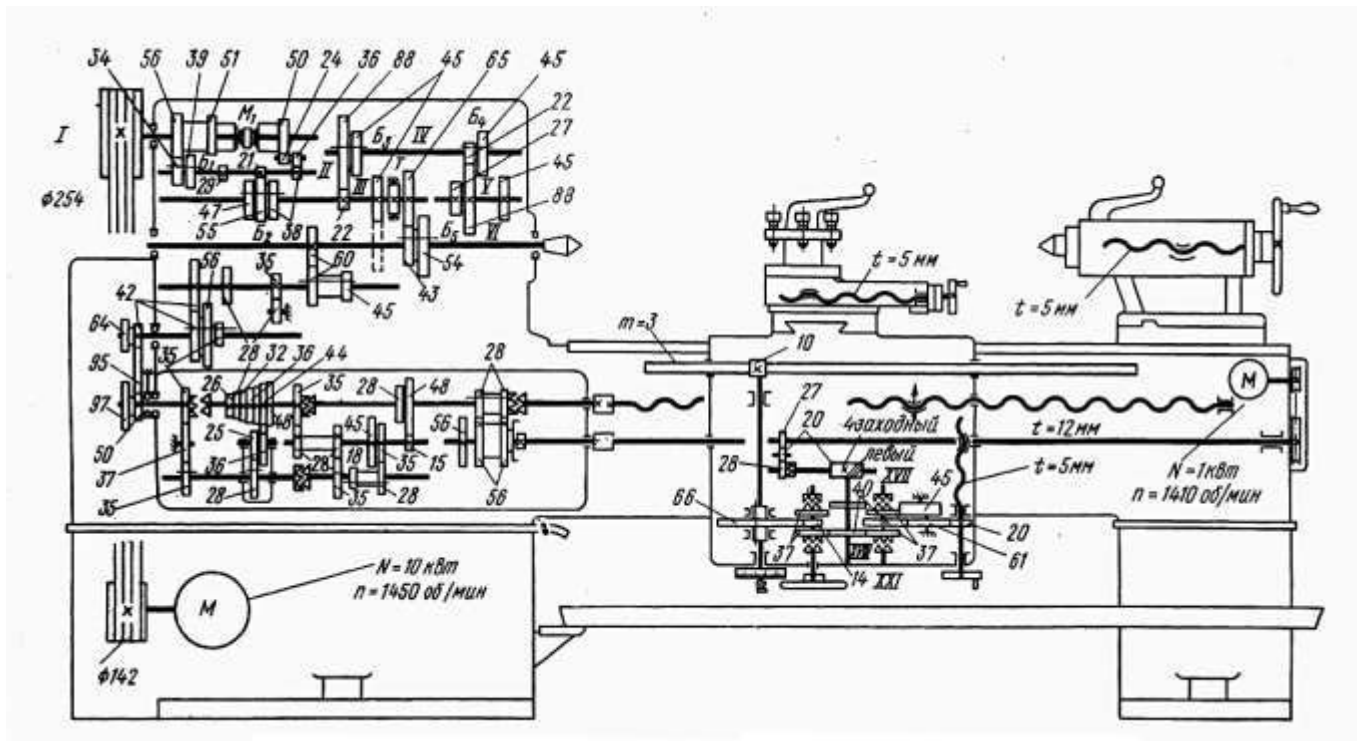


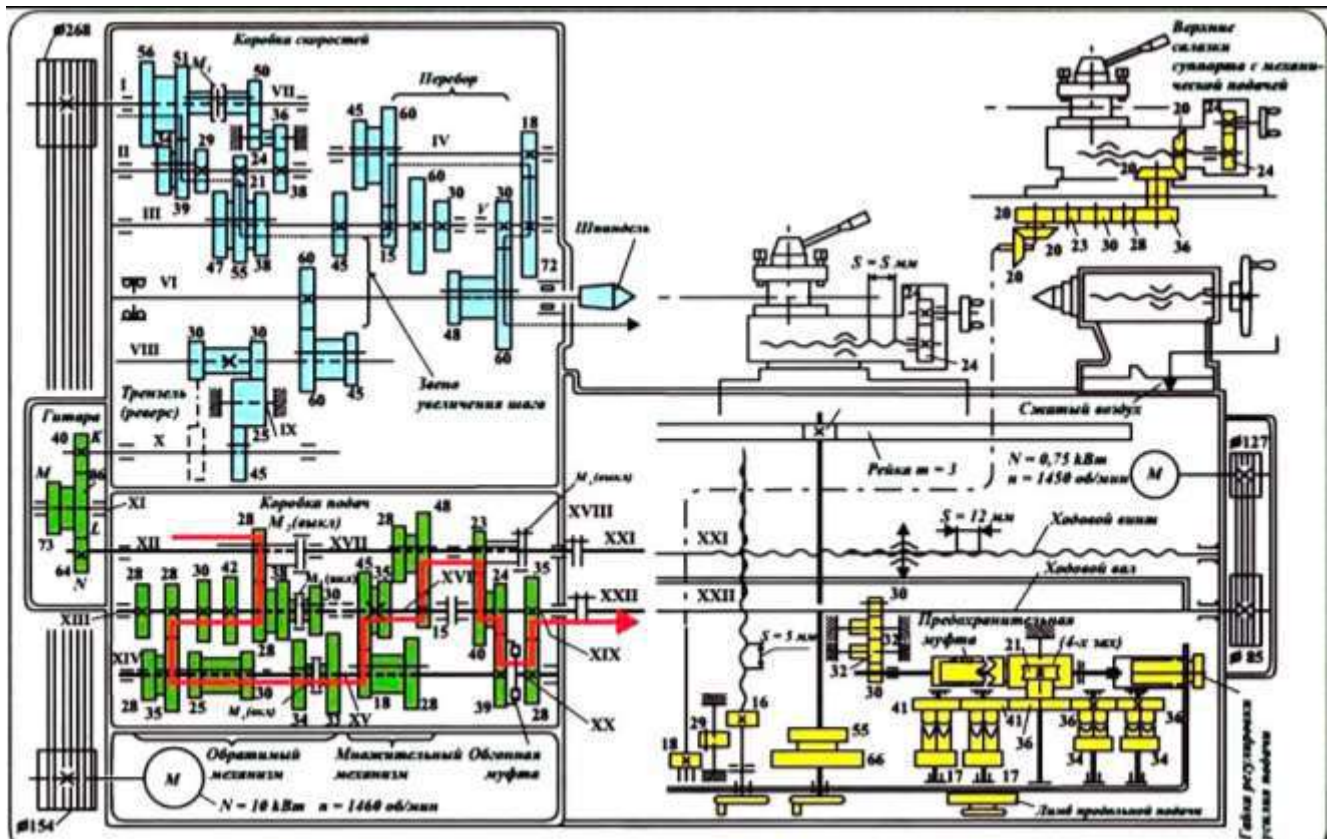
4. Заповнити таблицю 1.
5. Зробити висновки по роботі.

Таблиця 1

№	Показник	Верстат 16К20	Верстат 1К62	Верстат ТВ-6
1.	Число передач в групах <i>a</i> , <i>b</i> , <i>c</i> коробки швидкостей: P_a P_b P_c			



Кінематична схема токарно-гвинторізного верстату 1К62



Кінематична схема токарно-гвинторізного верстату 16К20

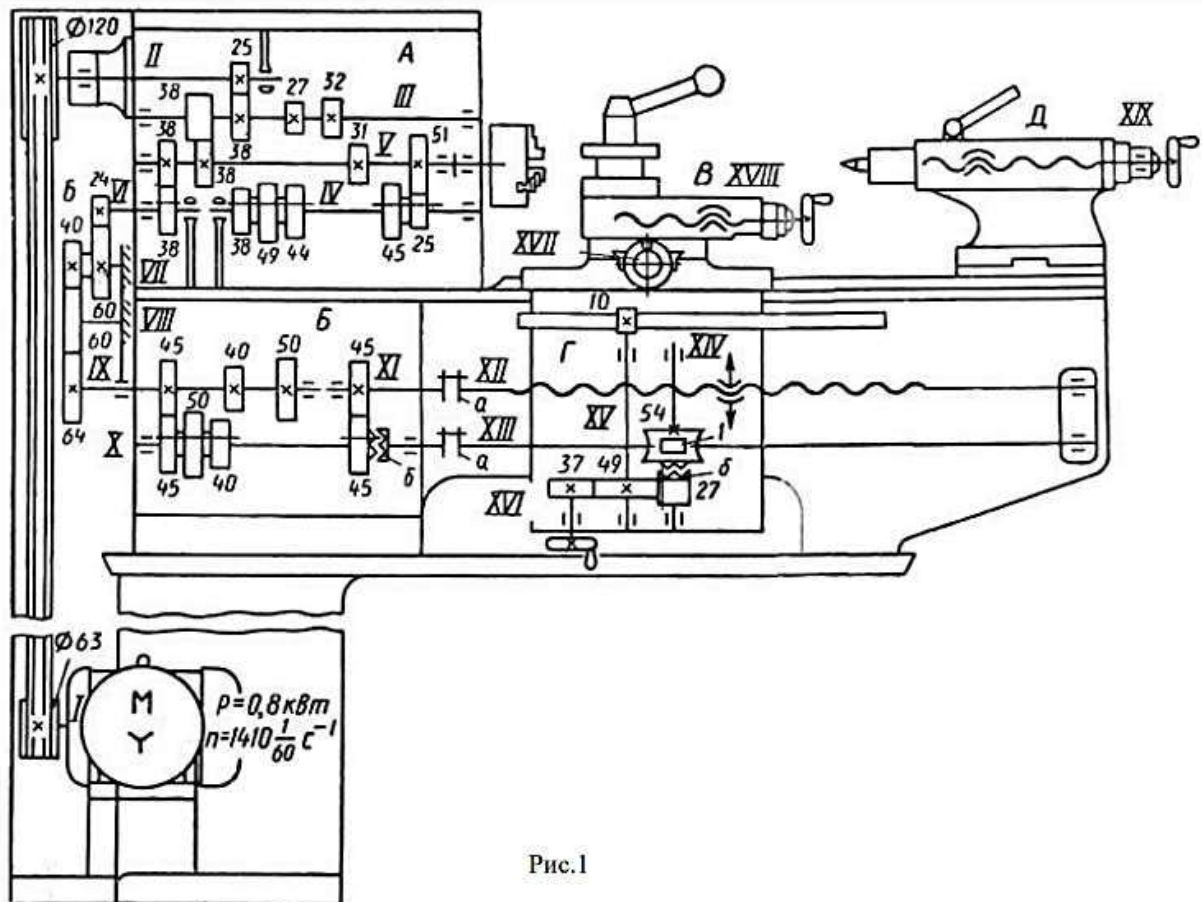


Рис.1

Кінематична схема токарно-гвинторізного верстату ТВ-6

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

Тема: ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАЛАГОДЖЕННЯ ТА НАРІЗАННЯ РІЗЬБИ НА ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОМУ ВЕРСТАТІ

Мета роботи: ознайомитися з теоретичними основами процесу налаштування та нарізання різьби на токарно-гвинторізному верстаті, вивчити параметри різьби, різьбонарізні інструменти, схеми передач та процес налаштування верстату для різьбових операцій.

Теоретичні відомості

1. Основи нарізання різьби

Різьба — це гвинтова поверхня, яка наноситься на циліндричні або конічні деталі для з'єднання, передавання руху чи перетворення обертального руху в поступальний. Різьби поділяються за формою профілю, напрямком і призначенням. Основні типи різьб, які використовуються в машинобудуванні: метрична, дюймова, трапецеїдальна, прямокутна та інші.

2. Параметри різьби

Основні параметри різьби:

- **Зовнішній діаметр (D)** — найбільший діаметр різьби, вимірюється по гребенях різьби для зовнішньої різьби та по впадинах для внутрішньої.
- **Внутрішній діаметр (d)** — найменший діаметр різьби, вимірюється по впадинах для зовнішньої різьби та по гребенях для внутрішньої.
- **Крок різьби (P)** — відстань між двома сусідніми витками різьби, виміряна вздовж осі.
- **Глибина різьби (h)** — вертикальна відстань між гребенем і впадиною різьби.
- **Кут профілю різьби** — кут між схилами різьби. Для метричної різьби він становить 60° , для трапецеїдальної — 30° (на кожній схилі).

3. Типи різьби

1. Метрична різьба:

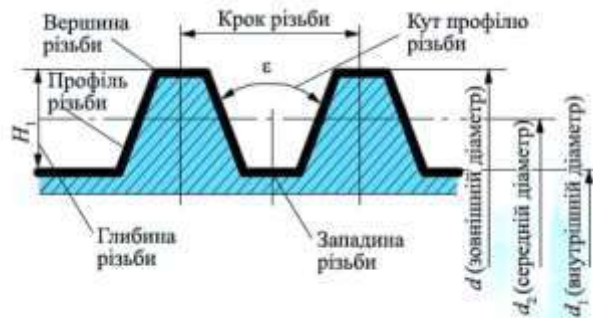
- Має трикутний профіль з кутом 60° .
- Використовується в більшості машинобудівних та будівельних з'єднань.
- Параметри метричної різьби стандартизовані за ГОСТ, ISO та іншими міжнародними стандартами.

Метрична різьба



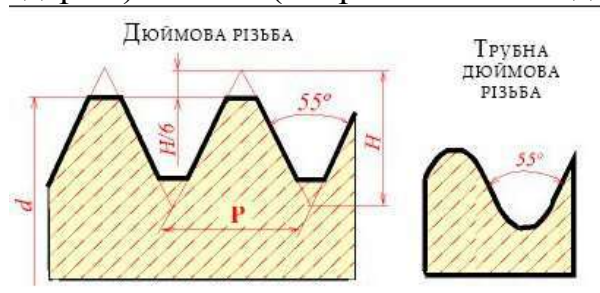
2. Трапецеїдальна різьба:

- Має трапецеїдальний профіль з кутом 30° на кожній схилі.
- Використовується для передачі руху або сили, наприклад, у гвинтових передачах або приводах.
- Завдяки широкому профілю витримує значні навантаження.



3. Дюймова різьба:

- Застосовується переважно в країнах з англосаксонською системою вимірювань.
- Характеризується кроком у частках дюйма та кутом профілю 55° (для британських стандартів) або 60° (американські стандарти).



4. Процес нарізання різьби на токарно-гвинторізному верстаті

Токарно-гвинторізний верстат призначений для обробки металів, зокрема для нарізання різьби. Основними елементами верстата є шпиндель, супорт, коробка передач для регулювання подачі та різцетримач.

Основні кроки під час налаштування та нарізання різьби:

1. **Встановлення заготовки:** Заготовка фіксується у патроні верстата.

2. **Вибір різця:** Залежно від типу різьби, обирається відповідний різьбонарізний різець (з трикутним, трапецеїдальним або іншим профілем).

3. **Налаштування коробки передач:** Коробка передач використовується для регулювання подачі різця відповідно до кроку різьби. Для метричної різьби обирається конкретне співвідношення передач, що визначає необхідну подачу супорта.

4. **Процес нарізання:** Різець вводиться в контакт з заготовкою та рухається вздовж її осі, нарізаючи витки різьби з певним кроком і профілем. Процес виконується поетапно, з кількома проходами для досягнення потрібної глибини різьби.

5. **Контроль якості різьби:** Після виконання різьби перевіряються основні параметри за допомогою калібрів (для зовнішніх і внутрішніх різьб).

5. Коробка передач і подача супорта

Коробка передач токарно-гвинторізного верстата відповідає за синхронізацію обертання шпинделя з рухом супорта вздовж осі заготовки. Подача визначає, на яку відстань переміститься супорт за один оберт шпинделя, що визначає крок різьби. Для кожного кроку різьби необхідно правильно налаштувати передачу в коробці швидкостей.

6. Інструменти для нарізання різьби

Різьбонарізні різці мають профіль, який відповідає типу різьби, що нарізається:

- **Трикутні різці** використовуються для метричної та дюймової різьби.
- **Трапецеїдальні різці** застосовуються для трапецеїдальної різьби. Різці виготовляються зі швидкорізальної сталі (HSS) або з твердосплавних матеріалів і повинні бути гостро заточеними для забезпечення чистоти різьби.

7. Точність та контроль якості різьби

Після нарізання різьби важливо перевірити її точність. Для цього використовують спеціальні калібри:

- **Кільцеві калібри** для зовнішньої різьби.
- **Призматичні калібри** для внутрішньої різьби.

Контроль різьби дозволяє визначити точність кроку, профілю та відповідність параметрам креслення.

Налаштування верстата для нарізання різьби

1. Підготовка до роботи

- **Перевірка стану верстата:** Перед початком роботи слід оглянути верстат, перевірити його чистоту, відсутність зносу та зламаних деталей.
- **Забезпечення безпеки:** Переконайтеся, що всі захисні пристрої на місці, а робоче місце чисте та упорядковане.

2. Встановлення заготовки

- **Вибір заготовки:** Оберіть заготовку, на якій буде нарізатися різьба.

- **Закріплення:** Закріпіть заготовку в патроні верстата, забезпечивши її стабільність під час обробки. Заготовка повинна бути відцентрована.

3. Вибір різця

- **Вибір різьбонарізного різця:** Виберіть відповідний різець для нарізання обраної різьби (трикутний, трапецеїдальний тощо) з урахуванням типу і кроку різьби.

4. Налаштування коробки швидкостей

- **Визначення кроку різьби:** Спочатку потрібно визначити крок різьби, який планується нарізати (наприклад, 1 мм, 2 мм, 3 мм тощо).
- **Налаштування передачі:** Залежно від обраного кроку різьби, потрібно вибрати відповідну передачу в коробці швидкостей. Для цього:
 1. **Знайдіть таблицю передач:** У керівництві до верстата є таблиця, що показує, які передачі потрібно вибрати для різних кроків різьби.
 2. **Вибір передачі:** Оберіть шестерні, які забезпечать необхідну подачу супорта для отримання вказаного кроку. Наприклад, якщо ви хочете нарізати різьбу з кроком 1.5 мм, то вам знадобиться налаштувати верстат на передачу, яка забезпечить подачу 1.5 мм за оберт шпинделя.

5. Налаштування подачі

- **Регулювання подачі:** На верстаті зазвичай є механізм, що дозволяє регулювати подачу супорта. Встановіть подачу відповідно до обраної передачі та кроку різьби.
- **Переключення подачі:** Встановіть перемикач подачі в положення "різьба" (якщо є така опція).

6. Установлення різця

- **Позиціонування різця:** Встановіть різець у різцеутримувач так, щоб його край був на рівні осі обертання заготовки. Правильне положення різця забезпечить точність нарізування різьби.
- **Регулювання глибини різання:** Задати початкову глибину різання, налаштувавши супорт відповідно до товщини стружки.

7. Перевірка обертання шпинделя

- **Запуск верстата:** Увімкніть шпиндель верстата і перевірте, що він обертається в правильному напрямку (за годинниковою стрілкою для зовнішньої різьби).
- **Регулювання швидкості:** Встановіть необхідну швидкість обертання шпинделя відповідно до матеріалу заготовки та кроку різьби.

8. Підготовка до нарізання різьби

- **Перевірка налаштувань:** Перш ніж почати нарізання, ще раз перевірте всі налаштування (закріплення заготовки, установку різця, налаштування коробки швидкостей та подачі).
- **Запуск нарізання:** Після перевірки всіх параметрів можна розпочати нарізання різьби.

9. Контроль якості

- **Перевірка отриманої різьби:** Після нарізання різьби перевірте її параметри за допомогою калібрів, щоб впевнитися в точності кроку і діаметра.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомлення з різьбою та її типами:

- Вивчити класифікацію різьб (метрична, дюймова, трапецеїдальна, прямокутна тощо).
- Описати параметри різьби (зовнішній діаметр, внутрішній діаметр, крок, глибина різьби).

2. Аналіз конструкції та налаштування токарно-гвинторізного верстату:

- Дослідити схему токарно-гвинторізного верстата, вивчити компоненти: шпиндель, різцеутримувач, коробка подач, супорт.
- Ознайомитися з коробкою передач верстата, яка регулює подачу і крок різьби, та зрозуміти, як обирати потрібний режим для різьби.

3. Теоретичне моделювання процесу нарізання різьби:

- Опишіть, як налаштувати верстат для нарізання різьби певного кроку, враховуючи передачу в коробці швидкостей.
- Вкажіть, які інструменти використовуються для нарізання різьби та як їх обирати залежно від типу різьби.
- Розгляньте процес нарізання різьби, розбийте його на етапи: початковий етап, основне нарізання, перевірка та контроль.

4. Розрахунок параметрів різьби:

- Виконайте розрахунок для нарізання різьби.

Варіанти (за списком у журналі):

1. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **1,5 мм** на заготовці діаметром **18 мм** (метрична різьба).
2. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **1.5 мм** на заготовці діаметром **16 мм** (метрична різьба).
3. Нарізати внутрішню різьбу з кроком **3 мм** на заготовці діаметром **24 мм** (метрична різьба).
4. Нарізати трапецеїдальну різьбу з кроком **4 мм** на заготовці діаметром **30 мм**.
5. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **0.75 мм** на заготовці діаметром **10 мм** (метрична різьба).
6. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **6 мм** на заготовці діаметром **40 мм** (трапецеїдальна різьба).
7. Нарізати внутрішню різьбу з кроком **1 мм** на заготовці діаметром **14 мм** (метрична різьба).
8. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **2.5 мм** на заготовці діаметром **28 мм** (метрична різьба).
9. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **1.25 мм** на заготовці діаметром **18 мм** (метрична різьба).
10. Нарізати трапецеїдальну різьбу з кроком **5 мм** на заготовці діаметром **50 мм**.

11. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **3 мм** на заготовці діаметром **32 мм** (метрична різьба).
12. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **2 мм** на заготовці діаметром **22 мм** (метрична різьба).
13. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **0.5 мм** на заготовці діаметром **6 мм** (метрична різьба).
14. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **1 мм** на заготовці діаметром **8 мм** (метрична різьба).
15. Нарізати внутрішню різьбу з кроком **3.5 мм** на заготовці діаметром **36 мм** (трапецеїдальна різьба).
16. Нарізати зовнішню різьбу з кроком **5 мм** на заготовці діаметром **60 мм** (трапецеїдальна різьба).

5. Проблеми та ускладнення при нарізанні різьби:

- Описати можливі дефекти при нарізанні різьби (розрив профілю, неправильний крок, пошкодження різьби) та причини їх виникнення.
- Проаналізувати, як правильно усувати ці дефекти під час налаштування обладнання.

Контрольні питання

1. Що таке різьба і які основні параметри її характеризують?
2. Яка різниця між метричною та дюймовою різьбою?
3. Як налаштувати крок різьби на токарно-гвинторізному верстаті?
4. Які інструменти використовуються для нарізання різьби і як їх обирати?
5. Які можливі дефекти виникають при нарізанні різьби і як їх уникнути?

Приклад розрахунку 1

Завдання. Нарізати зовнішню різьбу з кроком 2 мм на заготовці діаметром 20 мм (метрична різьба).

Етапи розрахунку:

1. Визначення основних параметрів різьби:

- Зовнішній діаметр (**D**) = 20 мм.
- Крок різьби (**P**) = 2 мм.

Внутрішній діаметр (d) (діаметр по впадинах) розраховується за формулою:

$$d = D - 2 \times H$$

де **H** — висота профілю різьби, яка розраховується за формулою:

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} \times P$$

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2 \approx 1.732 \text{ мм}$$

$$d = 20 - 2 \times 1.732 = 20 - 3.464 = 16.536 \text{ мм}$$

Отже, внутрішній діаметр (d) ≈ 16.54 мм.

2. **Визначення глибини різьби (h):** Глибина різьби розраховується як:

$$h = \frac{P}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ мм}$$

3. **Визначення кута профілю:** Для метричної різьби стандартний кут профілю різьби складає 60° .
4. **Перевірка якості різьби:** Після нарізання різьби необхідно перевірити її якість за допомогою калібру. Калібр має відповідати параметрам зовнішнього діаметра (20 мм) та кроку різьби (2 мм).

Приклад розрахунку 2

Завдання. Нарізати трапецеїдальну різьбу з кроком 4 мм на заготовці діаметром 30 мм.

Розрахунок:

1. **Визначення висоти профілю різьби (h):**

$$h = \frac{P}{2} = \frac{4 \text{ мм}}{2} = 2 \text{ мм}$$

2. **Визначення внутрішнього діаметра (d):**

$$d = D - 2 \times h = 30 \text{ мм} - 2 \times 2 \text{ мм} = 30 \text{ мм} - 4 \text{ мм} = 26 \text{ мм}$$

3. **Перевірка кута профілю:**

- Кожна складова різьби має кут 30° , що забезпечує загальний кут профілю 60° .

4. **Вибір різьбонарізного різця:**

- Необхідно використовувати різець з трапецеїдальним профілем та кутом 60° , щоб відповідати стандарту.

5. **Налаштування верстату:**

- Встановити заготовку діаметром **30 мм** в патрон.
- Вибрати передачу, яка забезпечить крок різьби **4 мм**.
- Встановити правильний кут різьбонабирання на різці.

6. **Контроль якості:**

- Після нарізання перевірити відповідність зовнішнього діаметра та кроку різьби за допомогою калібрів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Тема: КОНСОЛЬНИЙ УНІВЕРСАЛЬНО-ФРЕЗЕРНИЙ ВЕРСТАТ МОДЕЛІ 6М82

Мета роботи: вивчення кінематичної схеми і конструкції універсально-фрезерного верстата і набуття навичок у розрахунку і налаштуванні універсальної ділильної головки.

Теоретичні відомості

Універсально-фрезерний верстат моделі 6М82 (рис. 4.1) призначений для виконання різноманітних фрезерних робіт циліндричними, дисковими, фасонними, торцевими і пальцевими фрезами в умовах одиничного і серійного виробництва.

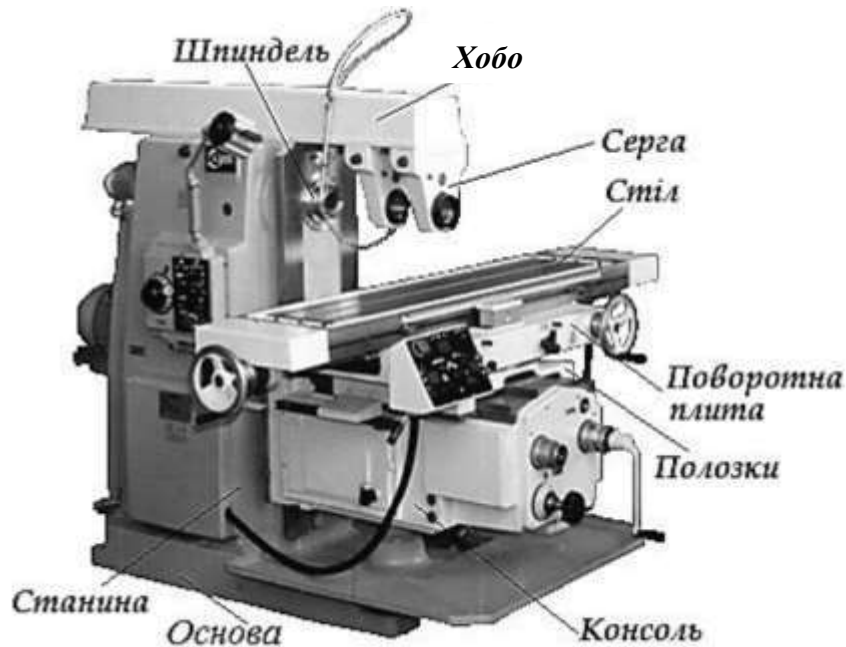


Рис. 4.1. Загальний вид універсально-фрезерного верстата 6М82

У серійному виробництві, завдяки наявності напівавтоматичних і автоматичних циклів, верстат може успішно використовуватися у роботі операційного характеру на поточкових і автоматичних лініях. Верстат має підвищену точність та твердість в порівнянні з верстатом 6Н82.

Оброблювана деталь закріплюється на столі, що розташований на консолі верстата і може одержувати поздовжнє, поперечне і вертикальне переміщення (останнє здійснюється разом з консоллю). Стіл, можна повернути навколо своєї вертикальної осі на кут $\pm 45^\circ$, що дозволяє обробляти гвинтові канавки. Завдяки наявності поворотного столу верстат називається *універсальним*.

Різальний інструмент – фреза – закріплюється на оправленні, жорстко з'єднаній зі шпинделем верстата. Інший кінець оправлення підтримується підшипником, закріпленим у підвіску. Фреза одержує безперервний обертальний рух, що зветься *головним або рухом різання*. Переміщення заготовки називається

рухом подачі.

На верстаті можна обробляти вертикальні і горизонтальні площини, пази, фасонні поверхні і нарізати зубчасті колеса. У більшості випадків заготовка закріплюється на столі за допомогою лежат або спеціального пристосування. Фрезерування зубчастих коліс, розгорток, спіралі, кулачків і інших деталей, що вимагають періодичного або безперервного повороту навколо осі, виробляється на даному верстаті з застосуванням ділильної головки або накладного круглого столу.

На верстаті можна робити зустрічне і побіжне фрезерування завдяки наявності механізму вибірки люфту в гвинтовій парі поздовжньої подачі столу. Зазор між різьбами ходового гвинта і гайки вибирають підтягуванням додаткової гайки, завдяки чому створюється невеликий натяг у гвинтовій парі. Алі при цьому ходовий гвинт повинен обертатися без великого зусилля.

Завдяки підвищеній твердості верстата, значної потужності і високих чисел оборотів шпинделя, на верстаті можна вести швидкісне фрезерування.

Кінематична схема верстата приведена на рис. 4.2.

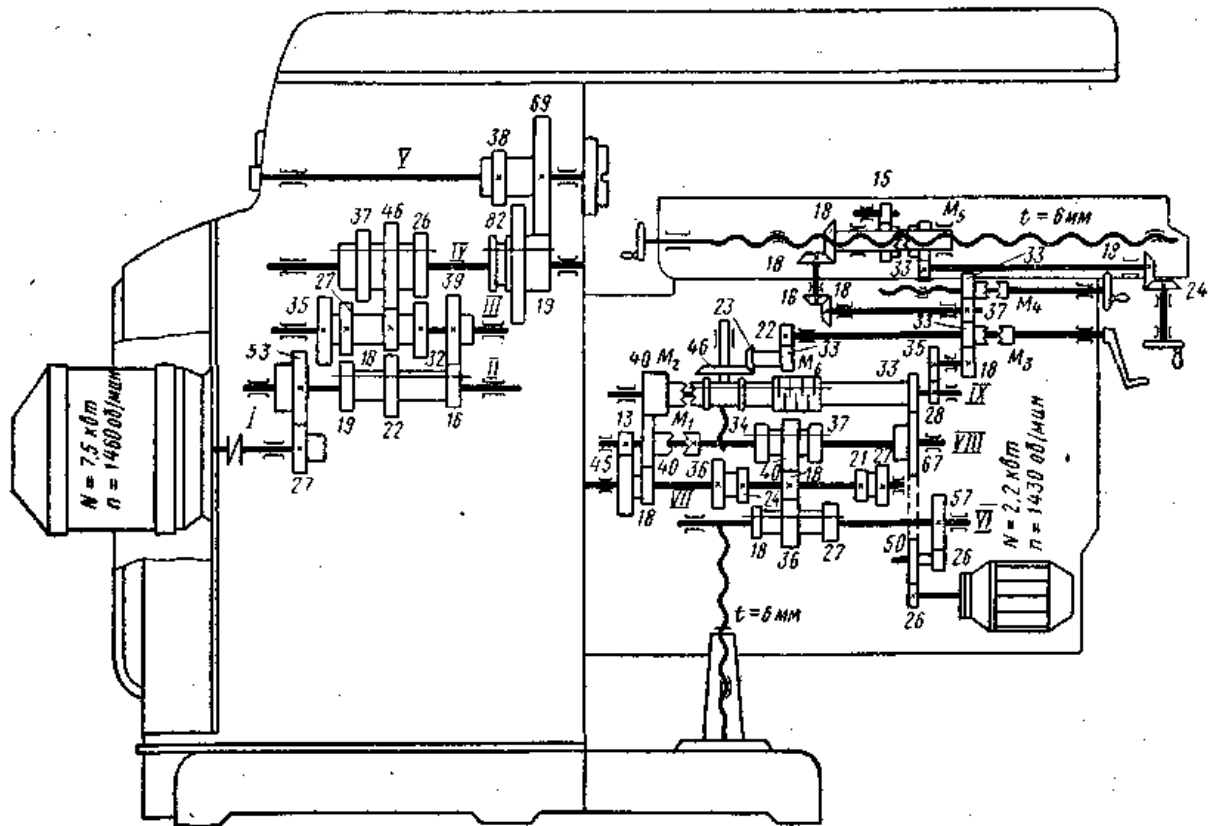


Рис. 4.2. Кінематична схема верстата

Шпиндель одержує обертання від електродвигуна ($N=7,5 \text{ кВт}$, $n = 1460 \text{ об/хв}$) через зубчасті колеса, установлені на 5 валах коробки швидкостей. Вал I передає обертання валові II через жорстко закріплені зубчасті колеса 27-53. Від вала II на вал III обертання може бути передане через одну з трьох пар зубчастих коліс: 16-38, 22-32 або 19-35. При цьому триступінчастий блок 16-22-19, установленний на шліцевій ділянці вала II, може переміщатися в осьовому

напрямку і займати одне з трьох фіксованих положень.

Вал IV одержує обертання від вала II також через одну з трьох пар зубчастих коліс: 27-37, 18-46 або 38-26. З вала IV обертання передається валові V (шпинделеві) через колеса 82-38 або 19-69. Триступінчастий блок 37-46-26 і двоступеневий блок 82-19 можуть переміщатися в осьовому напрямку. Коробка швидкостей дозволяє повідомити шпинделеві 18 різних чисел оборотів у межах від 31,5 до 1600 об/хв.

Переключення чисел оборотів шпинделя виробляється за допомогою селективного механізму. Принцип роботи селективного механізму коробки швидкостей аналогічний роботі селективного механізму коробки подач, що описаний нижче.

Рівняння кінематичного ланцюга для максимального числа оборотів шпинделя за хвилину має вигляд:

$$n_{max} = 1460 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{22}{32} \cdot \frac{38}{26} \cdot \frac{82}{38} = 1600 \text{ об/хв}$$

Механізм для здійснення подачі столу змонтований у порожнині консолі столу. Окремий електродвигун цього механізму ($N=2,2$ кВт, $n=1430$ об/хв) передає обертання валові VI через зубчасті колеса 26-50 і 26-57. На шліцевій ділянці валу VI установлений триступінчастий блок циліндричних зубчастих коліс, що за рахунок осьового переміщення можна поставити в три фіксованих положення. При цьому на вал VII обертання буде передаватися через колеса 36-18 або 27-27 або 18-36.

На валові VII жорстко закріплені блоки зубчастих коліс 21-27 і 36-24 і колесо 18, а блок 45-18 посаджений вільно. Обертання з валу VII передається валові VIII через зубчасті колеса 18-40, 21-37 або 24-34. Для здійснення цих трьох передаточних відношень триступінчастий блок 34-40-37, посаджений на шліцевій ділянці валу VIII, осьовим зсувом встановлюється в одне з трьох положень. На валові VIII жорстко посаджене колесо 13 і вільне встановлене колесо 40, яку можна з'єднувати з валом VIII за допомогою кулачкової муфти K_1 (праве положення) або вводити в зачеплення з зубчастим колесом 18 блоку 45-18, що сидить вільно на валові VII (ліве положення). Зубчасте колесо 40 валу VIII у правому і лівому положеннях залишається в постійному зачепленні із широким колесом 40, що вільно сидить на валові IX. Отже, з валу VIII на вал IX можна передати обертання двома шляхами: через колеса 40-40 (при включеній муфті K_1) або через перебір, тобто через колеса 13-45 і 18-40-40 (при виключеній кулачкової муфті K_1).

У такий спосіб при незмінному числі оборотів електродвигуна зубчасте колесо 40 вала IX за рахунок коробки подач може одержати 18 різних чисел оборотів.

Для передачі крутного моменту від колеса 40 на вал IX вмикається кулачкова муфта K_2 (рис. 4.3). У маточині цього колеса змонтована кулькова муфта, що охороняє механізм подач від перевантажень при робочих ходах. Від вала IX обертання може передаватися на ходові гвинти поздовжньої, поперечної

і вертикальної подач.

При поздовжній робочій подачі столу обертання з валу IX на гвинт поздовжнього переміщення столу передається через циліндричні колеса 28-35 і 18-33-37 і далі через конічні колеса 18-16 і 18-18 на муфту М і гвинт поздовжнього ходу столу. По цьому ланцюзі можна одержати 18 різних поздовжніх подач з межами 25-1250 мм/хв.

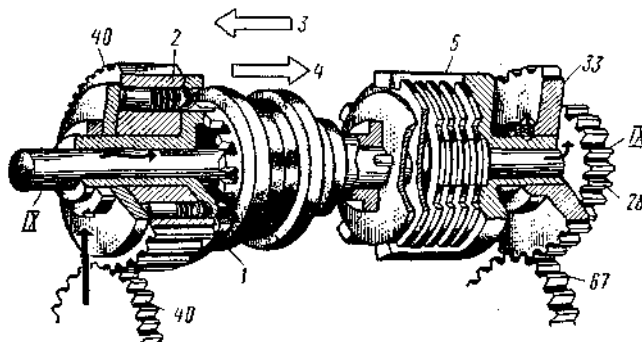


Рис. 4.3. Муфти коробки подач універсально-фрезерного верстата 6М82:
1- кулачкова муфта, 2 - запобіжна кулькова муфта, 3 - робоча подача, 4 - прискорений хід, 5 - фрикційна муфта, IX - вал

При поперечній робочій подачі столу обертання з валу IX на гвинт переміщення поперечних салазок передається через циліндричні колеса 28-35, 18-33-37-33. При включеній кулачкової муфті обертання буде передаватися ходовому гвинтові поперечної подачі. У поперечному напрямку стіл одержує 18 різних подач від 25 до 1250 мм/хв. При вертикальному переміщенні консолі по направляючої станини рух з валу IX на гвинт вертикальної подачі передається через циліндричні колеса 28-35, 18-33, 22-33 і конічні колеса 23-46 і на ходовий гвинт вертикальної подачі. При цьому кулачкова муфта повинна бути ввімкнена. Вертикальна подача змінюється в межах від 8,3 до 416,6 мм/хв.

Рівняння кінематичного ланцюга поздовжньої подачі для мінімального значення буде мати вигляд:

$$S_{\text{мін.позд.}} = 1430 \cdot \frac{26}{50} \cdot \frac{26}{57} \cdot \frac{18}{36} \cdot \frac{18}{40} \cdot \frac{13}{45} \cdot \frac{18}{40} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{33} \cdot \frac{33}{37} \cdot \frac{18}{16} \cdot \frac{18}{18} \cdot 6$$

$$= 25 \text{ мм/хв}$$

Для здійснення швидких настановних переміщень столу в поздовжньому, поперечному і вертикальному напрямках вмикається електромагнітна багатодискова фрикційна муфта М валу IX (див. рис. 2 і 3). При цьому кулачкова муфта К₂ робочого ходу автоматично вимикається.

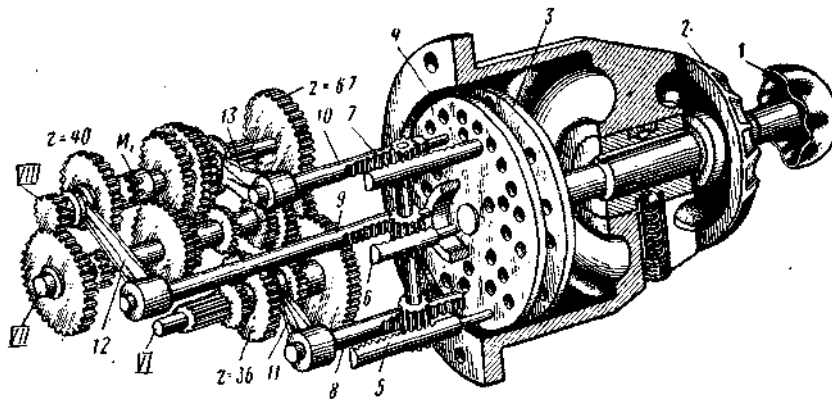


Рис. 4.4. Селективний механізм переключення подач верстата 6М82

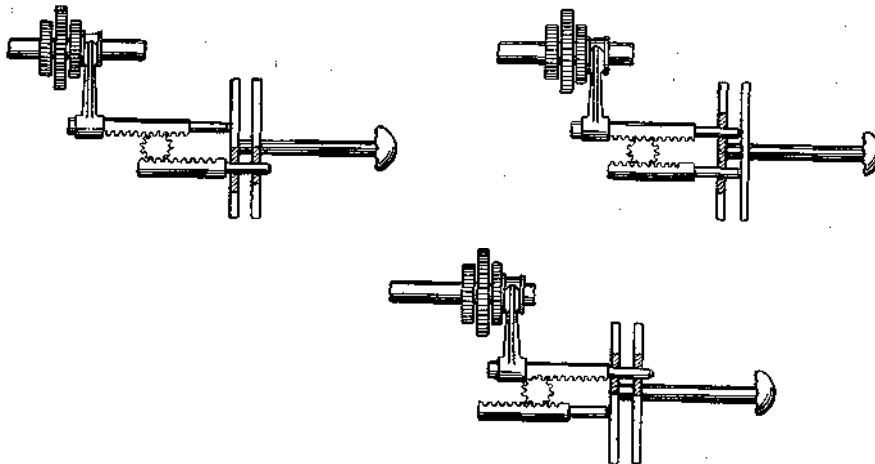


Рис. 4.5. Схема роботи селективного механізму переключення подач верстата 6М82

Рух від електродвигуна на вал ІХ передається по укороченому кінематичному ланцюзі через зубчасті колеса 26-50-67- 33. Колесо 33 за допомогою муфти М жорстко зв'язується з валом ІХ і далі обертання до гвинтів поздовжнього, поперечного або вертикального переміщення передається раніше розглянутими шляхами.

Реверсування робочих і настановних рухів столу здійснюється реверсуванням електродвигуна подачі.

Для установки необхідної величини подачі на верстаті 6М82 застосований селективний механізм (рис. 4.4). Він складається з рукоятки 1, закріпленої на одному валові з дисками 3 і 4. На цьому ж валові розміщений і лімб 2. У дисках є отвори, у які можуть входити циліндричні кінці рейок. Комбінація отворів у дисках така, що в одному положенні диска 4 проти кінця рейки немає отвору, в іншому положенні мається отвір у дискові 4, або немає в дискові 3 і в третьому положенні проти кінця рейки наявні отвори в дисках 4 і 3. У залежності від положення отворів рейки займають різні положення, як це наочно видно на рис. 4. Рейки 5, 6 і 7 з'єднані через зубчасті колеса відповідно з рейками 8, 9 і 10.

Для встановлення необхідної величини подачі рукоятки 1 переміщують вправо (на себе). При цьому перемістяться вправо і диски, зійшовши з

циліндричних кінців рейок. Потім повертають рукоятку (і диски) вправо або вліво до збігу необхідної величини подачі (зазначеної на лімбі) зі стрілкою-показчиком, нанесеної на корпусі коробки подач. Після установки необхідної величини подачі рукоятку переміщують уліво (від себе). При цьому і диски переміщуються вліво. У залежності від положення отворів у дисках рейки 8, 9 і 10 переміщуються на різні величини. За допомогою рейок 11, 12 і 13 переміщуються на відповідну величину і рухливі блоки, вводячи в зачеплення зубчасті колеса, необхідні для забезпечення встановленої подачі.

Як впливає зі сказаного, у даному механізмі установка і переключення подач здійснюються одною рукояткою.

Селективний механізм коробки швидкостей відрізняється від розглянутого тим, що в ньому установка необхідної швидкості здійснюється одною рукояткою (кнопкою), а переключення швидкості – іншою рукояткою. Ділильна головка є одним з основних пристосувань фрезерного верстата, вона застосовується для розподілу заготовки на необхідне число частин, а також для повідомлення обертального руху заготовки при нарізанні гвинтових канавок. За допомогою ділильної головки можна виконувати наступні фрезерні роботи: фрезерування канавок різної форми при виготовленні фрез, свердел, розгортки, зенкерів; нарізування зубчастих коліс; фрезерування граней; прорізання пазів, шліців і ін.

Настроювання ділильної голівки на, фрезерування гвинтових канавок

При фрезеруванні гвинтових канавок на поверхні заготовок останню встановлюють у центрах ділильної голівки і її задньої бабки і скріплюють зі шпинделем ділильної голівки (рис. 4.6). Ділильну головку і її задню бабку встановлюють на столі універсально-фрезерного верстата. При цьому стіл повинен бути повернутий на кут нахилу лінії гвинтової різьби канавки. Якщо позначити крок різьби гвинтової канавки через $T_{\text{мм}}$, а крок гвинта поздовжнього ходу столу $t_{\text{мм}}$, врахувавши, що одному обороту заготовки повинне відповідати переміщення столу верстата, рівне T , то рівняння кінематичного балансу ланцюга, що зв'язує шпиндель ділильної голівки з гвинтом поздовжнього ходу столу, буде:

$$\frac{T}{t} \cdot \frac{a}{c} \cdot \frac{c}{d} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{40} = 1,$$

з якого одержимо:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40 \cdot t}{T}.$$

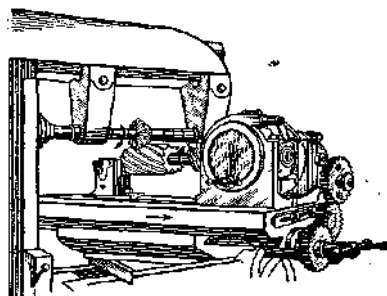


Рис. 4.6. Фрезерування спіральної канавки на універсально-фрезерному верстаті

При визначенні чисел зубів змінних зубчастих коліс a' , b' , c' , d' необхідно перевірити їх на зчеплюваність, тобто

$$a' + b' > c' + 15; \quad c' + d' > b' + 15.$$

При фрезеруванні гвинтових канавок стопор ділильного диска 6 повинен бути звільнений, а штифт 11 вставляють в один з отворів ділильного диска 6.

Технічна характеристика універсально-фрезерного верстата моделі 6М82

Робоча поверхня столу	1250*320 м
Потужність електроприводу головного руху	7 кВт
Число ступенів чисел оборотів шпинделя 31,5 до 1600 об/хв)	18 (у межах від
Число ступенів подач	18 (у межах: поздовжні і поперечні - від 25 до 1250 мм/хв, вертикальні - від 8,3 до 400 мм/хв)

Порядок виконання практичної роботи

1. Ознайомитися з конструкцією і пристроєм фрезерного верстата.
2. Вивчити органи керування і кінематичну схему верстата.
3. Зробити налаштування верстата і ділильної голівки для нарізування спіралі заданого кроку.

Завдання

Налаштувати фрезерний верстат і ділильну головку для нарізування спіралі згідно з наданими параметрами. Виконати розрахунки та вказати необхідні налаштування.

Варіанти завдань (за списком з журналу):

1. Крок спіралі: 10 мм, діаметр заготовки: 40 мм, довжина нарізки: 100 мм
2. Крок спіралі: 15 мм, діаметр заготовки: 50 мм, довжина нарізки: 120 мм
3. Крок спіралі: 8 мм, діаметр заготовки: 30 мм, довжина нарізки: 80 мм
4. Крок спіралі: 12 мм, діаметр заготовки: 45 мм, довжина нарізки: 110 мм
5. Крок спіралі: 20 мм, діаметр заготовки: 60 мм, довжина нарізки: 150 мм
6. Крок спіралі: 6 мм, діаметр заготовки: 25 мм, довжина нарізки: 70 мм
7. Крок спіралі: 18 мм, діаметр заготовки: 55 мм, довжина нарізки: 130 мм
8. Крок спіралі: 14 мм, діаметр заготовки: 48 мм, довжина нарізки: 115 мм
9. Крок спіралі: 22 мм, діаметр заготовки: 65 мм, довжина нарізки: 160 мм
10. Крок спіралі: 9 мм, діаметр заготовки: 35 мм, довжина нарізки: 90 мм
11. Крок спіралі: 16 мм, діаметр заготовки: 52 мм, довжина нарізки: 125 мм
12. Крок спіралі: 7 мм, діаметр заготовки: 28 мм, довжина нарізки: 75 мм

- 13.Крок спіралі: 24 мм, діаметр заготовки: 70 мм, довжина нарізки: 180 мм
14.Крок спіралі: 11 мм, діаметр заготовки: 42 мм, довжина нарізки: 105 мм
15.Крок спіралі: 13 мм, діаметр заготовки: 46 мм, довжина нарізки: 112 мм
16.Крок спіралі: 19 мм, діаметр заготовки: 58 мм, довжина нарізки: 140 мм

Приклад оформлення звіту

Налаштування фрезерного верстата і ділильної голівки для нарізування спіралі заданого кроку.

1. Вихідні дані:

- Крок спіралі: 9 мм
- Діаметр заготовки: 35 мм
- Довжина нарізки: 100 мм

2. Розрахунок кута підйому спіралі: $\alpha = \arctg(h / (\pi * D))$ де h - крок спіралі, D - діаметр заготовки $\alpha = \arctg(9 / (\pi * 35)) = \arctg(0.0796) \approx 4.55$ градусів

3. Налаштування ділильної голівки:

3.1. Передаточне відношення: $i = 40 / z$, де z - кількість заходів спіралі
Прийmemo $z = 1$ (однозахідна спіраль) $i = 40 / 1 = 40$

3.2. Налаштування дискової пари: Оскільки $i = 40$, можна використовувати пряме ділення. $A/B = 40/1$

4. Налаштування гітари зубофрезерного верстата: $a/b * c/d = h / (\pi * D) 10 / (\pi * 40) = 0.0796$ Підберемо зубчасті колеса (припустимо, що доступні колеса від 20 до 100 зубців): $80/100 * 25/25 \approx 0.0796$ Перевірка: $0.8 * 1 = 0.8$, що близько до 0.0796

5. Висновок: У ході виконання практичної роботи було проведено розрахунки для налаштування фрезерного верстата і ділильної голівки для нарізування спіралі з кроком 9 мм на заготовці діаметром 35 мм. Було визначено кут підйому спіралі (4.55°), налаштування ділильної голівки (40:1) та підібрано зубчасті колеса для гітари верстата (80, 100, 25, 25). Ці налаштування дозволять виконати нарізування спіралі згідно із заданими параметрами.

Контрольні питання

1. Поясніть, чому привод подачі на фрезерних верстатах можна здійснювати від окремого електродвигуна, а не від шпинделя, як це робиться на верстатах токарної групи?

2. Перелічіть види робіт, що виконуються на універсальних горизонтально-фрезерних верстатах.

3. Чим відрізняється універсальний горизонтально-фрезерний верстат від простого горизонтально-фрезерного верстата?

4. Пояснити принцип роботи і особливості налаштування лімбової ділильної головки для виконання фрезерування гвинтових канавок.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

Тема: ВИВЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТУ

Мета роботи: вивчити види робіт, що виконуються на свердлильних верстатах, види ріжучого інструменту; засвоїти типи, будову і роботу свердлильних верстатів; навчитись читати кінематичну схему вертикально-свердлильного верстату моделі 2Н135.

Обладнання:

1. Кінематична схема верстату моделі 2Н135 та загального вигляду.
2. Ріжучий інструмент.
3. Методичні рекомендації.

Теоретичні відомості

Свердлильні верстати призначені для свердління глухих, наскрізних отворів, розсвердлювання, зенкування, розгортання, розточування і нарізування різьб. Свердлильні верстати відповідно класифікації входять до групи свердлильно-розточувальних верстатів (позначаються цифрою 2) і представлені трьома типами:

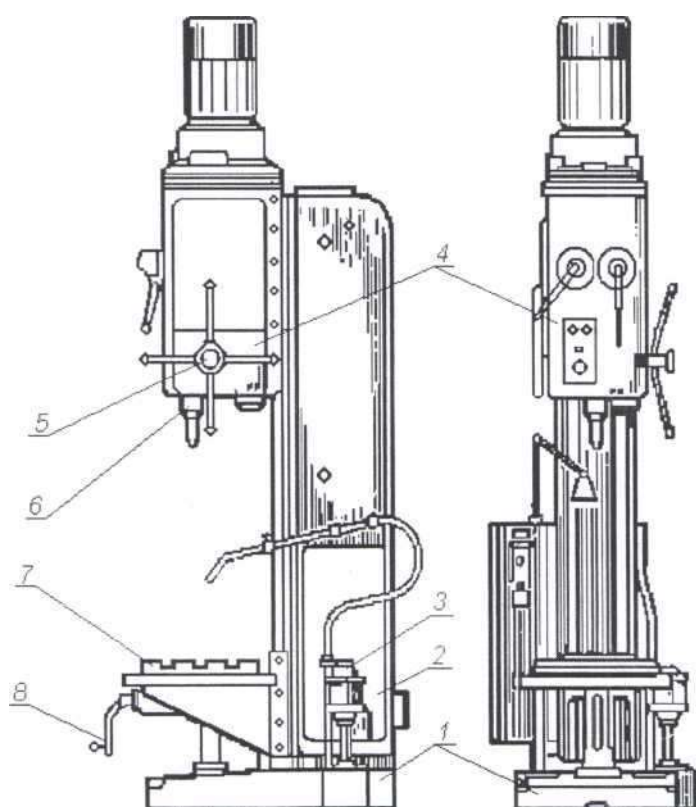
1. Вертикально-свердлильні верстати, що дозволяють виконувати всі види свердлильних робіт, мають вертикальне розташування осі шпинделя випускаються підлогові і настільні – моделі 2Н118, 2Н135, 2А125, 2А150. Основною характеристикою є найбільший діаметр оброблюваного отвору (останні дві цифри в позначенні моделі верстату).

2. Радіально-свердлильні верстати моделі 2А53, 2А56. Розрізняють на різні модифікації верстатів: загального призначення - шпиндель займає вертикальне положення і здійснює переміщення в трьох напрямках; Верстати змонтовані на самохідному візку, переносні, з колонами, пересувні по направляючим станини.

3. Спеціальні і спеціалізовані верстати можуть мати вертикальну або горизонтальну компоновку.

На рисунку 5.1 представлений вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н135. На фундаментній плиті 1 змонтована колона 2, на передній стороні якої вертикальні направляючі для переміщення свердлильної (шпиндельної) бабки 4 і столу 7. Усередині колони розміщується противага для урівноваження шпиндельної бабки, в якій розміщені механізми головного руху і подачі шпинделя 6. Шпиндель можна переміщувати з робочою і прискореною подачею механічно або вручну за допомогою штурвалу 5. Стіл 7, на якому встановлюють пристосування і деталь, переміщують по направляючих колонах вручну за допомогою гвинтового механізму обертанням рукоятки 8. У плиті розміщують бак для емульсії, яку подають в зону обробки помпою 3.

Технічна характеристика верстату моделі 2Н135:



- 1) найбільший діаметр свердління 35 мм;
- 2) найбільший хід шпинделя 250 мм;
- 3) відстань від кінця шпинделя до столу: найменша 30 мм, найбільша 750 мм;
- 4) хід столу 300 мм;
- 5) межі частот обертання шпинделя 31,5 - 1400 хв⁻¹;
- 6) межі подач шпинделя 0,1 - 0,6 мм/об;
- 7) маса 1200 кг

Рис. 5.1 Вертикально-свердлувальний верстат моделі 2Н135

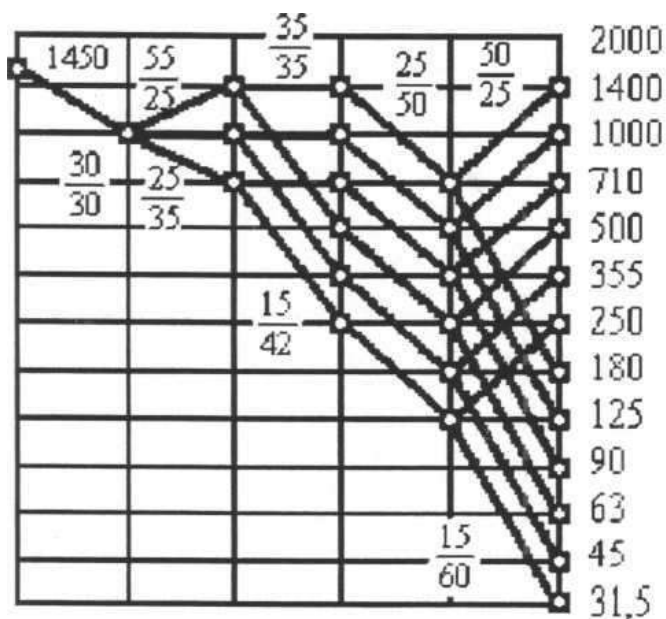


Рис. 5.2 Графік частот обертання шпинделя

Головний рух – обертання шпинделя здійснюється від електродвигуна (N=4 кВт, n=1450 об/хв). Зміну напрямку обертання шпинделя здійснюють реверсуванням електродвигуна. Рух подачі передається від блоку шестерень шпинделя на рейкову шестерню, яка зачіпляється з рейкою гільзи шпинделя.

Ріжучі інструменти закріплюють в шпинделі верстата за допомогою різних пристосувань, використання на одному верстаті ріжучого інструменту різних діаметрів стає можливим завдяки перехідним втулкам, які

забезпечують закріплення інструменту, що має циліндровий хвостовик в конічному отворі шпинделя. Для інструментів з циліндровим хвостовиком застосовують патрони два трикулачкові і цангові.

Для установки і закріплення заготовок застосовують машинні лещата, косинці, поворотні столи, прихвати, призми і інші пристосування. У серійному виробництві часто використовують спеціальні пристосування кондуктори. Застосування кондукторів дозволяє підвищити точність обробки і збільшити продуктивність праці. При виготовленні великих партій деталей застосовують свердління по розмітці.

Для напряму інструменту строго по осях в отворі заготівки служать кондукторні втулки з інструментальної загартованої сталі.

Свердління – основний технологічний спосіб утворення отворів в суцільному матеріалі оброблюваної заготовки. Свердлінням можуть бути отримані наскрізні і глухі отвори. При свердленні використовують стандартні свердла, що мають дві ріжучі кромки. Отвори діаметром більше 30 мм в суцільному матеріалі зазвичай свердлять двома свердлами (перше - діаметром 12- 15 мм, друге - в розмір отвору).

Просвердлені отвори не мають правильної форми: їх поперечний перетин має форму овалу, а подовжні – конусність. Точність отворів, отриманих свердлінням, в межах 12-14 квалітетів.

Розсвердлювання спіральним свердлом виконують для збільшення діаметру отвору, отриманого литтям, куванням, штампуванням або свердлінням.

Зенкування це технологічний спосіб обробки заздалегідь просвердлених отворів або отворів, виготовлених литтям або штампуванням ріжучим інструментом - зенкером. Точність зенкування 10-11 квалітет. Стандартні зенкери мають від трьох до восьми зубів. На відміну від розсвердлювання зенкування забезпечує велику продуктивність і точність обробки. Може бути і остаточною операцією при обробці просвердлених отворів по 11-13 квалітетам або для напівчистої обробки перед розгортанням. Зенкер відрізняється від свердла жорсткішою робочою частиною, відсутністю поперечної ріжучої кромки із збільшеним числом зубів.

Розгортання - технологічний спосіб остаточної обробки заздалегідь оброблених отворів в цілях отримання точних формою і діаметру циліндрових і конічних отворів (6-9 квалітет точність) з малою шорсткістю ($Ra = 0,32 - 1,25$ мкм). Як інструмент використовують розгортки, що мають парне число ріжучих кромок.

Розгортки є багатолезовим інструментом, що зрізують дуже тонкі шари з оброблюваної поверхні.

Отвори діаметром до 10 мм розгортають після свердління, а понад 10 мм після свердління і зенкує. Перед розгортанням необхідно ретельно обробити поверхню торця деталі, щоб розгортка увійшла до отвору без перекосу.

При розгортанні велике число зубів одночасно бере участь в різанні.

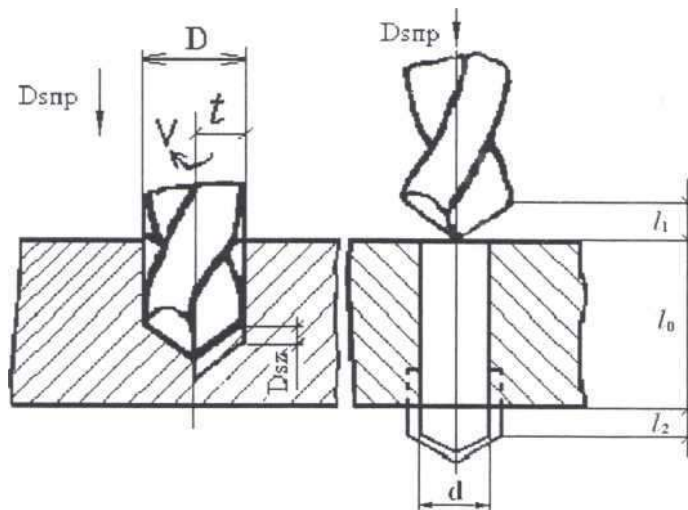


Рис. 5.3. Схема свердління і елементи режимів різання

Розгортання характеризується невеликою глибиною різання ($t = 0,05 - 0,3$ мм), що сприяє малій шорсткості і високій якості обробки.

Нарізування внутрішнього різьблення на свердлувальних верстатах здійснюють машинними мітчиками. Робоча частина мітчика має форму гвинта з подовжніми і гвинтовими канавками, завдяки яким утворюються ріжучі кромки.

При свердлінні, зенкеруванні та розгортанні ріжучому інструменту повідомляють головний рух різання – обертання ріжучого інструменту, і рух подачі осьове переміщення ріжучого інструменту. При нарізуванні різьб мітчиками інструмент отримує тільки обертальний рух оскільки мітчик інструмент само подачею.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з будовою та принципом дії вертикально-свердлильного верстату 2Н135. За рисунком записати складові верстата та органи керування.
2. Ознайомитись і записати технічну характеристику вертикально-свердлильного верстату 2Н135.
3. Вивчити і описати кінематичну схему верстата.
4. За кінематичною схемою і графіком частот обертання шпинделя записати і розрахувати кінематичне рівняння найбільшої і найменшої частоти обертання шпинделя, подачі.
5. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Суть процесу свердління.
2. Схема свердління і елементи режимів різання при свердлінні.
3. Особливості режимів різання при розсвердлюванні, зенкеруванні, розгортанні на свердлильних верстатах.

Обладнання:

1. Плакати кінематичної схеми круглошліфувального верстату моделі 3М151, загального вигляду.
2. Ріжучий інструмент.
3. Методичні рекомендації.

Теоретичні відомості

Верстати шліфувальної групи займають винятково важливе місце в сучасному машинобудуванні і призначаються головним чином для чистових і оздоблювальних операцій. Шліфування застосовують також для попередньої обробки, наприклад, очищення заготовок, обдирання, різання металів, заточення інструмента й ін. Переваги шліфувальних верстатів полягає в тому, що на них можна обробляти деталі високої твердості, що не піддаються обробці іншими різальними інструментами.

По класифікатору група шліфувальних верстатів позначена цифрою 3 (перша цифра в позначенні моделі). Друга цифра вказує тип верстата: наприклад, 1 круглошліфувальні (модель 3161), що застосовуються для шліфування зовнішніх поверхонь обертання; 2 внутрішньо шліфувальні верстати (модель 3228), для шліфування внутрішніх поверхонь обертання; 6 заточні (модель 364); 7 плоскошліфувальних з прямокутним (модель 371) і круглим (модель 3756) столом, для шліфування плоских поверхонь; верстати для шліфування фасонних поверхонь (різьблень, зубів шестірень і ін.).

Шліфувальні верстати забезпечують точність обробки 6-7го квалітету і шорсткість оброблюваної поверхні $Ra = 1,25-0,32$ мкм (звичайне шліфування), $Ra = 0,38-0,08$ мкм (точне шліфування) і $Ra = 0,08- 0,02$ мкм (обробне шліфування).

Круглошліфувальний верстат 3М151. Призначений для обробки зовнішніх циліндричних, конічних і торцевих поверхонь тіл обертання. Діляться верстати на прості і універсальні. В простих можливий поворот стола на 6° , що дає змогу обробляти поверхні конусів з малим кутом при вершині. В універсальних цей кут значно більший.

Головний рух - рух шліфувального круга здійснюється від електродвигуна M_1 через поліклінову пасову передачу $\frac{153}{170}$. Частота обертання круга $1450 \cdot \frac{153}{170} \cdot 0,97 \approx 1300 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$. Шліфувальний круг закріплюється на планшайбі фланцем через пружні прокладки. Перед встановленням на шпиндель здійснюють балансування планшайби.

Кругова подача – рух деталі здійснюється від електродвигуна M_2 через дві клинопасові передачі. Частота обертання планшайби регулюється безступінчасто електродвигуном.

$$n_{max} = 2200 \cdot \frac{74}{122} \cdot \frac{63}{168} = 500 \frac{\text{об}}{\text{хв}}; n_{min} = 40 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

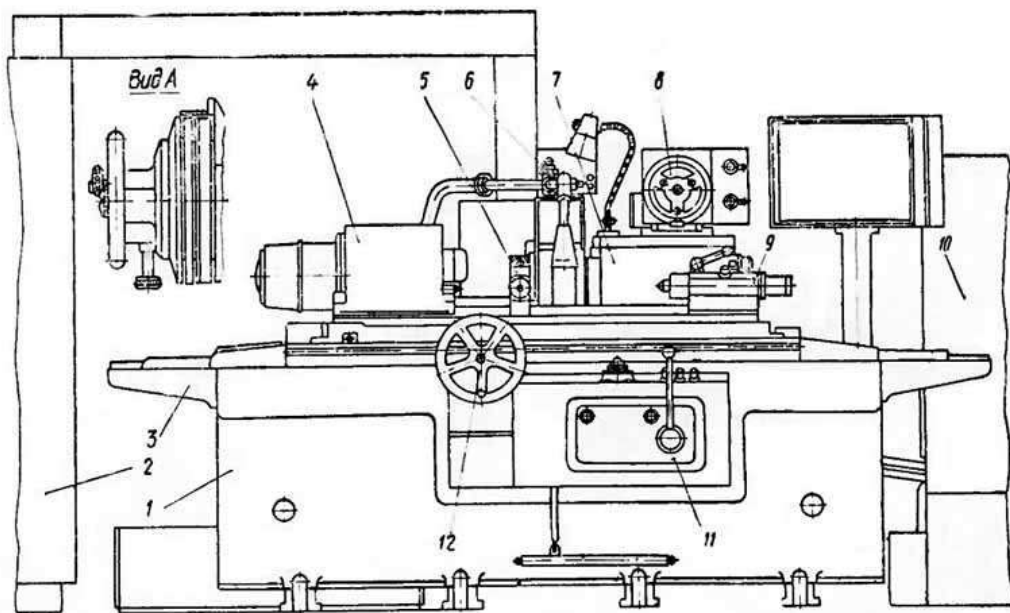
Безперервна поперечна передача здійснюється від електродвигуна ГД1 при вмиканні електромагнітної муфти ЕМ1 по кінематичній ланці на гвинт

поперечної подачі з кроком 10 мм.

$$n_{ГД} \cdot \frac{1}{50} \cdot \frac{39}{39} \cdot \frac{2}{40} \cdot 10 = S_n$$

Перервна поперечна подача вмикається за аналогічною схемою при періодичному вмиканні муфти ЕМ1. Швидке установочне переміщення шліфувальної бабки здійснюється від електродвигуна ГД2 при вмиканні електромагнітної муфти ЕМ2 через зубчасті колеса $\frac{35}{35}$, конічну передачу $\frac{39}{39}$, черв'ячну передачу $\frac{2}{40}$ на гвинт поперечної подачі $P = 10$ мм. Гідроциліндр Ц1, зв'язаний з гвинтом, призначений для прискореного підводу і відводу шліфувальної бабки. Ручне переміщення шліфувальної бабки здійснюється поворотом маховика при ввімкненій муфті ЕМ1 через конічну передачу $\frac{39}{39}$, черв'ячну передачу $\frac{2}{40}$ і гвинт поперечних подач.

Ручне переміщення стола здійснюється маховиком через зубчасті передачі $\frac{56}{45} \left(\frac{16}{85} \right)$, $\frac{16}{110}$, рейкову шестерню $z = 12$ і рейку, закріплену в нижній частині стола



Верстат складається із:

1. Станина
2. Електроустаткування
3. Огородження стола
4. Передня бабка
5. Люнет
6. Установка охолодження
7. Шліфувальна бабка
8. Механізм поперечної подачі
9. Задня бабка
10. Маслопровід
11. Гідрокерування

12. Механізм ручного переміщення стола
13. Механізм швидкого підводу шліфувальної бабки
14. Механізм для балансування шліфувального круга ШУ-297



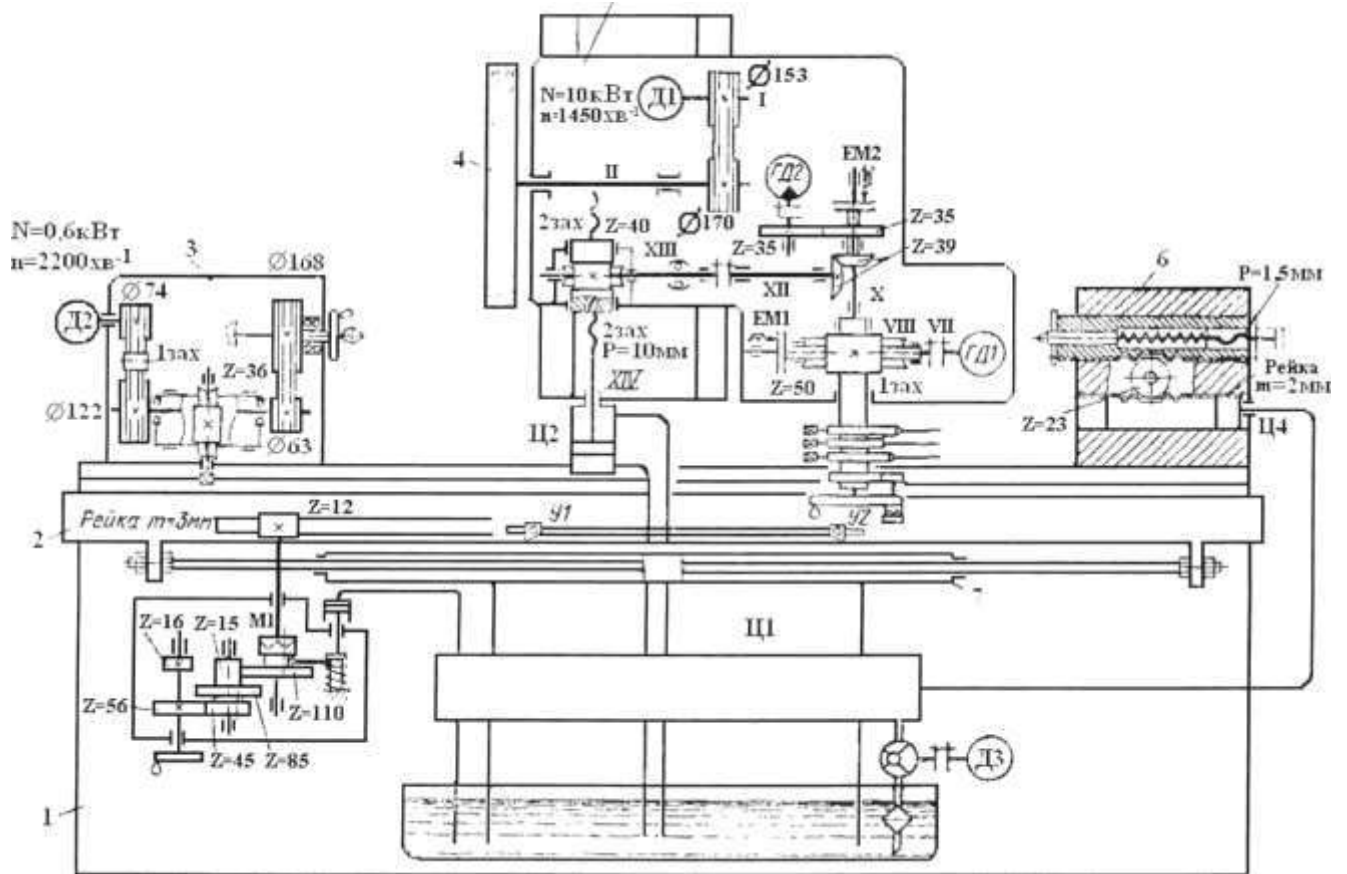
Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з будовою, принципом дії круглошліфувального верстату 3М151. За рисунком записати складові верстата, органи керування.
2. Ознайомитись і записати технічну характеристику круглошліфувального верстату 3М151.
3. Вивчити гідравлічно-кінематичну схему шліфувального верстата.
4. Розібрати особливості будови окремих вузлів верстата.
5. Записати умовне позначення шліфувального круга:
 - А) тип 1 із зовнішнім діаметром 500 мм, заввишки 50 мм, діаметром посадочного отвору 305 мм, з білого електрокорунду марки 24А, зернистості 16 Н, ступені твердості С2, номером структури 7, на керамічній зв'язці КПП з робочою швидкістю 35 м/с, клас точності А, 1-го класу неврівноваженості;
 - Б) тип 1 із зовнішнім діаметром 400 мм, заввишки 4 мм, діаметром посадочного отвору 32 мм, з нормального електрокорунду марки 14А, зернистості 63Н, із звуковим індексом 41, на бакелітовій зв'язці (Б), із зміцнюючими елементами (У) з робочою швидкістю 80 м/с, 2-го класу неврівноваженості для різання металу.
6. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Суть процесу шліфування.
2. Види шліфування.
3. Безцентрове шліфування
4. Які режими різання визначаються при шліфуванні на шліфувальних верстатах.

5. Структура абразивного інструменту.
6. Шліфувальні круги: види, позначення.
7. Класифікація і позначення шліфувальних верстатів.
8. Види робіт, що виконуються на шліфувальних верстатах.



Кінематична схема круглошліфувального верстата 3М151

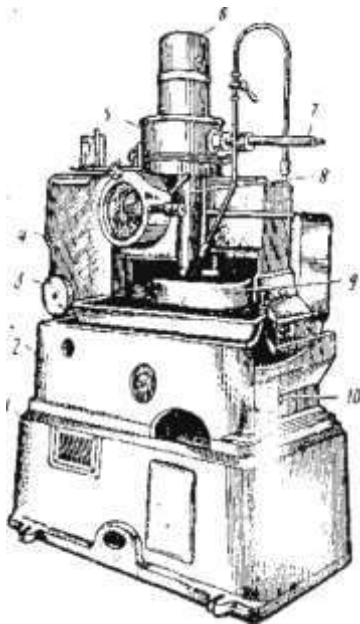
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

Тема: ВИВЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ ЗУБОДОВБАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ

Мета роботи: вивчити технологічний процес для обробки зубчастих коліс методом обкатки; вивчити будову ріжучого інструменту для виготовлення зубчастих коліс; засвоїти типи, будову і роботу зубодовбальних верстатів; навчитись читати кінематичну схему зубодовбального верстату моделі 5A12.

Теоретичні відомості

Зубообробні та різьбообробні верстати відносяться до п'ятої групи класифікації Енімса. Верстати цієї групи розділені на типи по методу обробки, призначенню й виду оброблюваного колеса. Таким чином, п'ята група включає наступні типи: 1 - зубодовбальні верстати для обробки по методу обкатки; 2 - зуборізні верстати для обробки конічних коліс із прямими й круговими зубами, що працюють по методу обкатки й копіювання; 3 - зубофрезні для обробки циліндричних і черв'ячних коліс, шліцевих валів черв'ячними фрезами й шевронними колісами пальцевими фрезами; 4 - зубофрезерні для обробки черв'ячних коліс і верстати для обробки рейок; 5 - верстати 5525, 5Н580 і ін. для обробки торців зубів; 6 - різьбообробних (різьбофрезерних 5ДОб3 і ін.); 7 - зубообробні (зубошевінгувальні 5702, 5717, зубопритирочні 5П725); 8 - зубо- і різьбошліфувальні; 9 - зубо- і різьбохонінгувальні.



- 1 - нижня частина станини,
- 2 - середня частина станини,
- 3 - маховик ручного переміщення довбача по вертикалі,
- 4 - щиток кривошипно-шатунного механізму,
- 5 - каретка штоселя,
- 6 - ковпак,
- 7 - маховик ручного обертання довбача,
- 8 - штосель, 9 - стіл, 10 - маховик для ручного обертання столу

Рис. 7.1. Зовнішній вид верстата 5A12

Зубодовбальний напівавтомат моделі 5A12 (рис. 7.1) призначений для обробки циліндричних зубчастих коліс зовні і внутрішнього зачеплень із

прямими і гвинтовими зубами, на даному верстаті можна нарізати блоки зубчастих коліс з малими відстанями між зубчатими вінцями.

Інструменти, що працюють по методу обкату, більш універсальні, оскільки дозволяють нарізувати одним інструментом даного модуля колеса того ж модуля з будь-яким числом зубів. Заміна періодичних ділильних і пов'язаних з ними допоміжних рухів (метод копіювання) безперервними ділильними рухами, характерними для методу обкату, не тільки підвищує продуктивність, але і збільшує точність обробки шляхом усунення випадкових відхилень профілю. При нарізуванні по методу обкату циліндричних коліс з прямим і гвинтовим зубом в процесі обробки імітується зачеплення уявного зубчатого колеса або рейки з нарізуваним колесом-заготовкою. Роль уявного зубчатого колеса виконує інструмент — зуборізний довбач, а роль рейки — зуборізні гребінки або черв'ячні модульні фрези.

Зуборізними довбачами є евольвентні колеса, прямі або гвинтові, зуби яких виготовлені у вигляді ріжучих елементів. Ці елементи у прямозубих довбачів (рис. 7.2, б) обмежені передньою конічною поверхнею з $\gamma = 5^\circ$ і задніми поверхнями, дві з яких евольвентні, а третя, конічна, розташована при вершині зуба і утворює задній кут $\alpha_B = 6...7^\circ$.

Габаритні розміри довбача визначаються діаметром ділильного кола в початковому перетині d_d , числом зубів z_d і висотою довбача H .

Матеріалом для виготовлення довбачів служать швидкорізальні сталі. Довбач і оброблюване колесо при зубонарізанні обкатуються по початкових колах без ковзання.

Зі схеми формоутворення западини колеса (рис. 7.3, а), на якій показаний ряд послідовних положень (позначені цифрами 0, 1, 2, 3 і т. д.) ріжучих кромки довбача, витікає, що товщина шару, що зрізується, при зубодовбанні є величиною змінної не тільки при кожному подальшому ході довбача, але і протягом того, що зрізує один шар. Найбільшу товщину шару знімають ріжучі кромки, розташовані по вершинах зубів, а найменшу — бічні вихідні ріжучі кромки.

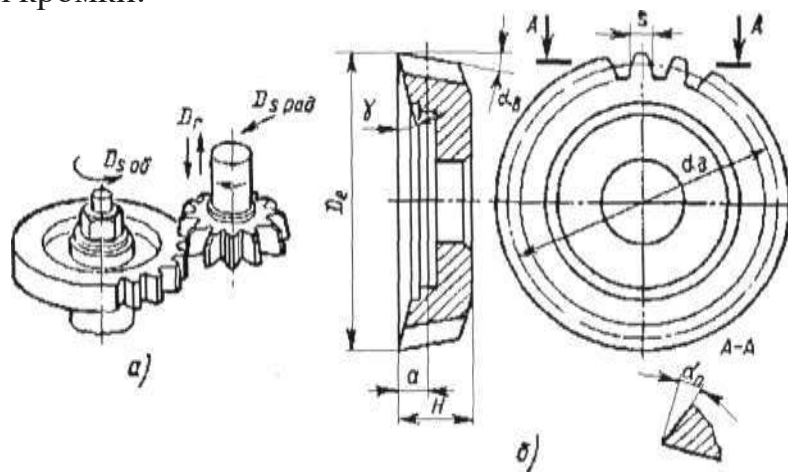


Рис. 7.2. Схеми роботи і конструкції зуборізних довбачів

Із збільшенням модуля нарізуваного колеса збільшується число робочих

ходів довбача, необхідних для утворення однієї западини, але середня товщина зрізаного шару при цьому залишається практично постійною, оскільки змінюється тільки пропорційно швидкість руху обкату.

Головним рухом різання є поступальне переміщення довбача, що складається з робочого (рис. 7.2, а) ходу, при якому зрізується стружка, і допоміжного ходу, при якому заготовка для усунення тертя відводиться від довбача. Рухами подачі є: радіальне врізання довбача на висоту зуба і обкат довбача і заготовки.

Довбачами нарізують прямозубі і косозубі колеса зовнішнього і внутрішнього зачеплення, а також шевронні колеса. Точність обробки відповідає 6-7-у ступеню при $R_z = 15...30$ мкм. При цьому для чистової обробки застосовують довбачі класів точності АА, А, В, а для попередньої — довбачі класу С.

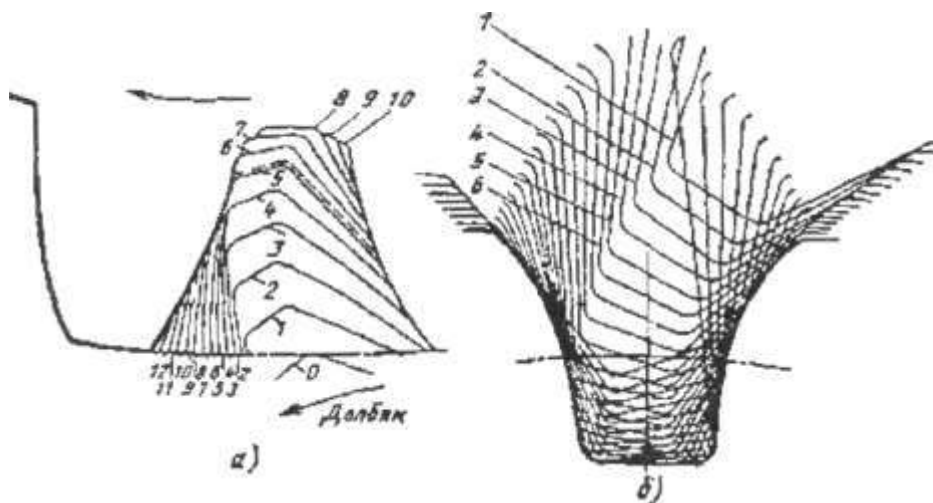


Рис. 7.3. Схеми утворення евольвентного профілю при обробці зуборізним довбачем (а) і черв'ячною модульною фрезою (б)

Зворотно-поступальний рух довбача

Для повідомлення зворотно-поступального руху штоселю, що несе довбач, застосовується механізм, що складається з кривошипного диска 7, розсувного шатуна 2 і коромисла 3, зубчатий сектор 4 якого зчеплений із круглою рейкою 5 штоселя.

Число подвійних ходів довбача за хвилину дорівнює числу обертів кривошипного диска. Рівняння кінематичного ланцюга головного руху буде:

$$n = 960 \cdot \frac{24}{55} \cdot \frac{A}{B} \text{ подв.хид/хв}; \quad \frac{A}{B} = \frac{n}{418}$$

Число n подвійних ходів у хвилину визначають, виходячи з заданої швидкості різання, по формулі: $\frac{A}{B} = \frac{1000 \cdot V_{\text{ср}}}{2l}$.

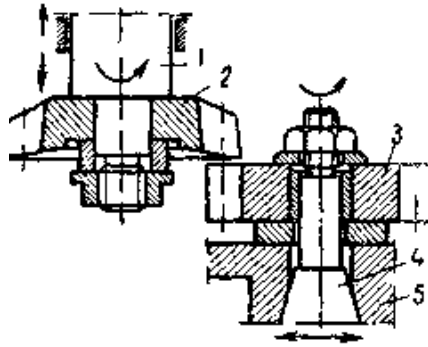


Рис. 7.4. Закріплення довбача і заготовки:
1- штосель, 2 - довбача, 3 - заготовка, 4 - оправлення, 5 - стіл

Технічна характеристика верстата моделі 5A12

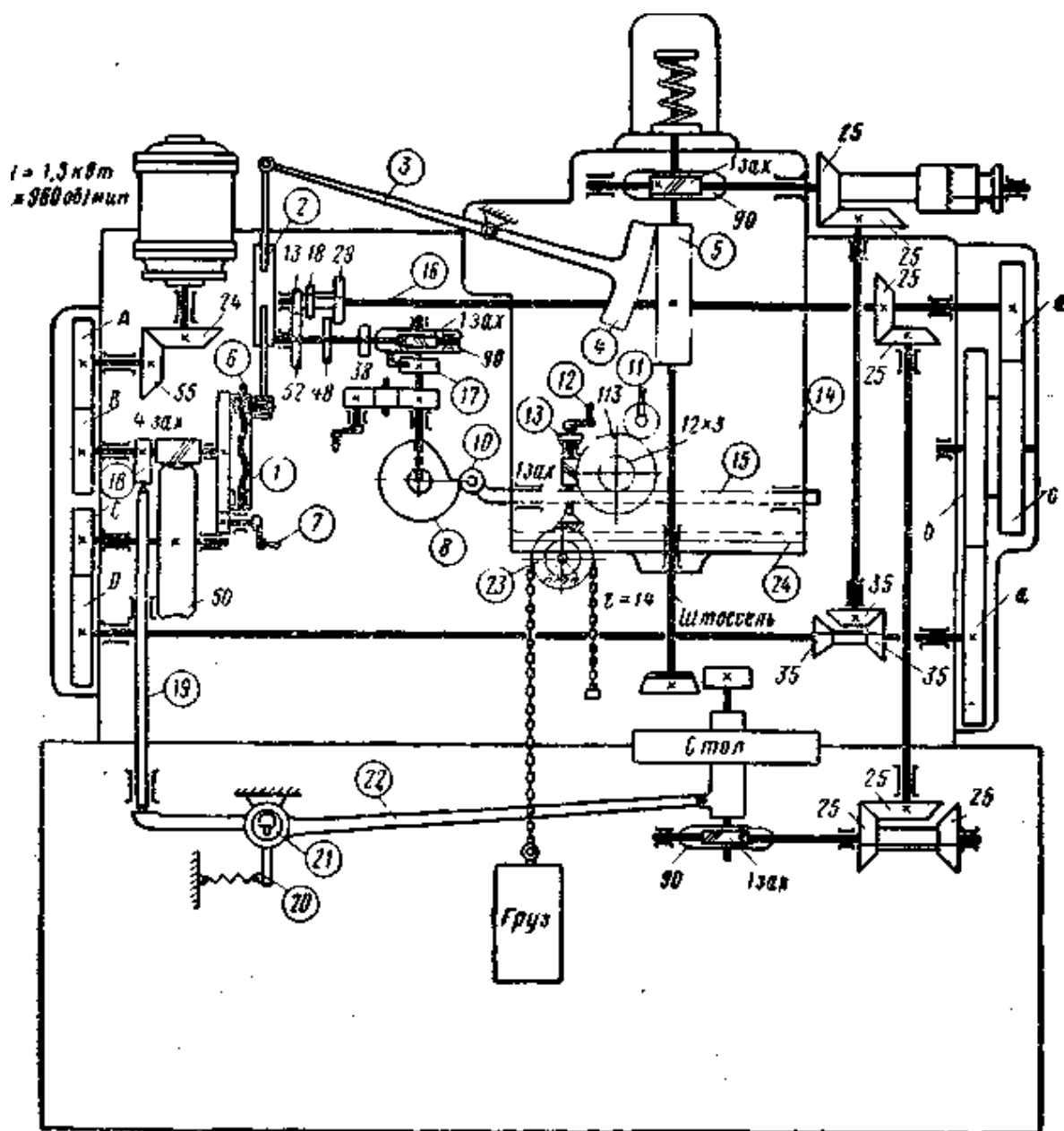
Найменший і найбільший модулі нарізання зубчастих коліс	0,75 і 4 мм
Найменший і найбільший зовнішні діаметри нарізання зубцюватих коліс із прямими зубами	12 і 208 мм
Найбільший кут нахилу гвинтового зуба	$\beta=45^\circ$
Найбільша ширина обробки зубчастих коліс зовнішнього зачеплення	$B=50$ мм
Число зубів нарізання коліс:	
з модулем від 0,75 до 1,5	12-150 мм
з модулем від 1,75 до 4	12-110 мм
Найбільший відхід столові при зворотному ході довбача	0,5 мм
Найбільше переміщення каретки штоселя	210 мм
Найбільший хід штоселя (довбача)	
Числа подвійних ходів штоселя хвилину	55 мм
Кругові подачі довбача за один подвійний хід (при діаметрі діляльного круга довбача $d=75$ мм) 0,20	0,1; 0,12; 0,15; 0,18; 0,22; 0,25; 0,31; 0,38; 0,46 мм
Габарит верстата (довжина × ширина × висота)	1170×1120×1750 мм
Вага верстату	близько 1650 кг

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з будовою, принципом дії зубодовбального верстату моделі 5A12. За рисунком вивчити і записати складові верстата, органи керування.
2. Ознайомитись і записати технічну характеристику верстату 5A12.
3. Вивчити кінематичну схему верстату, позначити головний рух і рух подач довбача і заготовки.
4. Виконати ескізи установки довбача і заготовки.
5. Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Методи отримання евольвентного профілю зубчатих коліс.
2. Інструменти, які працюють за методом копіювання.
3. Інструменти, які працюють за методом обкатки.
4. Остаточна обробка зубчастих коліс.
5. Класифікація і позначення зубообробних верстатів.
6. Головний рух, рух обкатки, рух кругової подачі зубодовбального напівавтомата 5122.



Кінематична схема верстата 5A12

Рекомендована література

1. Гаркушевський В.С., Глуханюк В.М., Соловей В.В., Цвілик С.Д. Обробка конструкційних матеріалів: Навчально-методичний посібник. Вінниця, 2017. 175 с.
2. Залога В.О., Залога О.О., Гончаров В.Д. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник. Суми: Сумський державний університет, 2013. 371 с.
3. Теорія різання: методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студ. напряму підготовки бакалаврів 0505 «Інженерна механіка» / Уклад.: В.Г. Біланенко, О.О. Мельник, В.М. Кореньков. Київ: НТУУ «КПІ», 2010. 116 с.
4. Методичні вказівки з дисципліни «Проектування технологічної оснастки» (до виконання розрахунково-графічної роботи). / Укл. П.А. Павліченко і ін.). Київ: КПІ, 2006. 76 с.
5. Технологічні основи машинобудування. Навчальний посібник до виконання лабораторних робіт і самостійної роботи студентів інженернохімічного факультету та механіко-машинобудівного інституту / Укл. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Субін А.А., Гриценко В.М. Під редакцією Петракова Ю.В. Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. 112 с., іл.
6. Родін П.Р. і др. Металорізальні інструменти. В 2-х ч. / П.Р. Родін, Ю.М. Бугай, Н.С. Равська, В.І. Солодкий. Київ, «Вища школа», 1993. Ч.1 226 с., іл.
7. Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проекту) і самостійної роботи з дисципліни «Технологічні основи машинобудування та технологія машинобудування» для студентів спеціальності
8. «Прикладна механіка» інженерно-хімічного факультету та механікомашинобудівного інституту / Уклад.: Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Фролов В.К. К.: НТУУ «КПІ», 2017. 80 с., іл. Затверджено Методичною радою ММІ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://imm-mmi.kpi.ua>

9. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. 286 с., іл.

10. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М., С.С. Добрянський. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей. / Частина II. / Під редакцією Коренькова В.М. К.: НТУУ «КПІ», 2015. 204 с., іл.

11. Технологічні основи машинобудування. Навчальний посібник для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка» інженерно-хімічного факультету та механіко-машинобудівного інституту. / Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М., к.т.н., доц., Фролов В.К. к.т.н., доц., Гриценко В.М. К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. 112 с.

12. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ: Кондор, 2006. 528 с.

13. Атаманюк В.В. Практикум з технології конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2002. 165 с.

14. Василь Попович, Володимир Голубець. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів: У 2-х кн. Книга II. Суми: ВТД «Університетська книга», 2002. 260 с.

15. Желібо Є.П., Анопко Д.В., Буслик В.М., Овраменко М.А., Петрик Л.С., Пирч В.П. Основи технологій виробництва в галузях народного господарства: Навч. посібник. К.: Кондор, 2005. 716 с.

16. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга 1 (Частина I, II, III): Навчальний посібник для ВНЗ. Львів, 2000. 264 с.

17. Остапчук М.В., Рибак А.І. Система технологій (за видами діяльності): Навчальний посібник. К.: ЦУЛ, 2003. 888 с.

18. Технологія конструкційних матеріалів / За ред. М.А. Сологуба. К.: Вища школа, 1993. 300 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» Проектування та виробництво литих заготовок. (Частина I). Укладачі: Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М., к.т.н., доц. / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. 42ст. Режим доступу: <http://imm-mm1.kpi.ua>

4. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» Проектування та виробництво штапованих заготовок. (Частина II). Укладачі: Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М. к.т.н., доц. / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. 73 ст. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://imm-mm1.kpi.ua>

5. Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проекту) і самостійної роботи для студентів інженерно-хімічного факультету та механіко-машинобудівного інституту з дисципліни «Технологічні основи машинобудування та технологія машинобудування» / Укладачі: Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М., к.т.н., доц., Фролов В.К. к.т.н., доц. / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. 79 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://imm-mm1.kpi.ua>

6. Технологія машинобудування: методичні рекомендації до вивчення дисципліни для студентів інженерно-хімічного факультету та механіко-машинобудівного інституту. Ілюстративний матеріал. / Уклад. Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М., к.т.н., доц., Фролов В.К. к.т.н., доц. К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. 92 с. Режим доступу: <http://imm-mm1.kpi.ua>