

## ЗМІСТ

Практична робота № 1	Аналіз кінематичних схеми металорізальних верстатів .....	4
Практична робота № 2	Вибір гітари змінних коліс для коробки подач .....	17
Практична робота № 3	Вибір типу силової голівки компоновальної схеми верстата....	26
Практична робота № 4	Розрахунок настроювання ділильної голівки .....	36
Практична робота № 5	Розрахунок настроювання зубодовбального верстату.....	43

## Навчально-методична картка

### Практична робота № 1

Дисципліна:	Металорізальні верстати та автоматичні лінії
Тема заняття:	<b>Аналіз кінематичних схеми металорізальних верстатів</b>
Мета заняття:	
навчальна –	практичне ознайомлення з механізмами, кінематичними схемами і методикою складання рівняння кінематичного балансу металорізальних верстатів, набуття навичок для виконання аналізу кінематичних схеми металорізальних верстатів;
розвиваюча –	сприяти розвитку самостійного мислення; удосконалювати здатність аналізувати і узагальнювати інформацію;
виховна –	виховувати відчуття колективізму.
Вид заняття:	Практичне заняття
Тип заняття:	Перевірка (оцінювання) досягнення компетентностей
Забезпечення заняття:	Інструкційна картка, кінематичні схеми верстатів
Література:	[1] с. 8–15, [2] с. 12–21

#### СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ

1. Організаційна частина (перевірка присутності, відповіді на питання студентів, інструктаж з ТБ)
2. Актуалізація опорних знань (бесіда)
3. Початкова мотивація навчальної діяльності (бесіда, розповідь)
4. Виконання практичної роботи (бесіда, пояснення, самостійні заняття)

#### План заняття:

1. Інструктаж з техніки безпеки.
2. Ознайомлення зі змістом звіту практичної роботи.
3. Узагальнення теоретичного матеріалу.
4. Виконання студентами завдань практичної роботи згідно інструктивної картки за індивідуальним варіантом.
5. Поточний контроль виконання роботи, консультативна робота.
5. Підведення підсумків заняття (бесіда)
6. Оголошення домашнього завдання (бесіда, пояснення)

# ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ № 1

## з теми «Аналіз кінематичних схеми металорізальних верстатів»

### 1. Інструктаж з техніки безпеки

### 2. Зміст звіту практичної роботи

- 2.1 Тема роботи.
- 2.2 Мета роботи.
- 2.3 Вибір варіанту та даних.
- 2.4 Провести аналіз кінематичної схеми верстата за варіантом, що включає написання рівнянь кінематичного балансу в загальному і розгорнутому видах для ланцюга головного руху і ланцюга подач.
- 2.5 Визначити кількість швидкостей обертання шпинделя і кількість подач, максимальні і мінімальні їх значення.
- 2.6 Висновок про виконану роботу.


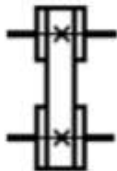
### 3. Теоретичні відомості






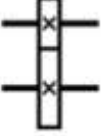

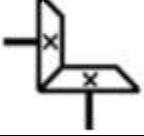
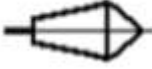

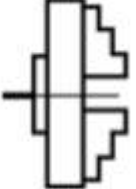


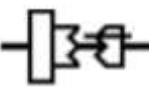
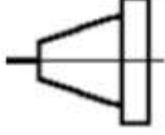
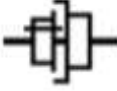
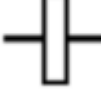
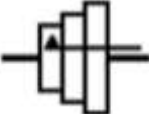

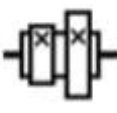
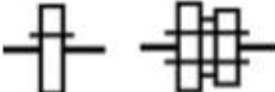
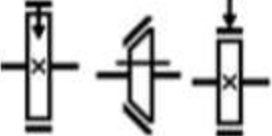
#### 3.1 Кінематичні схеми верстата

Передача рухів від електродвигуна до робочих органів верстата здійснюється за допомогою ряду механізмів: зубчастих, ремінних, черв'ячних, гвинтових, рейкових та інших. Умовне зображення цих механізмів, з'єднаних в певній послідовності в кінематичні ланцюги, називається кінематичною схемою. Кожен кінематичний ланцюг – це система послідовно з'єднаних елементарних механізмів, забезпечують виконавчі рухи робочих органів верстата (обертання шпинделя, поступальне переміщення стола верстата тощо.).

На схемах вказують чисельні значення діаметрів шківів, чисел зубів зубчастих коліс, їх модулів зачеплення та інше.

Таблиця 1.1 – Основні умовні позначення для кінематичних схем

Елементи схеми	Умовне позначення	Елемент схеми	Умовне позначення
Електродвигун		Ремінна передача (Відкрита плоским ременем)	

Елементи схеми	Умове позначення	Елемент схеми	Умове позначення
Радіальний підшипник (без уточнення типу)		Гвинтова передача (Роз'ємна гайка)	
З'єднання двох валів глухе		Ланцюгова передача	
З'єднання двох валів еластичне		Зубчаста передача циліндрична	
Вал		Зубчаста передача конічна	
Кінець шпинделя для центрових робіт		Рейкова передача	
Кінець шпинделя для патронних робіт		Черв'ячна передача	
Кінець шпинделя для свердлильних робіт		Кулачкова муфта зачеплення	
Кінець шпинделя для фрезерних робіт		Фрикційна дискова муфта зачеплення	
Вільне для обертання з'єднання деталі з валом		З'єднання деталі з валом за допомогою витяжної шпонки	
Глухе, не роз'ємне з'єднання деталі з валом		Глухе з'єднання двох деталей на втулці	
Рухоме в осьовому напрямку без обертання з'єднання деталі з валом		Гальмівний механіз	

Таблиця 1.2 – Схеми ряду типових механізмів для ступеневої зміни частот обертання

Механізм	Графічне зображення	Передаточне відношення	Примітка
Ковзний блок зубчастих коліс		$i = \left  \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} \frac{z_5}{z_6} \right $	Рух передається від валу I до валу II. Вал II має три значення частоти обертання щодо валу I. Потрійний блок забезпечує три передачі з різними передавальними відносинами $i$
Конус зубчастих коліс з накидною шестернею (конус Нортон)		$i = \left  \frac{z_c}{z_1} \frac{z_2}{z_3} \frac{z_2}{z_4} \right $	Ведений вал II має чотири значення частоти обертання відносно валу I, тобто стільки, скільки зубчастих коліс має конус. Накидна шестерня вільно сидить на проміжному валу. Зубчасте колесо $z_c$ переміщається на валу I на шпонці
Конус зубчастих коліс з витяжною шпонкою		$i = \left  \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} \frac{z_3}{z_5} \right $	Зубчасті колеса $z_1, z_2$ і $z_3$ на валу I вільні для обертання. Одне з них може бути пов'язане з валом I ковзної шпонкою і брати участь в передачі руху. Решта шестерні обертаються вхолосту
Двоступеневий механізм з двохсторонньою кулачковою муфтою		$i = \left  \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} \right $	Ведений вал II має два значення частоти обертання щодо валу I. Ланкою перемикаччя є двохстороння кулачкова муфта, яка з'єднує з валом I шестерню $z_1$ або $z_3$

### 3.2 Рівняння кінематичного балансу

Рівняння, що встановлює функціональну залежність між величинами переміщень початкового та кінцевого ланок кінематичного ланцюга, називається рівнянням кінематичного балансу.

Початкові ланки кінематичного ланцюга в більшості випадків отримують обертальний рух, кінцеві ланки отримують як обертальний, так і прямолінійний рух. Якщо початкові і кінцеві ланки обоє обертаються, то рівняння кінематичного балансу може бути представлене в наступному вигляді:

$$n_H \cdot i = n_K$$

де  $n_K$  – частота обертання кінцевої ланки (шпинделя), об/хв;

$n_H$  – частота обертання початкової ланки (вала електродвигуна), об/хв;

$i$  – передаточне відношення кінематичного ланцюга.

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots i_n$$

де  $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$  – передаточне відношення окремих кінематичних пар ланцюга.

Якщо початковій ланці надається обертальний рух, а кінцевій прямолінійний (рух подачі), то при хвилинній подачі  $S_{XB}$  рівняння кінематичного балансу має вигляд

$$n_H \cdot i \cdot H = S_{XB}$$

де  $H$  – хід кінематичної пари, яка перетворює обертальний рух в прямолінійний.

Для гвинтової пари

$$H = k \cdot t_B$$

де  $t_B$  – крок ходового гвинта, мм;

$k$  – кількість його заходів.

Для рейкової пари

$$H = \pi \cdot m \cdot z$$

де  $m$  – модуль зачеплення, мм;

$z$  – число зубів рейкового колеса.

Коли подача кінцевої ланки  $S_o$  задається в міліметрах на один оберт початкової ланки, рівняння кінематичного балансу має вигляд

$$1_{об} \cdot i \cdot H = S_o$$

#### 4. Завдання

Провести аналіз кінематичної схеми верстата за варіантом (табл.1.3), що включає написання рівнянь кінематичного балансу в загальному і розгорнутому видах для ланцюга головного руху і ланцюга подач. Визначити кількість швидкостей обертання шпинделя і кількість подач, максимальні і мінімальні їх значення.

Таблиця 1.3 – Вибір варіанта

№ варіанта	Номер схеми Додаток 1	Завдання
1	12	Скласти кінематичне рівняння ланцюга головного руху двостійкового карусельного верстата моделі 1553
2	11	Скласти кінематичне рівняння ланцюга головного руху токарно-револьверного верстата моделі 1П365
3	10	Скласти кінематичне рівняння ланцюга руху подачі токарно-револьверного верстата моделі 1П365
4	9	Скласти кінематичне рівняння ланцюга головного руху токарно-гвинторізного верстата моделі 1К620Г
5	8	Скласти кінематичне рівняння ланцюга головного руху токарно-гвинторізного верстата моделі 163
6	7	Скласти кінематичне рівняння ланцюга руху подачі токарно-гвинторізного верстата моделі 163
7	6	Скласти кінематичне рівняння ланцюга головного руху горизонтально-розточувального верстата моделі 262Г
8	5	Скласти кінематичне рівняння ланцюга головного руху токарно-гвинторізного верстата моделі 1К62
9	4	Скласти кінематичне рівняння ланцюга руху подачі токарно-гвинторізного верстата моделі 1К62
10	3	Скласти кінематичне рівняння ланцюга головного руху токарно-затилочного верстата моделі К96
11	2	Скласти кінематичне рівняння ланцюга головного руху токарно-гвинторізного верстата 1А616
12	1	Скласти кінематичне рівняння ланцюга руху подачі токарно-гвинторізного верстата 1А616

#### 4.1 Приклад виконання практичної роботи

Аналіз кінематичної схеми горизонтально-фрезерного верстата моделі 6М80Г.

Кінематична схема верстата наведена на рисунку 1.1.

Ланцюг головного руху (обертання шпинделя).

Рівняння кінематичного балансу ланцюга в загальному вигляді:

$$n_{шт} = n_e \cdot i$$

де  $n_{шт}$  – частота обертання шпинделя, об/хв;

$n_e$  – частота обертання валу електродвигуна, об/хв.

Рівняння кінематичного балансу ланцюга в розгорнутому вигляді :

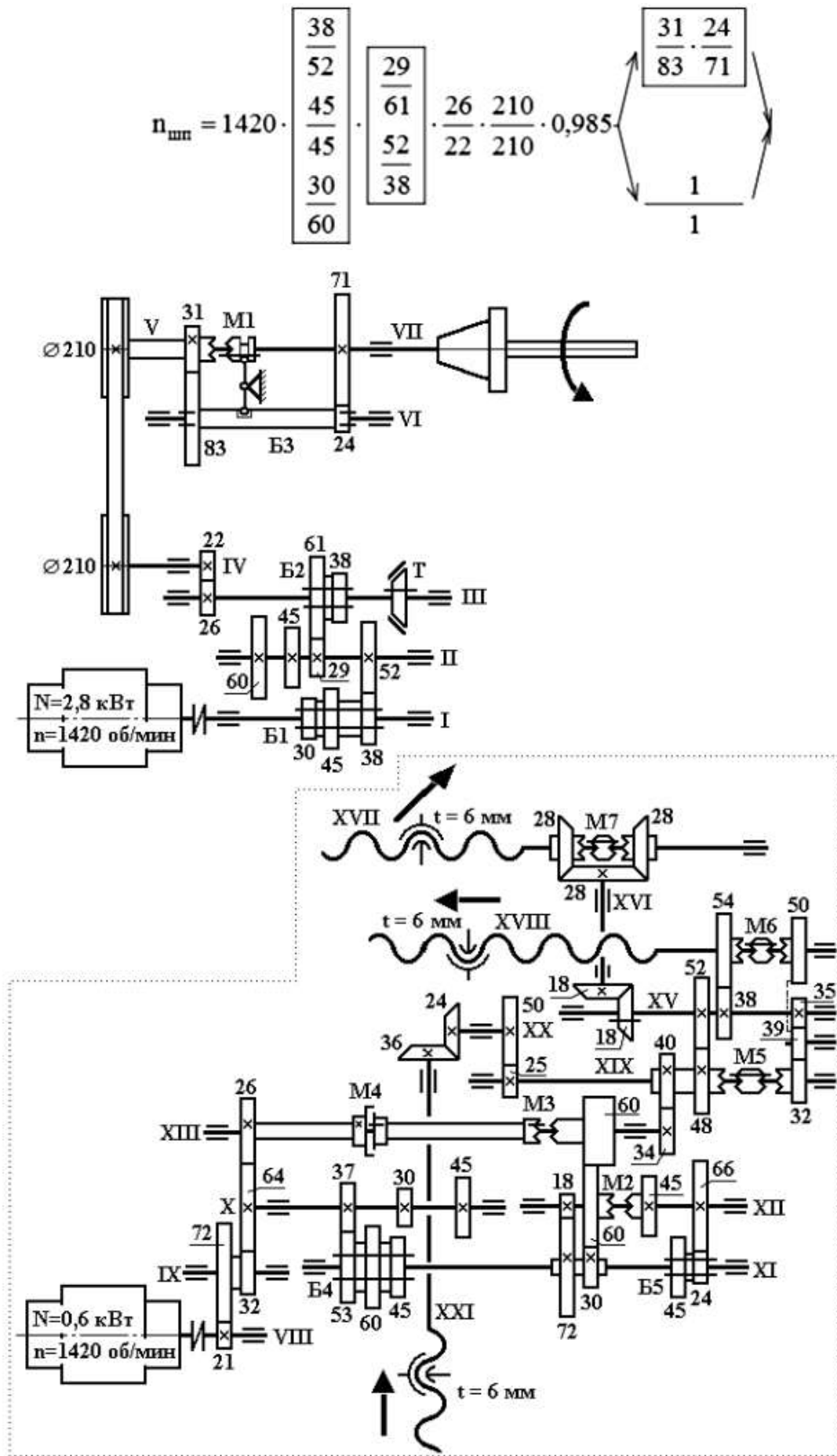


Рисунок 1.1 – Кінематична схема горизонтально-фрезерного верстата моделі 6М80Г (в пунктирний контур укладений ланцюг руху подач)



Кількість швидкостей обертання шпинделя

$$z = 3 \cdot 2 \cdot 2 = 12$$

Максимальні та мінімальні числа обертання шпинделя:

$$n_{max} = 1420 \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{52}{38} \cdot \frac{26}{22} \cdot \frac{210}{210} \cdot 0,985 = 2260 \text{ об/хв};$$

$$n_{min} = 1420 \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{29}{61} \cdot \frac{26}{22} \cdot \frac{210}{210} \cdot 0,985 \cdot \frac{31}{83} \cdot \frac{24}{71} = 50 \text{ об/хв};$$

Ланцюг руху подач

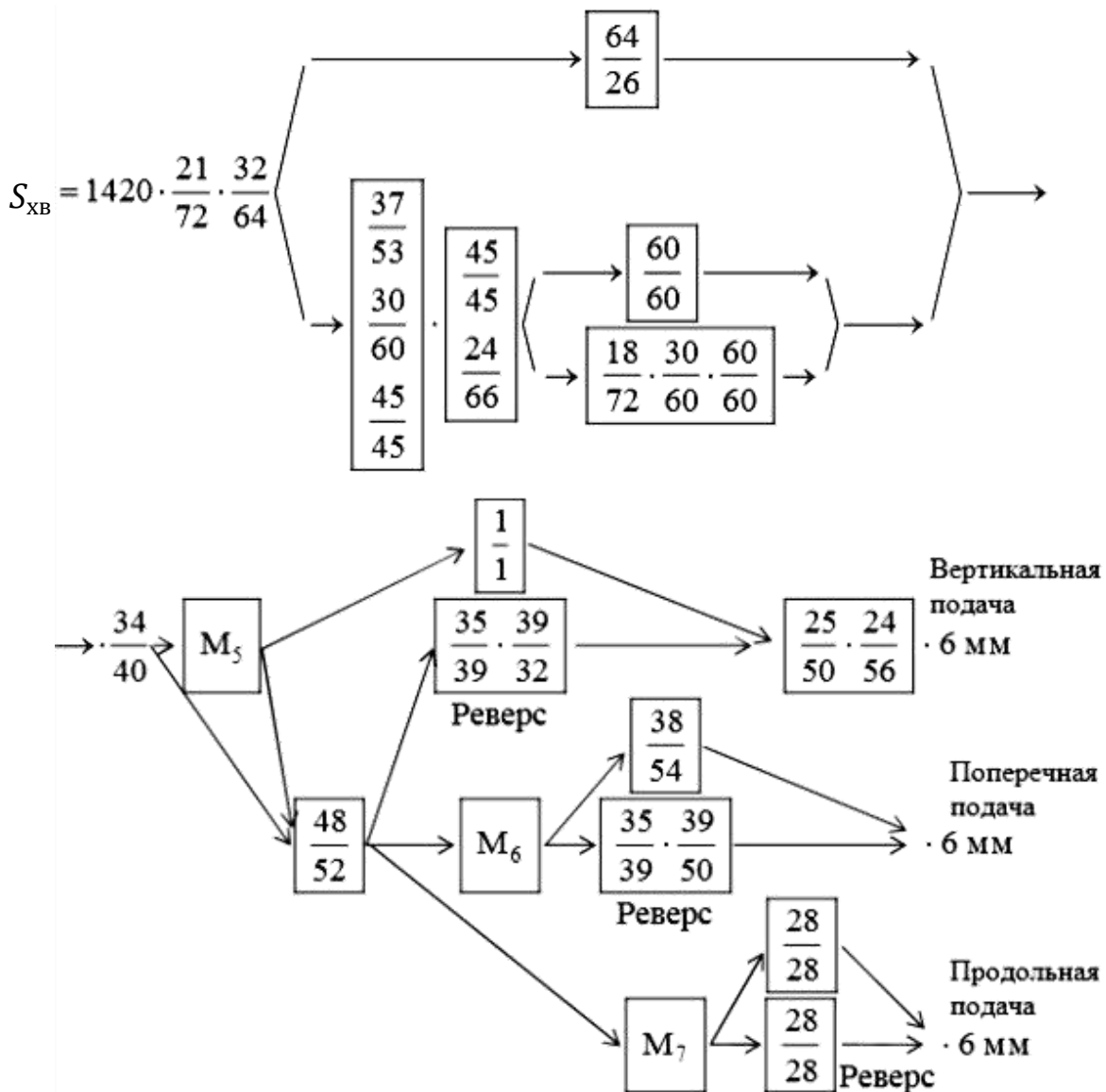
Рівняння кінематичного балансу ланцюга в загальному вигляді:

$$S_{XB} = n_e \cdot i \cdot t$$

де  $S_{XB}$  – хвилинна подача столу верстата, мм/хв;

$n_e$  – частота обертання валу електродвигуна приводу подач, об/хв.

Рівняння кінематичного балансу ланцюга в розгорнутому вигляді:



Кількість можливих подач

$$z = 3 \cdot 2 \cdot 2 = 12$$

Максимальне і мінімальне значення подач:

(швидке переміщення)

$$S_{max} = 1420 \cdot \frac{21}{72} \cdot \frac{32}{64} \cdot \frac{64}{26} \cdot \frac{34}{40} \cdot \frac{48}{52} \cdot \frac{18}{18} \cdot \frac{28}{28} \cdot 6 = 2400 \text{ мм/хв};$$

(вертикальна подача)

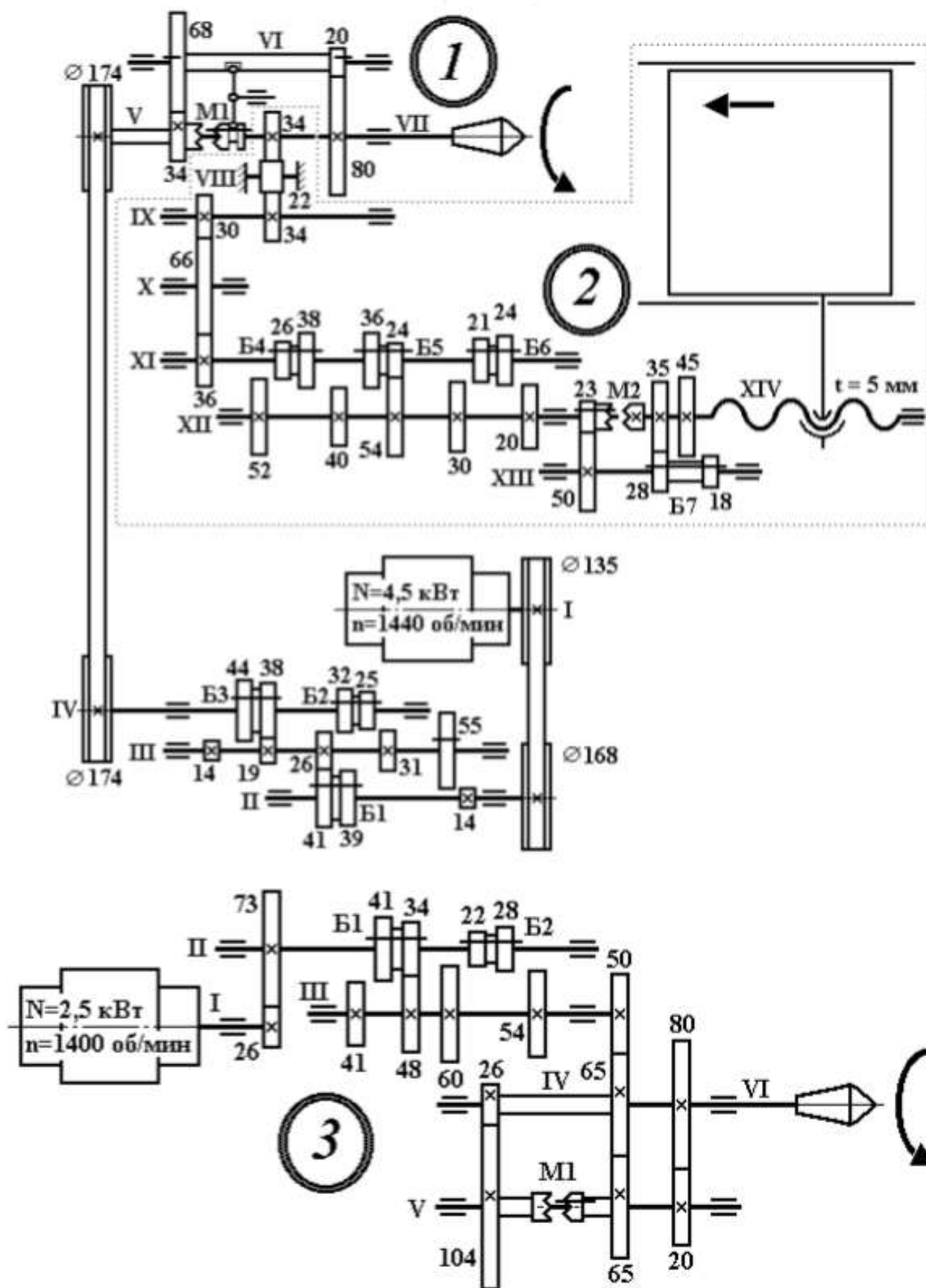
$$S_{min} = 1420 \cdot \frac{21}{72} \cdot \frac{32}{64} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{24}{66} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{34}{40} \cdot \frac{25}{50} \cdot \frac{24}{36} \cdot 6 = 9,41 \text{ мм/хв};$$

## 5. Контрольні питання

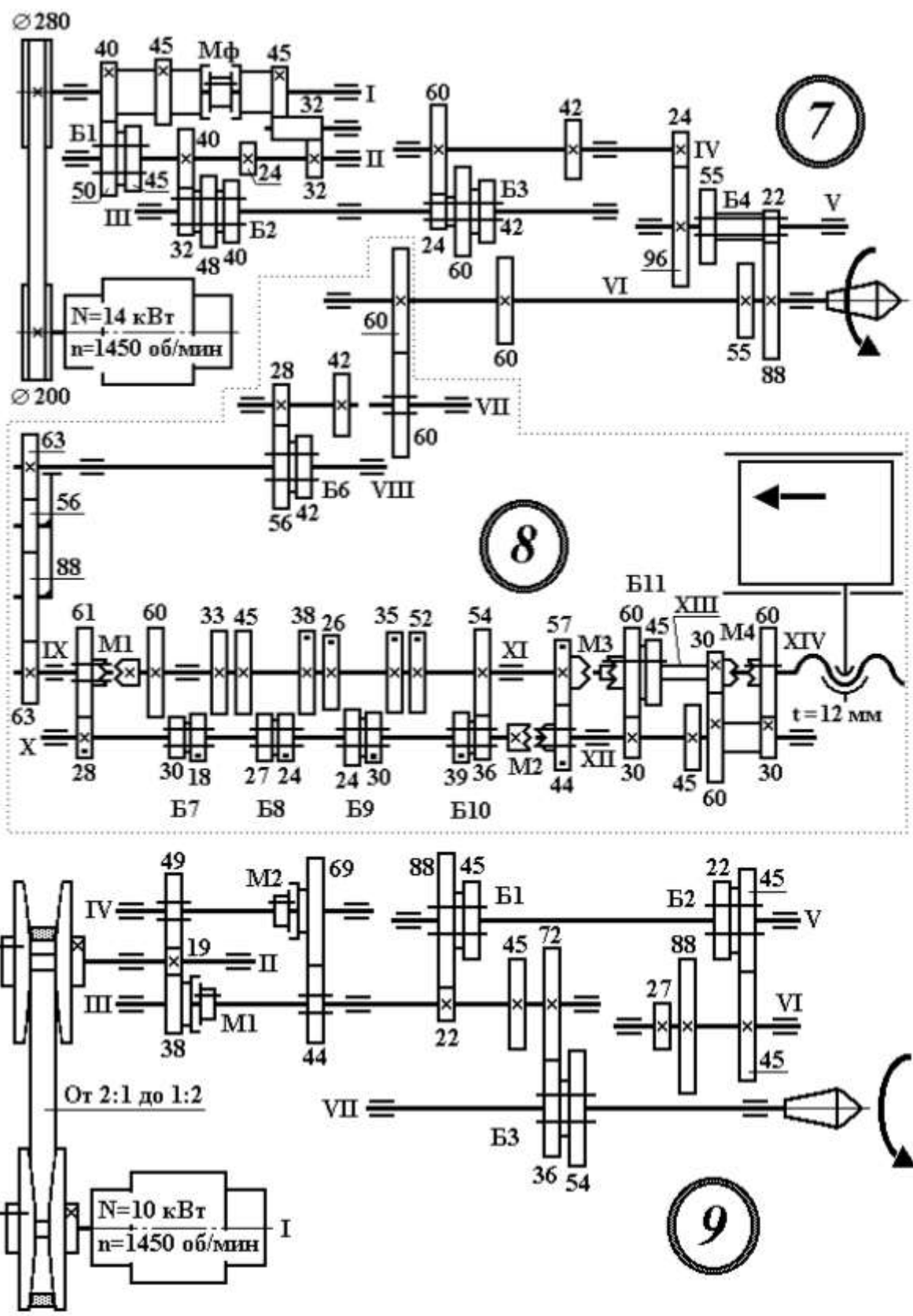
1. Що називається кінематичною схемою верстата?
2. Які передачі найбільш часто використовуються в металорізальних верстатах?
3. Що називається передаточним відношенням?
4. Чому дорівнює передаточне відношення кінематичного ланцюга?
5. Які механізми використовуються для регулювання частоти обертання?
6. Які механізми застосовуються для зміни напрямку обертання валів?
7. Як складається рівняння кінематичного балансу ланцюга?
8. Які параметри характеризують кінематичну схему металорізального верстата?
9. Для чого служить механізм перебору?
10. Характеристика і область застосування трьох форм запису рівняння кінематичного балансу.
11. Які механізми в приводах верстатів використовуються для перетворення обертального руху в зворотно-поступальний?

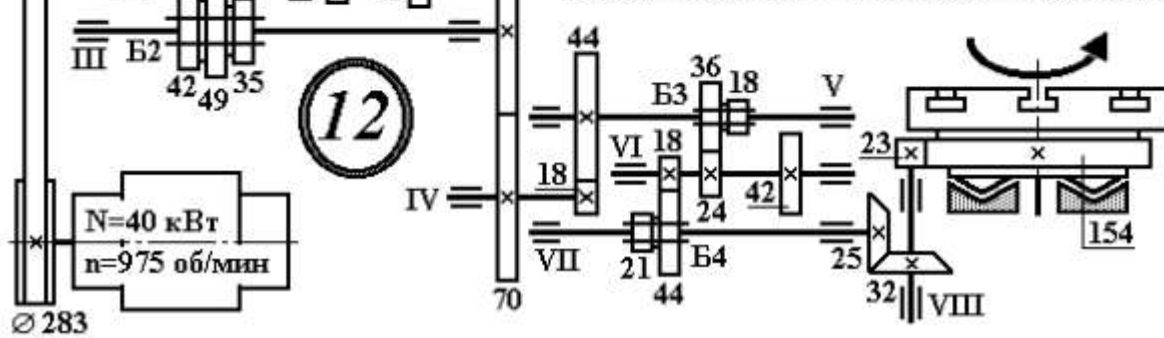
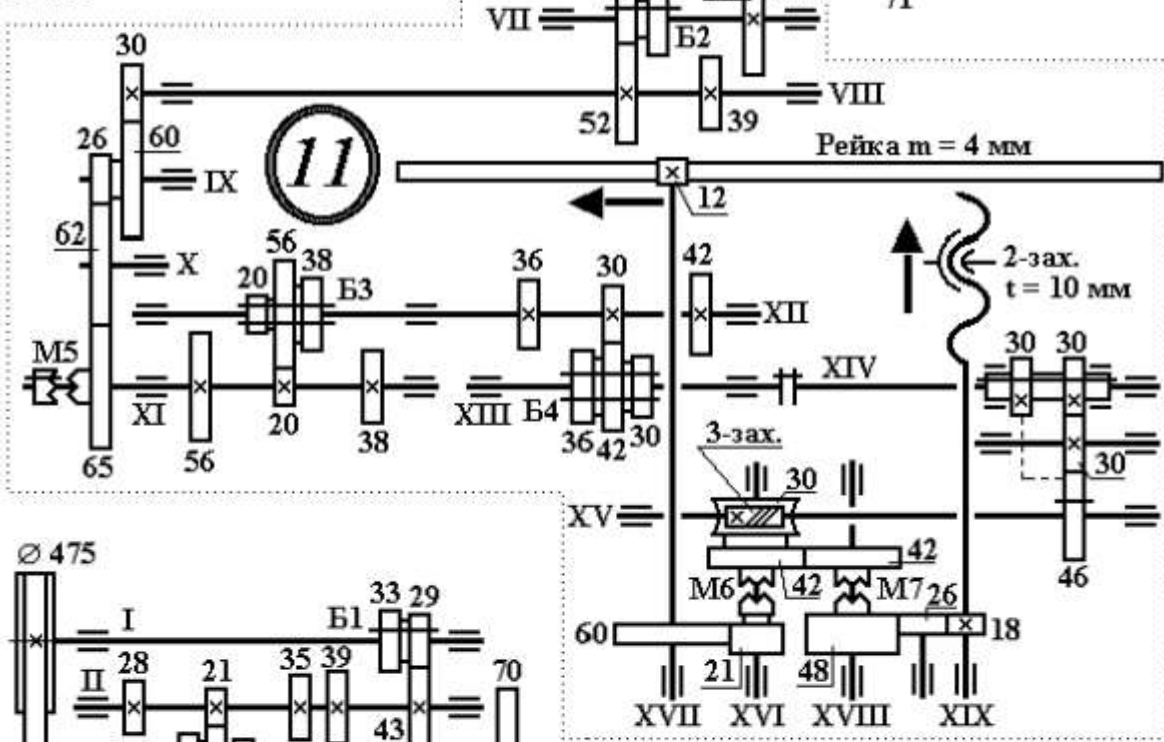
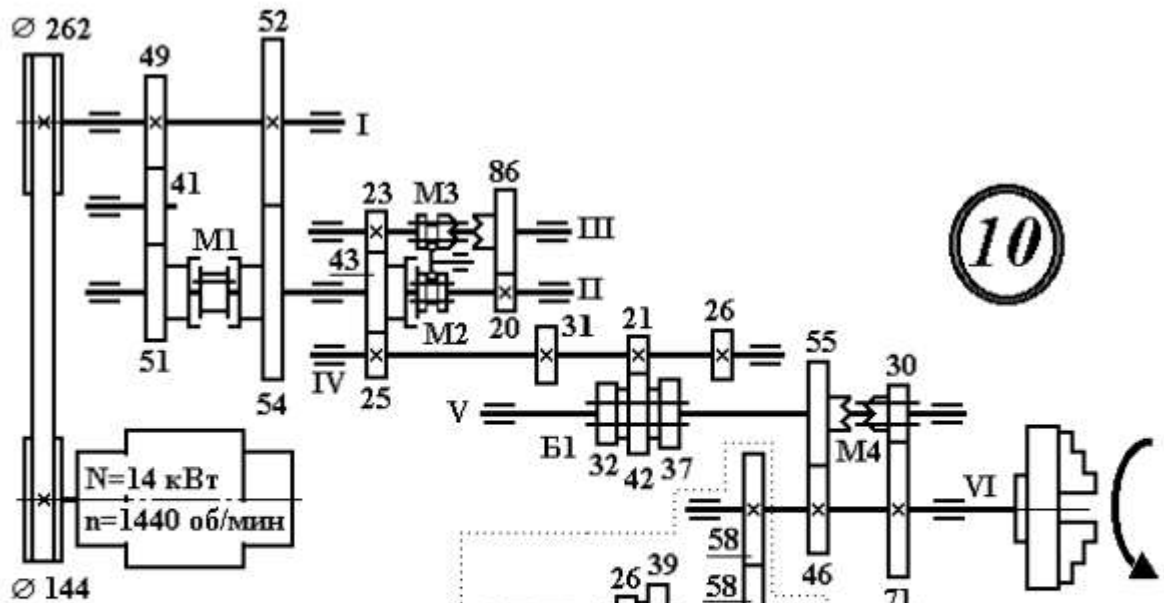
Література:

1. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки: Учебник для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988, – 416 с., ил.
2. Ткаченко А. М. Металорізальні верстати та автоматичні лінії: курс лекцій / А.М.Ткаченко. – ЛФХДАДК, 2018. – 282 с.









## Навчально-методична картка

### Практична робота № 2

Дисципліна:	Металорізальні верстати та автоматичні лінії
Тема заняття:	<b>Вибір гітари змінних коліс для коробки подач</b>
Мета заняття:	
навчальна –	вивчити методику кінематичного налагодження металорізального верстата та способи вибору гітари змінних коліс для коробки подач;
розвиваюча –	сприяти розвитку самостійного мислення; удосконалювати здатність аналізувати і узагальнювати інформацію;
виховна –	виховувати відчуття колективізму.
Вид заняття:	Практичне заняття
Тип заняття:	Перевірка (оцінювання) досягнення компетентностей
Забезпечення заняття:	Інструкційна картка
Література:	[1] с. 103–106, [2] с. 22–34, 117–125, [3]

#### СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ

1. Організаційна частина (перевірка присутності, відповіді на питання студентів, інструктаж з ТБ)
2. Актуалізація опорних знань (бесіда)
3. Початкова мотивація навчальної діяльності (бесіда, розповідь)
4. Виконання практичної роботи (бесіда, пояснення, самостійні заняття)

#### План заняття:

1. Інструктаж з техніки безпеки.
  2. Ознайомлення зі змістом звіту практичної роботи.
  3. Узагальнення теоретичного матеріалу.
  4. Виконання студентами завдань практичної роботи згідно інструктивної картки за індивідуальним варіантом.
  5. Поточний контроль виконання роботи, консультативна робота.
- 
5. Підведення підсумків заняття (бесіда)
  6. Оголошення домашнього завдання (бесіда, пояснення)

## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ № 2

### з теми «Вибір гітари змінних коліс для коробки подач»

#### 1. Інструктаж з техніки безпеки

#### 2. Зміст звіту практичної роботи

- 2.1 Тема роботи.
- 2.2 Мета роботи.
- 2.3 Вибір варіанту та даних.
- 2.4 Підбір змінних коліс гітари для метричної різьби.
- 2.5 Підбір змінних коліс гітари для модульної різьби.
- 2.6 Підбір змінних коліс гітари для дюймової різьби.
- 2.7 Висновок про виконану роботу.

#### 3. Теоретичні відомості

Методика кінематичного металорізальних верстатів налагодження полягає в погодженні рухів виконавчих органів. Методика налагодження однакова для більшості верстатів і не залежить від їх складності.

При кінематичному налагодженні необхідно:

- ✓ з'ясувати характер руху робочих органів та їх погодженість;
- ✓ виявити всі кінематичні ланцюги верстата;
- ✓ скласти рівняння кінематичного ланцюга, зв'язуючи попарно робочі органи верстата;
- ✓ визначити передавальне відношення механізму налагодження і підібрати у відповідності з ним змінні зубчасті колеса або інші елементи налагодження.

3.1 Розглянемо налагодження токарно-гвинторізного верстата на нарізання різьби (рис. 2.1)

Щоб нарізати різьбу на заготівці необхідно, повідомити супорту з різцем повздовжню подачу вздовж осі заготівки, погоджену з частотою обертання шпинделя, необхідно розрахувати два кінематичні ланцюги: швидкісний (ланцюг головного руху) та нарізання різьби.



У загальних випадках необхідно скласти рівняння кінематичного балансу, пов'язуючи розрахункові переміщення кінцевих елементів кінематичного ланцюга.

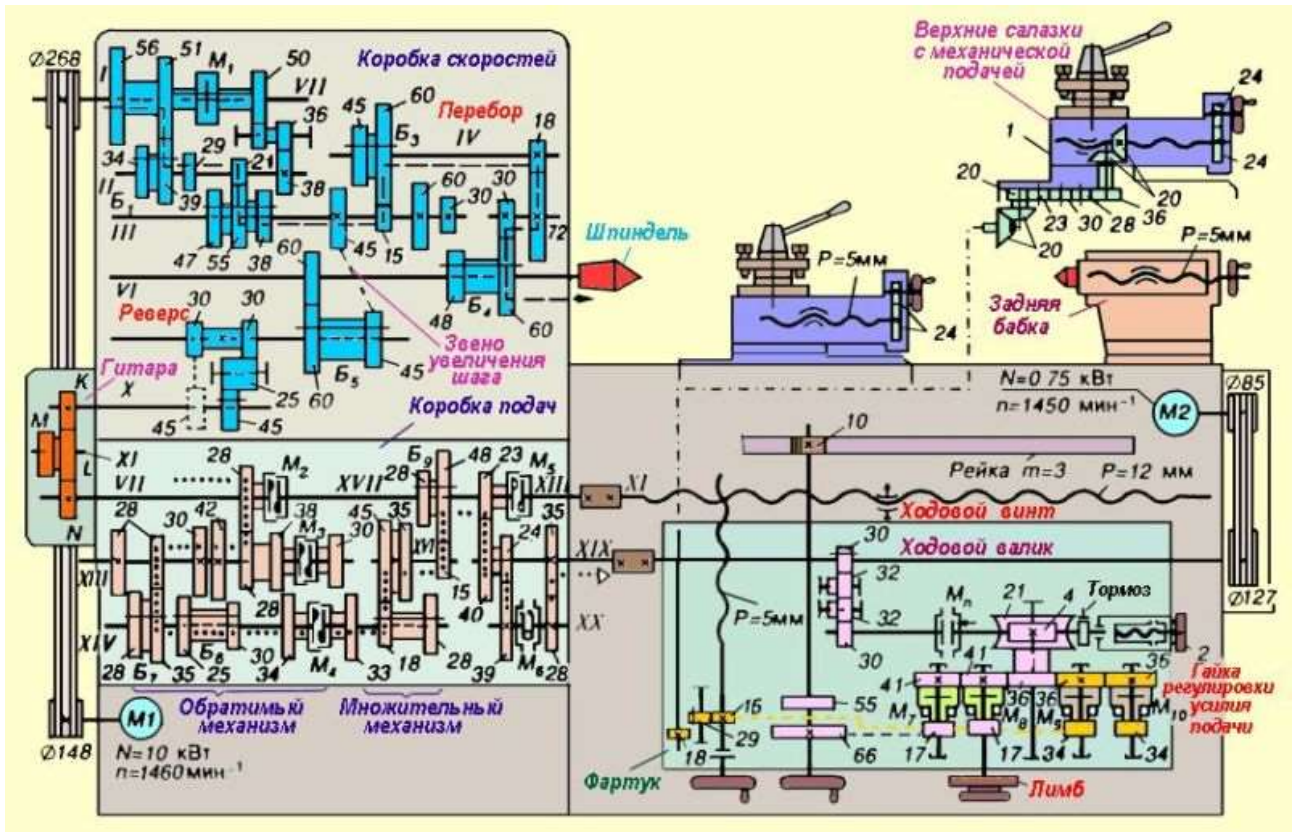


Рисунок 2.1 – Кінематична схема токарно-гвинторізного верстата

### 3.2 Розглянемо налагодження кінематичного ланцюга головного руху

Шпиндель із заготовкою обертається від електродвигуна через пасову передачу і три пари зубчастих коліс.

Частоту обертання шпинделя розраховують за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \text{ об./хв.}$$

де  $V$  – швидкість різання, м/хв.

$d$  – діаметр заготовки, мм

$n$  – частота обертання валу електродвигуна об./хв.

Складаємо рівняння кінематичного ланцюга від електродвигуна до шпинделя за умовою, що шпиндель повинен обертатися з частотою

$$n_{шп.} = n_{дв.} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot 0,985 \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{z_3}{z_4}$$

У розглянутому кінематичному ланцюгу відомі всі величини, за винятком змінних коліс  $a/b$ .

Розв'язуючи рівняння

$$n_{ун.} = 1460 \cdot \frac{148}{268} \cdot 0,985 \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{21}{55}$$

отримуємо

$$\frac{a}{b} = \frac{n_{ун.}}{400}$$

Частота обертання шпинделя залежить від діаметру заготовки та швидкості різання. Визначивши значення  $a/b$ , проводимо налагодження ланцюга головного руху.

### 3.3 Розглянемо налагодження кінематичного ланцюга руху подачі

Різець, закріплений на супорті, переміщується від ходового гвинта, який обертається від шпинделя через пару циліндричних коліс, дві пари конічних коліс і змінні зубчасті колеса

$$\frac{c}{d} = \frac{e}{f}$$

Складаємо рівняння кінематичного балансу, враховуючи, що за один оберт шпинделя різець переміщується вздовж осі на величину  $P_p$  нарізуючи різьби:

$$P_p = 1_{об.ун.} \cdot \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{z_7}{z_8} \cdot \frac{z_9}{z_{10}} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot P_{x.z.}$$

де  $P_p$  – крок різьби, що нарізується, мм;

$P_{x.z.}$  – крок ходового гвинта, мм

У розглянутому кінематичному ланцюгу відомі всі величини, за винятком змінних коліс  $(c/d)=(e/f)$

$$\text{Розв'язуючи рівняння } P_p = 1_{об.ун.} \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{45}{48} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} \cdot 12$$

$$\text{отримуємо } \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} = \frac{P_p}{6}$$

Визначивши значення змінних коліс, проводимо налагодження ланцюга руху подачі.

### 3.4 Відомості про гітару змінних коліс

Гітарою змінних коліс називається обладнання, яке забезпечує зачеплення

змінних зубчастих коліс (рис. 2.2). Відстань між ведучим та веденим валом залишається незмінною. На веденому валу встановлено нахил гітари, закріплений болтом. Вісь проміжних коліс  $b$ ,  $c$  переміщується по радіальному пазу, змінюючи відстань між центрами коліс  $c$  і  $d$ . Дугувий паз дозволяє регулювати розмір.

Для правильного зачеплення змінних зубчастих коліс необхідно дотримуватися умови їх зчеплення:

$$a+b \geq c+(15 \div 22)$$

$$c+d \geq b+(15 \div 22)$$

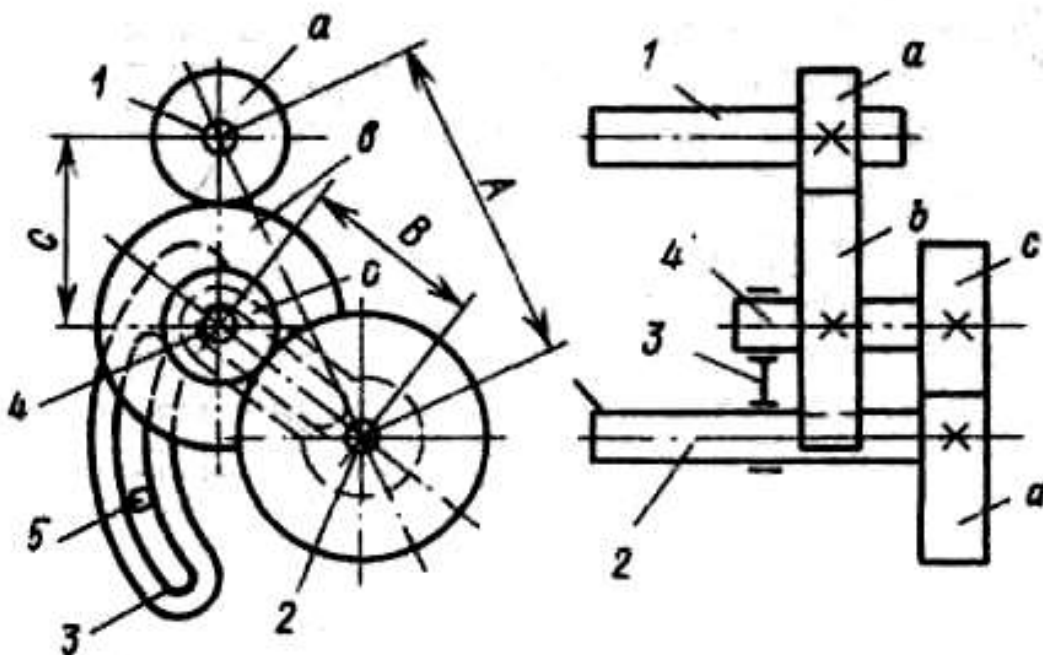


Рисунок 2.2 – Гітара змінних коліс

#### 4. Завдання

Підібрати змінні колеса гітари для нарізання різьби на токарно-гвинторізному верстаті. Отримані колеса перевірити на умови зачеплення. Провести перевірку похибок, які були допущені при підборі змінних коліс гітари.

Вихідні данні до виконання ПР подані у таблиці 2.1. Варіант завдання відповідає номеру студента у журналі.

Позначення:  $P_p$  – крок різьби, яку нарізаємо, мм;

$m$  – модуль, мм;

$K_p$  – кількість ниток на один дюйм (1 дюйм=25,4 мм);

$k$  – кількість заходів;

$P_{x.z.}$  – крок ходового гвинта, мм ( $P_{x.z.}=12$  мм)

Таблиця 2.1 – Вхідні данні

№ варіанта	Метрична різьба		Модульна різьба		Дюймова різьба
	$P_p$	$k$	$m_p$	$k$	$K_p$
1	0,5	1	8,0	1	1
2	0,5	2	6,0	1	2
3	1,0	1	5,0	1	3
4	0,75	2	4,0	1	4
5	1,0	2	3,5	2	5
6	1,5	1	3,5	1	6
7	1,5	2	3,0	2	7
8	2,0	1	6,0	1	8
9	2,0	2	2,5	2	9
10	2,5	1	2,5	1	10
11	2,5	2	2,0	2	11
12	3,0	1	2,0	1	8
13	3,0	2	8,0	1	4
14	0,5	1	6,0	1	11
15	3,5	2	5,0	1	10
16	4,0	1	4,0	1	9
17	4,5	1	3,5	2	8
18	5	1	3,5	1	7
19	6	1	3,0	2	6
20	8	1	6,0	1	5
21	0,5	2	2,5	2	4
22	1,0	1	2,5	1	3
23	0,75	2	2,0	2	2
24	1,0	2	2,0	1	1
25	1,5	1	1,5	2	6
26	1,5	2	1,5	1	10
27	2,0	1	1,0	4	8
28	2,0	2	1,0	2	3
29	2,5	1	0,5	4	2
30	4,0	1	0,5	5	7

## 4.1 Методичні вказівки по виконанню роботи:

1. При нарізанні різьби на верстаті 16K20 з коробкою подач, яка виконана у вигляді гітари змінних коліс, підбір коліс гітари проводиться по формулам:

✓ для метричної різьби

$$\frac{a \cdot c}{b \cdot d} = \frac{3 \cdot P_p \cdot k}{2 \cdot P_{x.z.}}$$

✓ для модульної різьби

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{\pi \cdot m \cdot k}{P_{x.z.}}$$

✓ для дюймової різьби

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{25,4}{K_p \cdot P_{x.z.}}$$

$a, b, c, d$  – числа зубців коліс гітари.

При настроюванні верстата для нарізання різьби слід враховувати, що крок різьби що нарізується та ходового гвинта необхідно обчислювати в одній системі вимірювання.

Заміна числа  $\pi$  і дюйма (25,4 мм) проводиться звичайними дробами (види замін надаються в літературі [1, табл.5.2, стор.106] Способи підбору змінних коліс гітари надаються в літературі [1, стор.103-109].

Для підбору змінних коліс гітари на токарно-гвинторізному верстаті 16K20 використовується наступний комплект зубчастих коліс:

$z$  (числа зубців коліс) = 20, 24, 25, 28, 30, 32, 35, 36, 40, 44, 45, 48, 50, 55, 60, 65, 68, 70, 71, 72, 75, 76, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 113, 115, 120.

Крім цього, в комплекті є спеціальні колеса  $z = 47, 97, 127, 157$ .

2. Підібрані змінні колеса перевіряють на умови зачеплення:

$$a + b \geq c + (15 \div 22) \qquad c + d \geq b + (15 \div 22)$$

3. Перевірку похибок (відхилень), які допущені при підборі змінних коліс, проводять розв'язанням рівняння гвинторізного ланцюга (ланцюга від шпинделя до ходового гвинта). На верстаті 16K20 рух від шпинделя до ходового гвинта передається по ланцюгу:

$$P_p = 1_{об.шт.} = \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot 12 \text{ (мм/об)}$$

#### 4.2 Приклад виконання практичної роботи

Підібрати змінні колеса гітари для нарізання різьби на токарно-гвинторізному верстаті. Отримані колеса перевірити на умови зачеплення. Провести перевірку похибок, які були допущені при підборі змінних коліс гітари.

Дано:

- ✓ для метричної різьби:  $P_p=3,5\text{мм}; k=1; P_{x.z.}=12\text{ мм}$
- ✓ для модульної різьби:  $t=3\text{мм}; k=1; P_{x.z.}=12\text{ мм}$
- ✓ для дюймової різьби:  $K_p=12; P_{x.z.}=12\text{ мм}$

### Розв'язання:

1. При нарізанні різьби на верстаті 16К20 з коробкою подач, яка виконана у вигляді гітари змінних коліс, підбір коліс гітари проводиться по формулам:

- ✓ для метричної різьби

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{3,5 \cdot 1}{12} = \frac{60}{40} \cdot \frac{35}{120}$$

- ✓ для модульної різьби

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 1}{12} = \frac{3}{2} \cdot \frac{22}{7} \cdot \frac{3}{12} = \frac{3}{4} \cdot \frac{11}{7} = \frac{55}{35} \cdot \frac{30}{40}$$

- ✓ для дюймової різьби

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{127}{5 \cdot 12 \cdot 12} = \frac{127}{120} \cdot \frac{1}{4} = \frac{127}{100} \cdot \frac{25}{120}$$

2. Підібрані змінні колеса перевіряємо на умови зачеплення:

- ✓ для метричної різьби

$$\begin{array}{ll} 60+40 > 35+22 & 35+120 > 40+22 \\ 100 > 57 & 155 > 62 \end{array}$$

- ✓ для модульної різьби

$$\begin{array}{ll} 55+35 > 30+22 & 30+40 > 35+22 \\ 90 > 52 & 70 > 57 \end{array}$$

- ✓ для дюймової різьби

$$\begin{array}{ll} 127+100 > 25+22 & 25+120 > 100+22 \\ 227 > 47 & 145 > 12 \end{array}$$

3. Проводимо перевірку похибок, допущених при підборі змінних коліс гітари, використовуючи рівняння:

- ✓ для метричної різьби

$$P_p = 1_{\text{об.шп.}} = \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{60}{40} \cdot \frac{35}{120} \cdot 12 = \frac{1}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{35}{10} = 3,5\text{мм}$$

Похибка дорівнює нулю

✓ для модульної різьби

$$m_p = \frac{P_p}{\pi} = \frac{60 \cdot 30 \cdot a \cdot c \cdot 12}{60 \cdot 45 \cdot b \cdot d \cdot \pi}$$

$$m_p = \frac{P_p}{\pi} = \frac{60 \cdot 30 \cdot 55 \cdot 30 \cdot 12}{60 \cdot 45 \cdot 35 \cdot 40 \cdot 3,14} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 3 \cdot 12}{1 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 4 \cdot 3,14} = \frac{11 \cdot 6}{7 \cdot 3,14} = \frac{66}{7 \cdot 3,14} \approx 3 \text{ мм}$$

Похибка дорівнює нулю

✓ для дюймової різьби

$$K_p = \frac{25,4}{P_p} = 25,4 / \frac{60 \cdot 30 \cdot a \cdot c \cdot 12}{60 \cdot 45 \cdot b \cdot d \cdot 1}$$

$$K_p = \frac{25,4}{P_p} = 25,4 / \frac{60 \cdot 30 \cdot 127 \cdot 25 \cdot 12}{60 \cdot 45 \cdot 100 \cdot 120 \cdot 1} = 25,4 / \frac{1 \cdot 2 \cdot 127 \cdot 1}{1 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 10} = 25,4 / \frac{1 \cdot 127}{3 \cdot 20} \approx 12,01 \text{ мм}$$

Похибка дорівнює нулю.

Література:

1. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки: Учебник для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988, – 416 с., ил.
2. Ткаченко А. М. Металорізальні верстати та автоматичні лінії: курс лекцій / А.М.Ткаченко. – ЛФХДАДК, 2018. – 282 с.
3. 16K20 Станок токарно-винторезный универсальный. Вилучено із [http://stanki-katalog.ru/sprav\\_16k20.htm](http://stanki-katalog.ru/sprav_16k20.htm)

## Навчально-методична картка

### Практична робота № 3

Дисципліна:	Металорізальні верстати та автоматичні лінії
Тема заняття:	<b>Вибір типу силової голівки компонувальної схеми верстата</b>
Мета заняття:	
навчальна –	навчитися вибирати силову голівку, використовуючи вхідні дані і компонувальну схему агрегатного верстата
розвиваюча –	сприяти розвитку самостійного мислення; удосконалювати здатність аналізувати і узагальнювати інформацію;
виховна –	виховувати відчуття колективізму.
Вид заняття:	Практичне заняття
Тип заняття:	Перевірка (оцінювання) досягнення компетентностей
Забезпечення заняття:	Інструкційна картка; кінематичні схеми силових голівок; компонувальні схеми агрегатних верстатів
Література:	[1] с. 316–322, [2]

#### СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ

1. Організаційна частина (перевірка присутності, відповіді на питання студентів, інструктаж з ТБ)
2. Актуалізація опорних знань (бесіда)
3. Початкова мотивація навчальної діяльності (бесіда, розповідь)
4. Виконання практичної роботи (бесіда, пояснення, самостійні заняття)

#### План заняття:

1. Інструктаж з техніки безпеки.
  2. Ознайомлення зі змістом звіту практичної роботи.
  3. Узагальнення теоретичного матеріалу.
  4. Виконання студентами завдань практичної роботи згідно інструктивної картки за індивідуальним варіантом.
  5. Поточний контроль виконання роботи, консультативна робота.
- 
5. Підведення підсумків заняття (бесіда)
  6. Оголошення домашнього завдання (бесіда, пояснення)



## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ № 3

### з теми «Вибір типу силової голівки компоувальної схеми верстата»

#### 1. Інструктаж з техніки безпеки

#### 2. Зміст звіту практичної роботи

- 2.1 Тема роботи.
- 2.2 Мета роботи.
- 2.3 Вибір варіанту та даних.
- 2.4 Вибір силової голівки.
- 2.5 За заданими режимами різання вибрати силову голівку і навести її технічні данні.
- 2.6 Вибрати компоувальну схему агрегатних верстатів.
- 2.7 Описати роботу силової голівки.
- 2.8 Висновок про виконану роботу.

#### 3. Теоретичні відомості

Агрегатними називаються спеціальні верстати, що складаються з нормалізованих деталей та вузлів і створені по запроектованому оптимальному технологічному процесу. Верстати призначені для обробки складних і відповідальних деталей, які частіше всього не обертаються під час обробки. У порівнянні з універсальними верстатами агрегатні верстати мають значно більшу продуктивність, що досягається багатоінструментальною і багатопозиційною обробкою деталей одночасно з однієї або декількох сторін, одночасним *виконанням* декількох операцій і скороченням витрат допоміжного часу на завантаження і керування.

На рисунку 3.1 показані схеми деяких компонок агрегатних верстатів. Силовим органом агрегатних верстатів є незалежний агрегат силової головки, що складається із самої силової головки 2 і шпindelної коробки 3. Силова головка призначена для здійснення головного руху і руху подачі. Вона має самостійний привід.

Розрізняють верстати одно-агрегатні (рис. 3.1, а, б, з, д) і багато-агрегатні (рис. 3.1, в, е), одношпindelні і багатошпindelні, горизонтальні (рис. 3.1, а), вертикальні

(рис. 3.1, з, д), похилі (рис. 3.1, б, в), змішані (рис. 3.1, е), односторонні (рис. 3.1, а, б, з, д) і багатосторонні (рис. 3.1, в, е).

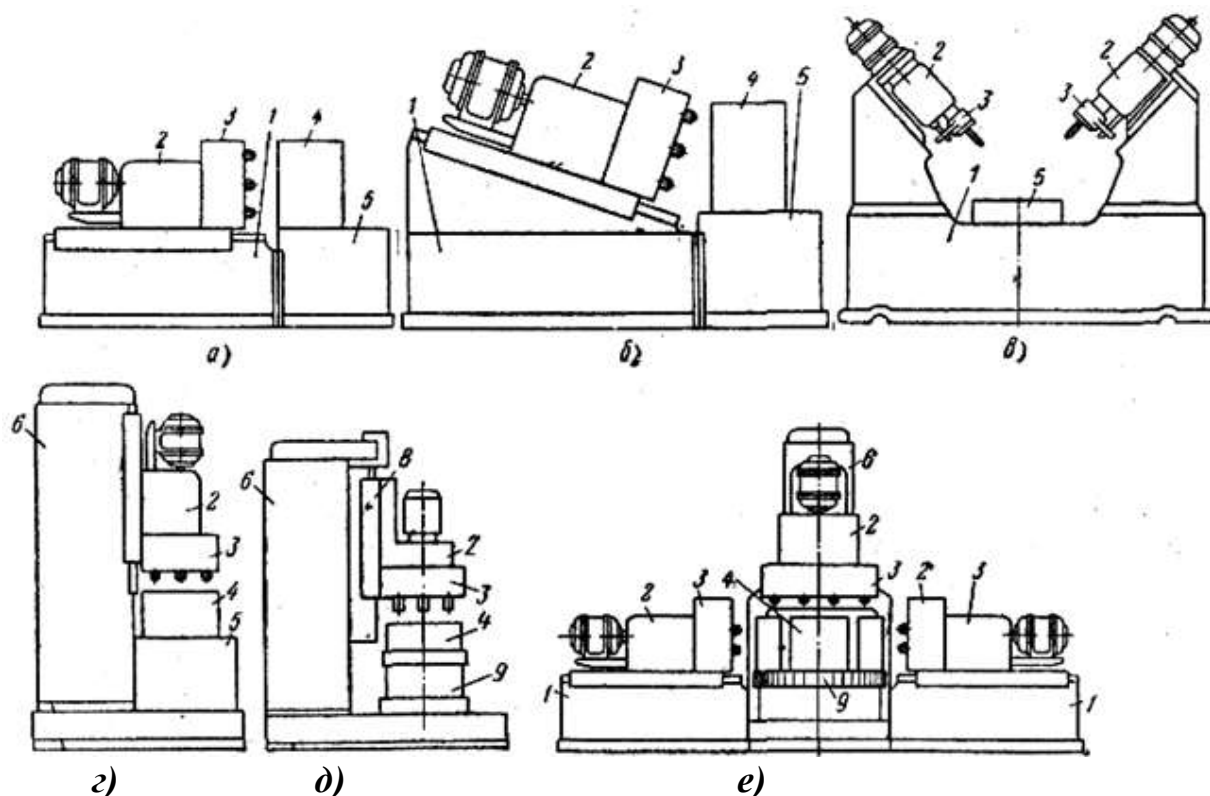


Рисунок 3.1– Компонувальні схеми агрегатних верстатів.

Силкові головки призначені для надання різальним інструментам головного обертового руху і руху поздовжньої подачі. Вони є основними виконавчими механізмами агрегатних верстатів і автоматичних ліній.

За допомогою силових головок можна робити токарні, фрезерні, свердлильні, розточні, різенарізні, шліфувальні та інші операції. Для приводу головного руху (обертового) у силових головках звичайно застосовуються електродвигуни, а для приводу подачі - кулачки, гвинтові передачі, циліндри (пневматичні, гідравлічні і пневмогідравлічні).

Існують самодіючі і несамодіючі силові головки. Самодіючі головки мають привід головного руху і привід подач, а несамодіючі – тільки привід головного руху. Конструктивно силові головки можуть виконуватися з висувною піноллю або з рухомим корпусом, а силові столи виконуються тільки з рухомою плитою. Силові головки оснащуються шпindelьними коробками або насадками, в залежності від яких ці головки отримують різні назви: свердлильні, розточні, фрезерні та інші.

Основними характеристиками силових головок є: потужність приводу головного

руху  $N$ , зусилля подачі  $P$ , довжина робочого ходу  $L$ , а також деякі габаритні і приєднувальні розміри. Відповідно до випущених нормалей машинобудування для шести типорозмірів головок із висувною піноллю (01 – 06) основні розміри коливаються в діапазоні:

$$N = 0,08 - 2,2 \text{ кВт}, P = 200 - 6300 \text{ Н},$$

$$L = 25 - 75 \text{ мм},$$

для семи габаритів головок з корпусом, що переміщується, (1 – 7)

$$N=0,9 - 28 \text{ кВт}, P = 3,20 - 100 \text{ кН},$$

$$L = 200 - 500 \text{ мм (320 - 800 мм)}$$

### Механічні силові голівки

#### 1. Плоскокулачкові силові голівки

На рисунку 3.2, *a* показано кінематичну схему плоскокулачкової силової голівки. Від електродвигуна 1 через змінні клинопасові шківни 2 і 3 обертання передається порожньому валу 4, що має внутрішні шліци для з'єднання із шпинделем 5. На валу 4 знаходиться черв'як 6, обертання від якого через черв'ячне колесо 7, змінні шестерні 8, 9 і шестерню 10 передається шестерні - кулачку 11. В паз кулачка входить Б ролик 12, вісь якого запресована у шпонку, закріплену на пінолі 13. Ролик притискається до паза кулачка пружиною 15 і важелем 14. Механізми головки захищені від перевантаження кульковою муфтою, вмонтованою у втулку черв'ячного колеса 7.

До переваг плоскокулачкових головок відносяться: надійність у роботі, простота конструкції і, отже, простота обслуговування і ремонту.

Недоліками цих головок є: невеликі  $N$ ,  $P$  і  $L$ , ступінчаста зміна подачі шляхом заміни шестерень, неможливість регулювання довжини ходу упора, ненадійний захист від перевантаження.

Таблиця 3.1 – Значення параметрів плоскокулачкових силових голівок

Параметри	Моделі силових голівок		
	ГС-03	ГС-05	ГС-06
Потужність електродвигуна,кВт	0,6 – 0,8	1,1; 1,5; 2	2,2; 3,3
Найбільше зусилля подачі, Н	800	3200	4000
Найбільший хід пінолі,мм	50	75	100
Межі подач	0,01 – 2,8	0,01 – 2,2	0,004 – 3,33
Частота обертання шпинделя,об/хв.	266 – 550	114 – 2080	104 – 2115
Максимальний діаметр свердління,мм	12	14	16

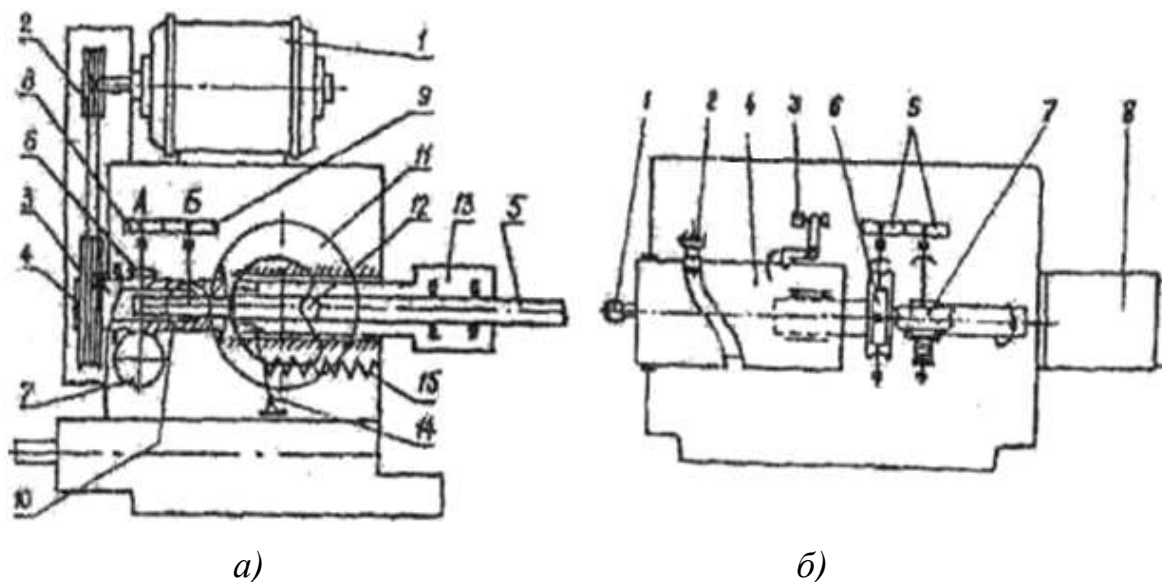


Рисунок 3.2 – Схеми силових голівок

## 2. Барабанно-кулачкові силові головки

Барабанно-кулачкові силові головки використовуються для виконання більш важких робіт у порівнянні з плоскокулачковими. Вони виготовляються як із рухомою піноллю, так і з корпусом, що переміщається. На рисунку 3.2, б подана схема головки СГ-01, шпindel 1 якої отримує обертання безпосередньо від електродвигуна 8 (або через додаткові зубчаті передачі). Рух подачі здійснюється за допомогою копіра 4 (барабанного кулачка), що одержує обертання від електродвигуна через черв'ячну пару 7, змінні шестерні 5 і черв'ячну пару 6. Ролик 2 копіра 4 нерухомо закріплений у корпусі головки. Робота головки починається в момент пуску двигуна, що виключається наприкінці циклу кінцевим вимикачем 3.

Таблиця 3.2 – Значення параметрів силових голівок

Параметри	Моделі силових голівок	
	СГ-01	СГ-02
Потужність електродвигуна, кВт	1,1	1,5
Тривалість робочого циклу, с	6 – 40	6 – 40
Найбільший хід пінолі, мм	100	120
Межі подач	0,1 – 0,8	0,1 – 1,0
Частота обертання шпинделя, об/хв.	700 – 900	750 – 975
Максимальний діаметр свердління, мм	25	30

## 3. Електромеханічні силові головки

Електромеханічні силові головки відрізняються типом приводу подач. Вони мають

індивідуальний електродвигун і явно виражений механічний привід, що здійснює подачу за допомогою системи зубчатих коліс і ходового гвинта. Керування робочим циклом у них проводиться від упорів, які діють на кінцеві вимикачі, що через блок електроавтоматики діють на електродвигуни та електромагнітні муфти. Силкові головки цього типу більш прості по конструкції, ніж кулачкові, забезпечують практично будь-яку необхідну довжину подачі  $L$ , дозволяють розвивати достатньо великі зусилля  $P$ . За допомогою упорів легко встановлюються необхідні довжини підводу і робочої подачі інструментів. До недоліків цих головок відносяться складність електросхеми і зменшення надійності роботи, порівняно швидке зношення гвинтової пари.

Самодіючі головки цих конструкцій, що випускаються Мінським заводом автоматичних ліній, бувають з однією або двома робочими подачами.

Розглянемо роботу головки по циклу: швидкий підвід - перша робоча подача - друга робоча подача - швидкий відвід (рис. 3.3). Швидкий підвід корпуса 1 головки здійснюється при вимиканні електрогальма 2 і вмиканні електродвигуна 1 прискорених переміщень. При цьому через зубчасту передачу 3 гвинт 4, обертаючись відносно гайки 5, виконаної за одне ціле з самогальмівним черв'ячним колесом, забезпечує переміщення доти, поки упор  $У$  і не наїде на кінцевий вимикач КВІ. Це дає команду на вимкнення двигуна 1, ввімкнення гальма 2 і електромагнітної муфти ЭМ1 - починається I робоча подача від головного електродвигуна 6, що обертає вал 8 із черв'яком і надас головний рух через зубчасту передачу вихідному валу 9. Величина подачі регулюється змінними шестернями і забезпечується при обертанні гайки відносно нерухомого гвинта 4.

Величина максимального крутного моменту, що передається на черв'як, регулюється затягуванням тарілчастих пружин, що притискають диски (сталеві ведучі і бронзові ведені) до муфти. Запобіжну муфту потрібно настроювати на зусилля, що перевищує на 15% найбільше зусилля подачі головки.

Електромеханічні силкові головки можуть працювати по циклу «крок за кроком» для глибокого свердління так званими «шнековими» свердлами з автоматичним виводом їх для викидання стружки.

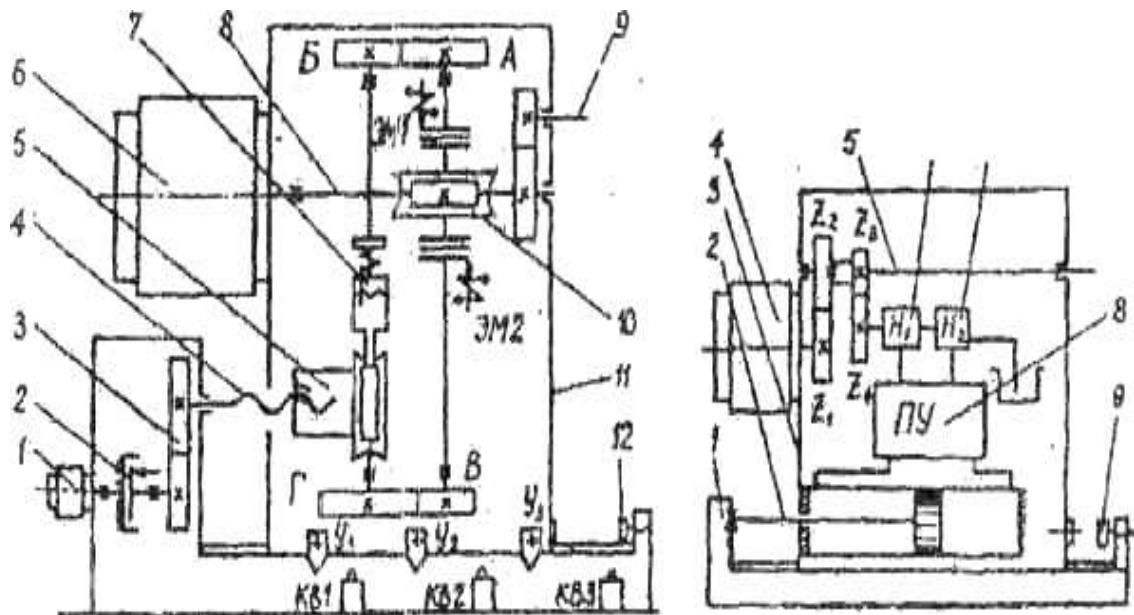


Рисунок 3.3 – Схема електромеханічної силової голівки

Таблиця 3.3 – Значення параметрів силових голівок

Параметри	Моделі силових голівок	
	УД-2424	УД-2434
Потужність електродвигуна,кВт	0,6 – 1,0	1,0 – 1,7
Найбільший хід пінолі,мм	500	500
Межі подач	0,05 – 0,6	0,1 – 1,0
Частота обертання шпинделя,об/хв.	705	465 – 710
Максимальний діаметр свердління,мм	25	30

#### 4. Пневмогідравлічні силові головки

Пневмогідравлічні силові головки мають такі переваги: відсутність досить складної і дорогої насосної установки; компактність і простота конструкції; можливість безступеневого регулювання величини подач за допомогою дросельного регулятора; легкість переналагодження при обробці дрібних деталей.

У цих головках переміщення поршня здійснюється стиснутим повітрям, а швидкість його переміщення регулюється маслом, що витискується поршнем із циліндра. Недоліками цих головок є невеликі N, P і L.

На рисунку 3.4 подана схема пневмогідравлічної головки ГС-2М, що має такий цикл роботи. Повітря з мережі через регулятор тиску та електромагнітний повітророзподільний клапан 6 надходить у повітряну порожнину циліндра і переміщає піноль 13 вліво. При цьому спочатку здійснюється прискорений підвід пінолі, тому що стержень клапана 8 прискореного ходу знаходиться в опущеному положенні на

профільній шпонці 10, закріпленій у скалці 3, і масло має можливість через великий прохідний переріз клапана 8 надходити з гідропорожнини циліндра у порожнину 15. Коли клапан 8 при русі поршня вперед зійде її шпонки 10 і закриється під дією пружини, масло буде протікати тільки через регулятор швидкості, виконаний у вигляді редуційного клапана 9 і дроселя 7.

Внаслідок цього пінолі 13 і шпинделю 12 надається робоча подача, яка регулюється дроселем 7.

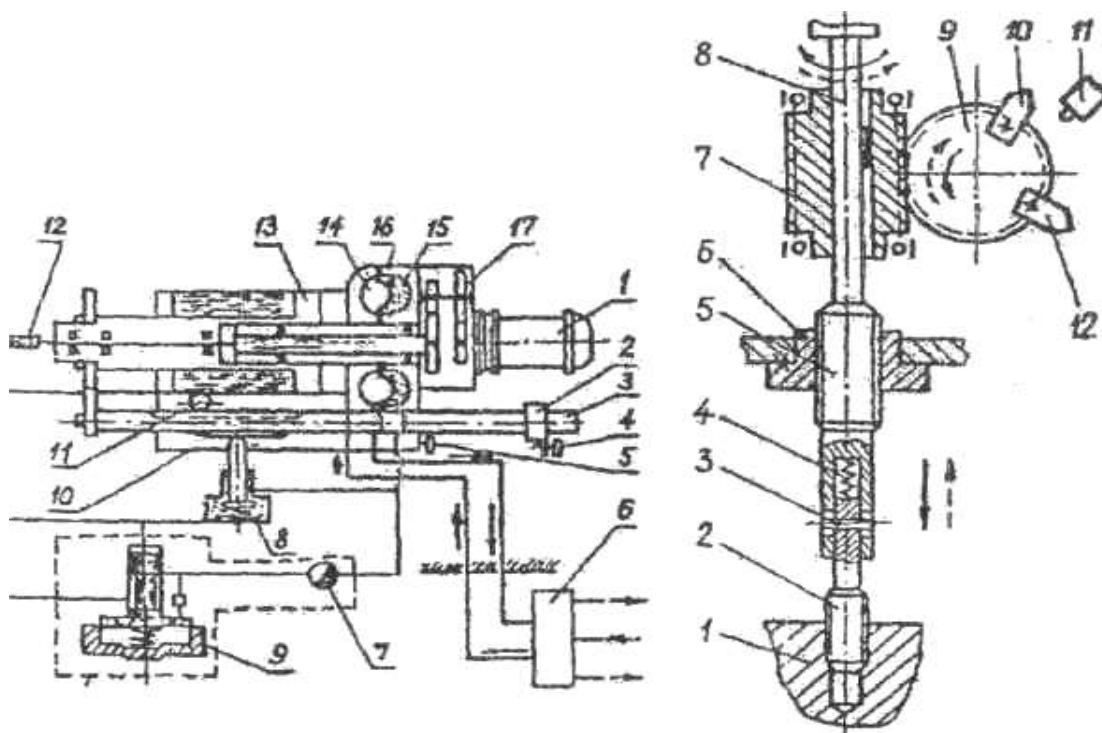


Рисунок 3.4 – Схема пневмогидравлічної силової голівки.

Таблиця 3.4 – Значення параметрів силової голівки

Параметри	Моделі силових голівок
	ГС – 2
Потужність електродвигуна, кВт	1,4 – 2,7
Найбільший хід пінолі, мм	250
Межі подач	10 – 600
Частота обертання шпинделя, об/хв.	208 – 3525
Максимальний діаметр свердління, мм	30
Найбільше зусилля подачі, Н	17000

#### 4. Завдання

За заданими режимами обробки вибрати:

1. Тип та габарити силової голівки.
2. Тип компоновки агрегатного верстата.

Вихідні данні до виконання ПР подані у таблиці 3.5. Варіант завдання відповідає номеру студента у журналі.

Таблиця 3.5 – Вхідні данні

№ варіанта	Позначення					
	Діаметр отвору, що обробляється	Подача	Довжина отвору, що обробляється	Осьове зусилля	Потужність	Характер обробки
	D, мм	S, мм/об.	L, мм	P, Н	N, кВт	
1	21	0,26-0,32	90	7900	1,7	обробка з торця
2	12	0,18-0,21	120	3000	1,1	обробка з торця
3	23	0,25-0,31	110	8500	1,7	обробка з торця
4	15	0,22-0,27	85	4500	1,1	обробка з торця
5	2	0,04-0,05	50	700	0,8	обробка з торця
6	17	0,22-0,27	90	4700	1,1	обробка з торця
7	5	0,08-0,11	75	1700	0,8	обробка з торця
8	9	0,14-0,17	110	2900	1,1	обробка з торця
9	14	0,19-0,23	85	3600	1,1	обробка з торця
10	20	0,26-0,32	70	7700	1,7	обробка з торця
11	3	0,05-0,07	50	700	0,8	обробка з торця
12	6	0,11-0,13	80	1100	0,8	обробка з торця
13	10	0,16-0,	70	7700	1,7	обробка з торця
14	16	0,2-0,27	90	4500	1,1	обробка з торця
15	22	0,26-0,32	100	8100	1,7	обробка зверху та з торця
16	28	0,33-0,4	135	9900	2,0	обробка зверху та з торця
17	25	0,29-0,35	130	9700	2,0	обробка зверху та з торця
18	29	0,33-0,41	145	11900	2,0	обробка зверху та з торця
19	9	0,04-0,05	30	700	0,8	обробка зверху та з торця
20	7	0,12-0,14	100	2000	0,8	обробка зверху та з торця
21	11	0,17-0,2	115	2700	1,1	обробка зверху та з торця
22	18	0,22-0,27	85	4900	1,1	обробка під нахилом
23	24	0,29-0,35	120	9200	1,7	обробка під нахилом
24	27	0,3-0,34	140	10200	2,0	обробка під нахилом
25	30	0,33-0,41	150	12400	2,5	обробка під нахилом
26	4	0,06-0,08	70	700	0,8	обробка під нахилом
27	8	0,13-0,17	100	2000	0,8	обробка під нахилом
28	15	0,22-0,27	85	4500	1,1	обробка з торця
29	12	0,04-0,05	50	700	0,8	обробка з торця
30	17	0,22-0,27	90	4700	1,1	обробка з торця



#### 4.1 Методичні вказівки по виконанню роботи:

- ✓ Ознайомитись з теоретичним матеріалом.
- ✓ Вибрати вхідні дані відповідно варіанту.
- ✓ Враховуючи діаметр, подачу, довжину отвору, що обробляється, необхідну потужність та осьове зусилля визначити, який тип силової голівки найбільш доцільно використовувати.
- ✓ Записати її технічні данні та особливості конструкції.
- ✓ Враховуючи характер обробки визначити, яку компоновку агрегатних верстатів найбільш доцільно використовувати.
- ✓ Записати особливості конструкції компонуваної схеми агрегатного верстата.

#### Література:

1. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки: Учебник для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988, – 416 с., ил.
2. Агрегатні верстати. Вилучено із <https://studfile.net/preview/5083095/page:7/>

## Навчально-методична картка

### Практична робота № 4

Дисципліна:	Металорізальні верстати та автоматичні лінії
Тема заняття:	<b>Розрахунок настроювання ділильної голівки</b>
Мета заняття:	
навчальна –	вивчити методику настроювання ділильної голівки безпосереднім, простим та диференціальним методами;
розвиваюча –	сприяти розвитку самостійного мислення; удосконалювати здатність аналізувати і узагальнювати інформацію;
виховна –	виховувати відчуття колективізму.
Вид заняття:	Практичне заняття
Тип заняття:	Перевірка (оцінювання) досягнення компетентностей
Забезпечення заняття:	Інструкційна картка; ділильна голівка; паспорт ділильної голівки УДГ-135
Література:	[1] с. 231–238, [2] с. 176–182

#### СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ

1. Організаційна частина (перевірка присутності, відповіді на питання студентів, інструктаж з ТБ)
2. Актуалізація опорних знань (бесіда)
3. Початкова мотивація навчальної діяльності (бесіда, розповідь)
4. Виконання практичної роботи (бесіда, пояснення, самостійні заняття)

#### План заняття:

1. Інструктаж з техніки безпеки.
  2. Ознайомлення зі змістом звіту практичної роботи.
  3. Узагальнення теоретичного матеріалу.
  4. Виконання студентами завдань практичної роботи згідно інструктивної картки за індивідуальним варіантом.
  5. Поточний контроль виконання роботи, консультативна робота.
- 
5. Підведення підсумків заняття (бесіда)
  6. Оголошення домашнього завдання (бесіда, пояснення)

# ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ № 4

## з теми «Розрахунок настроювання ділильної голівки»

### 1. Інструктаж з техніки безпеки

### 2. Зміст звіту практичної роботи

- 2.1 Тема роботи.
- 2.2 Мета роботи.
- 2.3 Вибір варіанту та даних.
- 2.4 Розрахунок настроювання універсальної ділильної голівки УДГ-135 на безпосереднє, просте та диференціальне ділення.
- 2.5 Висновок про виконану роботу.

### 3. Теоретичні відомості

Ділильні голівки використовуються на фрезерувальних верстатах для робіт: пов'язаних з періодичним поворотом заготовки на рівні або нерівні частини; потребуючих безперервного обертання заготовок.

Ділильні голівки розділяють на: прості, універсальні (лімбові і безлімбові), оптичні.

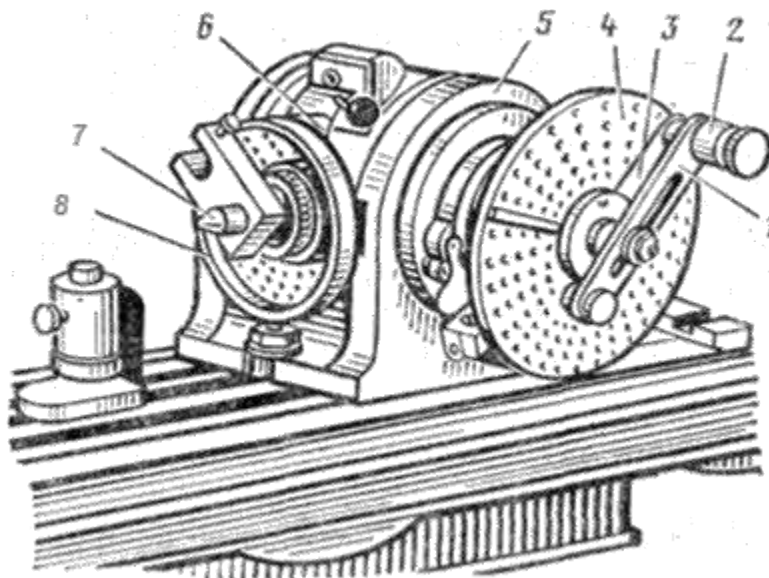


Рисунок 4.1 – Універсальна ділильна голівка

В універсальній лімбовій ділильній голівці (рис. 4.1) заготовку встановлюють у центрах передньої та задньої бабок або в патроні, який встановлюють в шпindelь верстата 7. Поворот рукоятки 1 з фіксатором 2 відносно заготовки на потрібний кут

здійснюють за допомогою лімба. Лімб має декілька рядів отворів рівномірного розташованих на концентричних колах. Для зручності відліку використовують розсувний сектор 3. В залежності від виду робіт, які виконуються універсальну ділильну голівку можливо використовувати для безпосереднього, простого та диференціального поділу.

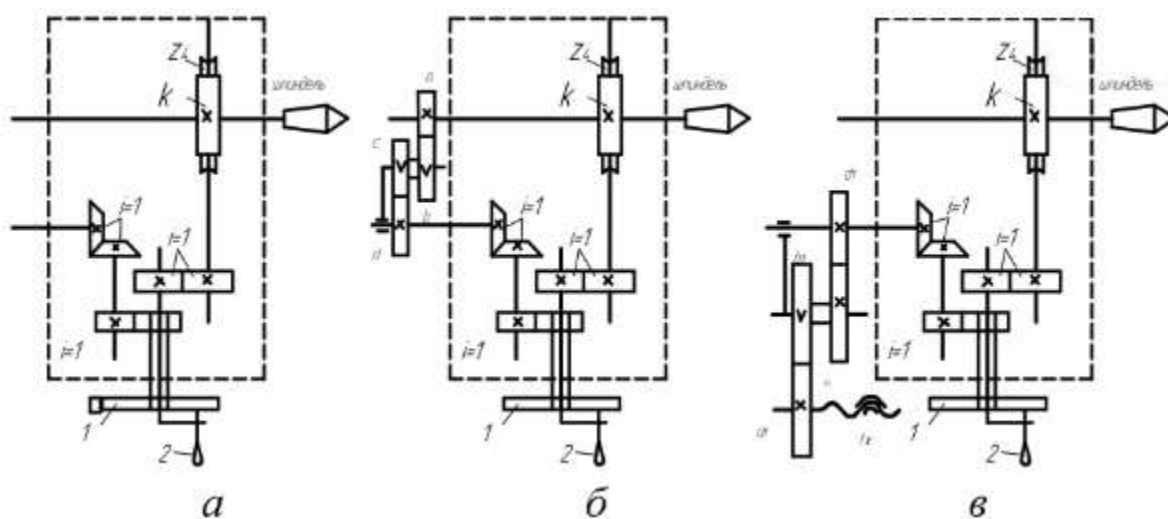


Рисунок 4.2 – Кінематична схема настроювання ділильної головки:

- а) просте ділення; б) диференційне ділення;  
в) диференційне ділення при нарізанні гвинтових канавок

Безпосередній поділ (рис. 4.2) виконують за допомогою диска 8 і фіксатора 6. Для цього черв'як  $z_1$  вводять в зачеплення з черв'ячним колесом  $z_2$  і заготівку вручну повертають на потрібну кількість поділок.

Простий поділ (рис. 4.2) використовують, коли на лімбі можливо підібрати концентричне коло для відліку. Черв'як  $z_1$  вводиться в зачеплення з черв'ячним колесом  $z_2$ . Лімб 1 за допомогою закріплюють нерухомо. Поворот шпинделя на  $1/z$  частину повинен бути виконаний за  $n$  обертів рукоятки 2. Позначимо  $\frac{z_1}{z_2} = N$ . В сучасних верстатах  $N=40$ .

$$n_{об.} = \frac{N}{z}$$

$$n_{об.} = \frac{40}{z} = a + \frac{v}{c},$$

- де  $a$  – ціле число поворотів рукоятки;  
 $v$  – число отворів в одному з рядків лімба;  
 $c$  – число проміжків поміж отворами.

Диференційний поділ використовують в тому випадку, якщо при заданому  $z$  неможливо підібрати на лімбі коло з необхідним числом отворів для простого ділення. При цьому способі встановлюють гітару

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$$

Черв'як вводять в зачеплення з черв'ячним колесом, стопор відведено, тому лімб може обертатися. При повороті рукоятки 2 через зубчасту і черв'ячну передачу шпindel одержує обертання, а від нього через змінні зубчасті колеса  $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ , кіничну та зубчасту передачі одержує обертання лімба. Число обертів рукоятки підбирають для фіктивного числа  $z_{\phi}$ , близько до потрібного  $z$ . Похибка компенсується налагодженням диференціальної гітари. Дійсний кут повороту рукоятки буде дорівнювати куту повороту самого лімба. Розрахункове рівняння ланцюга повороту шпинделя має вигляд:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40 \cdot (z_{\phi} - z)}{z_{\phi}}$$

Якщо  $z_{\phi} > z$ , то лімб повинен обертатися в одному напрямку з рукояткою. При  $z_{\phi} < z$  лімб і рукоятка повинні обертатися у протилежних напрямках, тому вводиться паразитне колесо.

В комплект гітари входять змінні зубчасті колеса з числом зубців: 25; 25; 30; 35; 40; 50; 55; 60; 70; 80; 90; 100.

Диск має таку кількість отворів:

I сторона – 16; 17; 19; 21; 23; 29; 30; 31

II сторона – 33; 37; 39; 41; 43; 47; 49; 54

#### 4. Завдання

Налагодити універсальну ділильну голівку УДГ-135 для ділення заготовки на задану кількість ділень. Виконати кінематичні схеми універсальної ділильної голівки УДГ-135, яка налагоджена на просте та диференційне ділення. Дати пояснення, як проходить процес ділення.

Вихідні данні до виконання ПР подані у таблиці 4.1. Варіант завдання відповідає номеру студента у журналі.

Таблиця 4.1 – Вхідні данні

№ варіанта	Z, число ділень
1.	24 101
2.	72 57
3.	39 71
4.	66 63
5.	100 77
6.	84 81
7.	33 73
8.	30 113
9.	28 127
10.	78 79

№ варіанта	Z, число ділень
11.	32 59
12.	42 69
13.	60 99
14.	46 103
15.	90 93
16.	50 97
17.	76 103
18.	42 59
19.	13 119
20.	48 53

№ варіанта	Z, число ділень
21.	105 89
22.	70 117
23.	100 129
24.	55 131
25.	58 91
26.	44 53
27.	88 47
28.	25 67
29.	46 59
30.	37 107

#### 4.1 Методичні вказівки по виконанню роботи:

1. Визначити, який спосіб ділення (просте або диференційне ділення) доцільно використовувати для заданого числа.
2. Проведіть розрахунки для настроювання ділильної голівки на задане число.
3. При визначені диска необхідно використовувати формулу

$$n_p = \frac{N}{z},$$

де  $n_p$  – число обертів (кількість отворів), на яке потрібно повернути рукоятку відносно диска;

$N$  – характеристика ділильної голівки (для УДГ-135  $N=40$ );

$z$  – кількість ділень.

4. Виконати кінематичну схему універсальної ділильної голівки та вказати

значення, які характеризують передачі.

5. Настроювання ділильної голівки на диференційне ділення проводиться в такій послідовності:

5.1 По заданому числу ділень  $z$  вибирають необхідне для настроювання фіктивне число ділень  $z_{\phi}$ .

5.2 По  $z_{\phi}$  підбирають ряд отворів на ділильному диску.

5.3 Підбирають змінні колеса гітари для корекції похибки ділення (для отримання на заготовці заданої кількості ділень, а не фіктивної), використовуючи формулу:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{N \cdot (z_{\phi} - z)}{z_{\phi}}$$

5.4 Виконати кінематичну схему універсальної ділильної голівки, яка налаштована на диференційне ділення.

Диск має таку кількість отворів:

I сторона – 16; 17; 19; 21; 23; 29; 30; 31

II сторона – 33; 37; 39; 41; 43; 47; 49; 54

УДГ-135 укомплектована двостороннім диском та набором змінних коліс.

Числа зубців змінних коліс: 20; 25; 30; 35; 40; 50; 55; 60; 70; 80; 90; 100.

#### 4.2 Приклад виконання практичної роботи

Налагодити універсальну ділильну голівку УДГ-135 для ділення заготовки на задану  $Z_1=58$  та  $Z_2=83$  кількість ділень.

Виконати кінематичні схеми універсальної ділильної голівки УДГ-135, яка налагоджена на просте та диференційне ділення. Дати пояснення, як проходить процес ділення.

#### Розв'язання:

1. Визначаємо, що для ділення заготовки на  $Z_1=58$  доцільно використовувати простий спосіб ділення.

2. Визначаємо необхідний диск  $n_p = \frac{N}{z} = \frac{40}{58} = \frac{20}{29}$

Для ділення заготовки на 58 частин необхідно взяти диск з 29 отворами. Для

повороту шпинделя з заготівкою на 1/58 частину оберту по концентричній окружності з кількістю отворів 29 необхідно після кожної впадини повернути на 20 проміжків.

3. Визначаємо, що для ділення заготівки на  $Z_2=83$  частини доцільно використовувати диференційний спосіб ділення.
4. По заданому числу ділень  $Z_2=83$  вибирають необхідне для настроювання фіктивне число ділень  $z_\phi=90$ .
5. При визначенні необхідного диска використовуємо формулу  $n_p = \frac{N}{z_\phi}$

$$n_p = \frac{N}{z_\phi} = \frac{40}{90} = \frac{4}{9} = \frac{24}{54}$$

6. Підбирають змінні колеса гітари для корекції похибки ділення (для отримання на заготовці заданої кількості ділень, а не фіктивної), використовуючи формулу:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{N \cdot (z_\phi - z)}{z_\phi}$$

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{40 \cdot (90 - 83)}{90} = \frac{40 \cdot 7}{90 \cdot 1} = \frac{40}{45} \cdot \frac{7}{20}$$

Підібрані змінні колеса перевіряємо на умови зачеплення:

$$\begin{aligned} a+b &\geq c+(15 \div 22); & c+d &\geq b+(15 \div 22) \\ 40+45 &\geq 70+22; & 70+20 &\geq 45+22 \\ 95 &> 92 & 90 &> 67 \end{aligned}$$

Умови зачеплення виконуються.

Для ділення заготівки на 83 частини необхідно взяти диск з 54 отворами. Для повороту шпинделя з заготівкою на 1/83 частину оберту по концентричній окружності з кількістю отворів 54 необхідно після кожної впадини повернути на 24 проміжку.

Література:

1. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки: Учебник для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988, – 416 с., ил.
2. Ткаченко А. М. Металорізальні верстати та автоматичні лінії: курс лекцій / А.М.Ткаченко. – ЛФХДАДК, 2018. – 282 с.



## Навчально-методична картка

### Практична робота № 5

Дисципліна:	Металорізальні верстати та автоматичні лінії
Тема заняття:	<b>Розрахунок настроювання зубодовбального верстату</b>
Мета заняття:	
навчальна –	вивчити методику настроювання зубодовбального верстату для обробки зубчастого колеса з прямим зубом;
розвиваюча –	сприяти розвитку самостійного мислення; удосконалювати здатність аналізувати і узагальнювати інформацію;
виховна –	виховувати відчуття колективізму.
Вид заняття:	Практичне заняття
Тип заняття:	Перевірка (оцінювання) досягнення компетентностей
Забезпечення заняття:	Інструкційна картка; паспорт верстату 5В12
Література:	[1] с. 283–289, [2] с. 212–224, [3]

#### СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ

1. Організаційна частина (перевірка присутності, відповіді на питання студентів, інструктаж з ТБ)
2. Актуалізація опорних знань (бесіда)
3. Початкова мотивація навчальної діяльності (бесіда, розповідь)
4. Виконання практичної роботи (бесіда, пояснення, самостійні заняття)

#### План заняття:

1. Інструктаж з техніки безпеки.
  2. Ознайомлення зі змістом звіту практичної роботи.
  3. Узагальнення теоретичного матеріалу.
  4. Виконання студентами завдань практичної роботи згідно інструктивної картки за індивідуальним варіантом.
  5. Поточний контроль виконання роботи, консультативна робота.
- 
5. Підведення підсумків заняття (бесіда)
  6. Оголошення домашнього завдання (бесіда, пояснення)

## ІНСТРУКЦІЙНА КАРТКА ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ № 5

### з теми «Розрахунок настроювання зубодовбального верстату»

#### 1. Інструктаж з техніки безпеки

#### 2. Зміст звіту практичної роботи

- 2.1 Тема роботи.
- 2.2 Мета роботи.
- 2.3 Вибір варіанту та даних.
- 2.4 Розрахунок настроювання зубодовбального верстата.
- 2.5 Висновок про виконану роботу.

#### 3. Теоретичні відомості

Зубчасті колеса виготовляють методом обкатування, копіювання, накатування. Зубчасті колеса виготовляють методом обкатування, копіювання, накатування.

Профіль ріжучих кромek інструменту має форму западин нарізаного зубчатого колеса. При зубофрезеруванні, як інструмент використовують модульні дискові (рис. 5.1, а) або пальцеві фрези (рис. 5.1, б). Після нарізування однієї западини проводять ділення на один крок за допомогою ділильної головки. Недоліки методу: низька продуктивність і точність обробки, необхідність мати комплекти інструменту залежно від модуля і числа зубів нарізаних коліс. Для кожного модуля застосовують комплект з 8 або 15 фрез. Кожну фрезу використовують для певного інтервалу чисел зубів, але її профіль розраховують по найменшому числу зубів цього інтервалу. Метод копіювання застосовують в одиничному виробництві. Метод обкатування полягає в тому, що інструмент і заготівка в процесі нарізування зуба копіюють своїми рухами зубчате зачеплення. Інструменту можна надати форму зубчатого колеса, зубчатої рейки, черв'яка тощо. Для нарізування циліндрових зубчатих коліс методом обкатування використовують переважно довб'яки, черв'ячні фрези.

Метод обкатування застосовують в серійному і масовому виробництві. Він має наступні переваги: високу продуктивність і точність обробки, можливість автоматизації використання одного інструменту для нарізування з однаковою точністю коліс одного модуля з різними числами зубів.

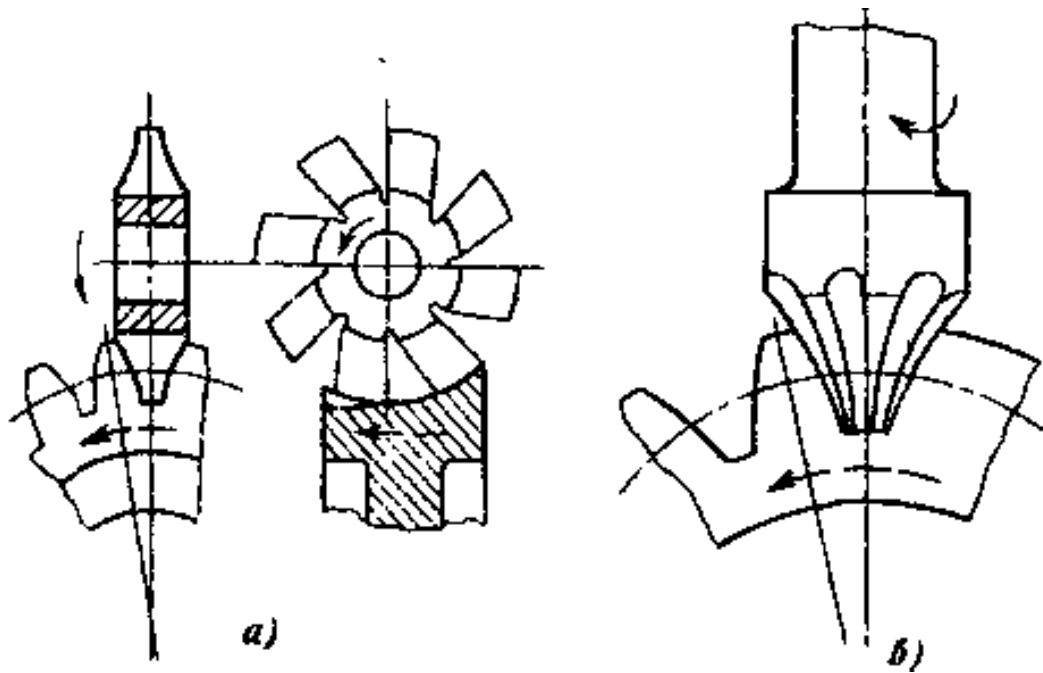


Рисунок 5.1 – Схема нарізання зубчастих коліс

Класифікація зубооброблюючих верстатів.

Верстати розподіляють:

- 1) по виду обробки і інструменту: зубодовбальні, зубофрезерні, зубострогальні, зубопротяжні, зубошевінгувальні, зубошліфувальні;
- 2) за призначенням: для нарізування циліндричних коліс з прямими і гвинтовими зубцями, для конічних коліс з прямими і криволінійними зубцями; для шевронних, черв'ячних коліс, зубчатих рейок тощо;
- 3) по точності і ступеню шорсткості нарізуваних зубців: для попереднього нарізування зубів, для чистової обробки зубів, для доведення робочих поверхонь зубів.

#### 4. Завдання

Настроїти зубодовбальний верстат 5В12 для обробки циліндричного колеса з прямими зубцями і записати рівняння кінематичних ланцюгів, використовуючи кінематичну схему верстата.

Виконати схему обробки. Вихідні данні до виконання ПР подані у таблиці 5.1. Варіант завдання відповідає номеру студента у журналі.

Таблиця 5.1 – Вхідні данні.

№ варіанта	Швидкість різання	Довжина зуба	Перебіг довб'яка	Модуль	Число зубців нарізуючого колеса	Число зубців довб'яка	Кругова подача	Радіальна подача	Число проходів	Матеріал заготовки
	$V$ , М/ХВ	$b$ , ММ	$a$ , ММ	$m$ , ММ	$z_k$	$z_{дв.}$	$S_{кр.}$ , ММ/ДВ. ХОД	$S_{рад.}$ , ММ/ДВ. ХОД	$K$	
1	35,5	40	4	2,25	55	48	0,19	0,045	2	Ст45
2	25	35	3	3	50	42	0,21	0,048	2	Ст45
3	30,5	30	2,5	2,25	30	20	0,24	0,096	1	Ст45
4	28	20	2	1,5	24	20	0,21	0,048	1	Ст45
5	18	25	3	2	40	35	0,44	0,036	2	Ст45
6	25	45	3,5	1,5	30	26	0,30	0,024	2	Ст45
7	24	18	2,5	1,75	35	30	0,18	0,045	1	Ст45
8	26	32	5	4	60	46	0,33	0,028	2	Чавун
9	20	28	3,5	3	48	42	0,25	0,024	2	Чавун
10	18	26	2	2,75	45	30	0,40	0,020	1	Чавун
11	34	30	3	2,25	60	50	0,35	0,050	2	Чавун
12	22	32	2,5	2	50	46	0,17	0,048	2	Чавун
13	21	26	4	2	42	40	0,32	0,050	1	Чавун
14	19	18	2	1,75	56	50	0,35	0,096	1	Чавун
15	17	24	2	2,25	64	58	0,40	0,020	1	Ст40
16	25,5	40	3,5	3	20	18	0,24	0,048	2	Ст40
17	20,5	35	2,5	1,5	65	45	0,21	0,024	2	Ст40
18	33	50	3	1,75	40	32	0,18	0,045	2	Ст40
19	35,5	55	3	3	66	54	0,21	0,036	1	Ст40
20	29	30	2,5	4	38	34	0,30	0,096	2	Ст40
21	25	35	3	3	50	42	0,21	0,048	2	Ст45
22	18	25	3	2	40	35	0,44	0,036	2	Ст45
23	24	18	2,5	1,75	35	30	0,18	0,045	1	Ст45
24	34	30	3	2,25	60	50	0,35	0,050	2	Ст45
25	19	18	2	1,75	56	50	0,35	0,096	1	Ст45
26	20,5	35	2,5	1,5	65	45	0,21	0,024	2	Ст45
27	33	50	3	1,75	40	32	0,18	0,045	2	Чавун
28	35,5	55	3	3	66	54	0,21	0,036	1	Чавун
29	29	30	2,5	4	38	34	0,30	0,096	2	Чавун
30	25	35	3	3	50	42	0,21	0,048	2	Чавун

#### 4.1 Методичні вказівки по виконанню роботи:

Настроювання зубодовбального верстата 5В12 необхідно починати після вивчення його кінематики. Після цього можливо проводити настроювання його кінематичних ланцюгів в такій послідовності:

- 1 Встановлюється довб'як необхідного модуля з заданим числом зубців.
- 2 Встановлюється оправка.
- 3 На оправку встановлюється заготовка і по індикатору перевіряється її биття (допустиме биття від 0,01 до 0,05 в залежності від модуля, числа зубців і необхідній точності нарізання колеса).
- 4 Для настроювання ланцюга головного руху необхідно визначити число подвійних ходів довб'яка  $n$  дв.ход./хв.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{2 \cdot L} = \frac{500 \cdot V}{L} \text{ дв.ход./хв.}$$

де  $L$  – довжина ходу довб'яка, мм ( $L = b + 2 \cdot a$ )

Розрахункове число ходів довб'яка необхідно скорегувати по паспорту верстата.

На верстаті можливо отримати різні числа ходів довб'яка  $n = 200$  дв.ход/хв; 315 дв.ход/хв; 359 дв.ход/хв; 425 дв.ход./хв.; 600 дв.ход./хв

Визначити дійсну швидкість різання ( $V_{\text{дійсн.}}$ ) з врахуванням скорегованого числа ходів довб'яка ( $n_{\text{дійсн.}}$ ).

- 5 Для настроювання ланцюга кругової подачі довб'яка необхідно підібрати змінні колеса гітари кругових подач  $\frac{a}{b}$

$$\frac{a}{b} = \frac{336}{m_{\text{дов.}} \cdot z_{\text{дов.}}} \cdot S_{\text{кр.}}$$

де  $S_{\text{кр.}}$  – кругова подача в мм/дв. ход. довб'яка;

$m$  – модуль довб'яка відповідно модулю шестерні, яка нарізується;

$z_{\text{дов.}}$  – число зубців довб'яка.

Умови зачеплення  $a + b = 110$

Для швидкого підбору змінних коліс гітари кругових подач, використовуємо таблицю (таблиця 5.2) кругових подач при обробці довб'яком з діаметром ділильної окружності 76 мм

Таблиця 5.2 – Значення кругових подач

Значення подач	0,1	0,12	0,15	0,20	0,24	0,30	0,37	0,46
Число зубців ведучого колеса	35	40	46	52	58	64	70	75
Число зубців веденого колеса	75	70	64	58	52	46	40	35
Число подвійних ходів довб'яка на 1 його оберт	2487	2000	1620	1162	990	790	640	515

Примітка. Коли використовується довб'як з діаметром ділильної окружності відмінним від наведеного, то величини подачі, які зазначені в таблиці 5.2 необхідно помножити на коефіцієнт  $\frac{d}{76}$

6 Для настроювання ланцюга ділення (обкатування) необхідно підібрати змінні колеса гітари ділення

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$$

Розрахункова формула для настроювання гітари має вигляд:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{z_{\text{ДОВ.}}}{z_{\text{К}}}$$

Умови зачеплення:  $a+b \geq c+22$ ;  $c+d \geq b+22$

Для настроювання гітари ділення до верстата додається комплект коліс з кількістю зубців: 24; 25; 26; 30; 34; 35; 37; 38; 40; 41; 43; 45; 47; 48; 50; 55; 58; 60; 61; 62; 65; 70; 74; 80; 85; 90; 92; 95; 96; 97; 98; 100; 120.

7 Верстат 5В12 може працювати в один, два та три проходи. В залежності від заданого числа проходів, на верстат встановлюється одно-, дво- або трьохпрохідний кулачок радіальної подачі. Відповідно цього зубці виробу оброблюють за один, два або три його оберти.

Однопрхідний кулачок використовується при нарізанні коліс з модулем до 3 мм з м'якої вуглецевої сталі. Обробка цих коліс виконується за один прохід на всю висоту зуба.

Двопрхідний кулачок використовується при нарізанні коліс з модулем до 5 мм з твердої сталі, а також при обробці коліс з меншим модулем для отримання підвищеної точності профілю зубців.

При однопрхідному циклі стіл з заготовкою з моменту врізання зробить один

повний оберт і після цього буде дана команда на відвід стола з заготовкою в початкове положення і відключення станка.

При багатопрохідних циклах обробки встановлюється необхідне число упорів глибини врізання, і циклів буде стільки, скільки встановлено упорів. Після кожного повного оберту стола переключається подача. Чергове врізання буде відбуватися до натискання наступного упора на путовому перемикачі, який дасть команду на включення лічильника і відключення радіальної подачі стола. Лічильник відраховує ще один оберт стола і знову відбудеться врізання/

Для настроювання ланцюга радіальної подачі підбирають змінні колеса гітари радіальних подач

$$\frac{a_1}{b_1}$$

Розрахункова формула для настроювання гітари має вигляд:

$$\frac{a_1}{b_1} = \frac{1600 \cdot S_{рад.}}{76,8}$$

Для настроювання гітари ділення до верстата додається комплект коліс з кількістю зубців:

$$a_1 - 25; 40; 50.$$

$$b_1 - 50; 40; 25$$

8 Розрахунок настроювання верстата необхідно виконати; розрахункові формули, перевіряючи підібрані колеса на умови зачеплення. Необхідно виконати схему (ескіз) обробки.

#### 4.2 Приклад виконання практичної роботи.

Настроїти зубодовбальний верстат 5В12 для обробки циліндричного колеса з прямими зубцями. Виконати схему обробки за наступними вихідними даними:

Швидкість різання	Довжина зуба	Перебіг довб'яка	Модуль	Число зубців нарізуючого колеса	Число зубців довб'яка	Кругова подача	Радіальна подача	Число проходів	Матеріал заготовки
$V$ , м/хв	$b$ , мм	$a$ , мм	$m$ , мм	$z_k$	$z_{дв.}$	$S_{кр.}$ , мм/дв. ход	$S_{рад.}$ , мм/дв. ход	$K$	
35	40	5	2,25	55	48	0,17	0,045	2	Ст45

### Розв'язання:

- 1 Встановлюється довб'як необхідного модуля з заданим числом зубців.
- 2 Встановлюється оправка.
- 3 На оправку встановлюється заготівка і по індикатору перевіряється її биття (допустиме биття від 0,01 до 0,05 в залежності від модуля, числа зубців і необхідній точності нарізання колеса).
- 4 Для настроювання ланцюга головного руху необхідно визначити число ходів довб'яка  $n$  дв.ход./хв.

$$L=40+2\cdot 5=50 \text{ мм}$$

$$n=\frac{1000\cdot V}{2\cdot L}=\frac{500\cdot V}{L}=\frac{500\cdot 35}{50}=350 \text{ дв.ход./хв.}$$

Розрахункове число ходів довб'яка корегуємо по паспорту верстата

$$n_{\partial}=359 \text{ дв.ход./хв.}$$

Визначаємо дійсну швидкість різання ( $V_{\text{дійсн.}}$ ) з врахуванням скорегованого числа ходів довб'яка ( $n_{\text{дійсн.}}$ )

$$V_{\partial}=\frac{L\cdot n_{\partial}}{500}=\frac{50\cdot 359}{500}=35,9 \text{ мм/хв.}$$

- 5 Для настроювання ланцюга кругової подачі довб'яка необхідно підібрати змінні колеса гітари кругових подач

$$\frac{a}{b}=\frac{336}{m_{\text{дов.}} \cdot z_{\text{дов.}}} \cdot \frac{S_{\text{кр.}}}{5 \cdot 48}=\frac{336}{5 \cdot 48} \cdot \frac{0,17}{48}=0,26$$

Цьому значенню відповідає гітара змінних коліс  $a=58$ ,  $b=52$

- 6 Для настроювання ланцюга ділення (обкатування) необхідно підібрати змінні колеса гітари ділення.

Розрахункова формула для настроювання гітари має вигляд:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}=\frac{2,4 \cdot z_{\text{дов.}}}{z_{\text{к}}}$$

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}=\frac{2,4 \cdot 48}{55}=\frac{2,4}{5,5} \cdot \frac{48}{10}=\frac{96}{20} \cdot \frac{24}{55}$$

Перевіряємо умови зачеплення:  $96+20 \geq 24+22$        $24+55 \geq 20+22$

$$116 > 46$$

$$79 > 42$$



7 Для настроювання ланцюга радіальної подачі підбирають змінні колеса гітари радіальних подач.

Розрахункова формула для настроювання гітари має вигляд:

$$\frac{a_1}{b_1} = \frac{1600 \cdot 0,045}{76,8} = 0,94$$

Для настроювання гітари ділення додаємо зубчасті колеса з комплекту змінних:

$$a_1 = 40$$

$$b_1 = 40$$

Після нарізання колеса верстат вимикається.

Література:

1. Чернов Н.Н. Металлорежущие станки: Учебник для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988, – 416 с., ил.
2. Ткаченко А. М. Металорізальні верстати та автоматичні лінії: курс лекцій / А.М.Ткаченко. – ЛФХДАДК, 2018. – 282 с.
3. 5В12 Станок зубодолбежный вертикальный полуавтомат Вилучено із [http://stanki-katalog.ru/sprav\\_5v12.htm](http://stanki-katalog.ru/sprav_5v12.htm)

