значень та визначити середнє) нанести їх штрихпунктирними лініями на графік частот обертання шпинделя (рисунок 3). Підрахувати похибку теоретичного (табличного) та дійсного значення. Зробити висновки по роботі.

Звіт до лабораторної роботи повинен містити:

1. Тему та мету роботи.
2. Теоретичні значення частот обертання шпинделя за вихідними даними.
3. Алгоритм виконання роботи.
4. Таблицю за результатами дослідів, графік з дійсними значеннями частот обертання шпинделя.
5. Висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. Скільки частот обертання забезпечує коробка швидкостей верстата мод. 1A616?
2. Як забезпечується верхній ряд чисел обертів шпинделя верстата мод. 1A616?
3. Як забезпечується нижній ряд чисел обертів шпинделя верстата мод. 1A616?
4. Яким чином здійснюється вимірювання реальної частоти обертання шпинделя верстата?
5. Поясніть чому не співпадають значення реальних частот обертання шпинделя із теоретичними.