

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Технологія машинобудування, верстати та інструменти
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проекту)

другий (магістерський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему **МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИВОДА ГОЛОВНОГО РУХУ ТА ПОДАЧ
ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНОГО ВЕРСТАТА-АВТОМАТА З РОЗРОБКОЮ
ПРИСТРОЮ ЗАВАНТАЖЕННЯ ШТУЧНИХ ЗАГОТОВОК**

Виконав: студент **II** курсу, групи **ВІ.м-91**
спеціальності: **133 – галузеве**
машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: **Металорізальні**
верстати та системи
(назва освітньої програми)

Коротич В. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник **Коротун М. М.**
(прізвище та ініціали)

Рецензент **Бондарев С.Г.**
(прізвище та ініціали)

Суми – 2020 року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра	Технологія машинобудування, верстати та інструменти
Освітньо-науковий рівень	другий (магістерський) <small>(назва)</small>
Спеціальність	133 – Галузеве машинобудування <small>(шифр і назва)</small>
Освітня програма	Металорізальні верстати та системи <small>(назва освітньої програми, за наявності)</small>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

Віталій ІВАНОВ

«__» _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЕКТУ) СТУДЕНТУ
КОРОТИЧ ВІТАЛІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація приводу головного руху та подач
токарно-револьверного верстата-автомата з розробкою пристрою завантаження
штучних заготовок

керівник проекту Коротун Микола Миколайович, кандидат технічних
наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 2020 року за № ____

2. Строк подання студентом роботи (проекту) «16» грудня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Навчальна, технічна, довідкова література з
проектування і модернізації металорізальних верстатів, паспортні дані верстата 1Б240-6К

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити)

1. Аналіз сучасних токарно-револьверних верстатів та токарно-револьверних
верстатів-автоматів.

2. Типові моделі револьверних голівок верстатів та їх аналіз.

3. Приводи подач токарно-револьверних верстатів та токарно-револьверних
верстатів-автоматів.

4. Розробка модернізованого приводу подач токарно-револьверно верстата-автомата 1Б140.

5. Розрахунок модернізованого приводу головного руху.

6. Виконання згортки коробки швидкостей.

7. Елементи автоматизації обслуговування токарно-револьверних верстатів.

5. Консультанти розділів роботи (проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Фалько В.В., ст. викладач кафедри ЕтаПТ		

6. Дата видачі завдання «10» вересня 2020 року

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
верстатів та інструментів

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи (проекту)	Строк виконання етапів роботи (проекту)	Примітка

Студент

_____ (підпис)

Віталій КОРОТИЧ

_____ (ІМ'Я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проекту)

_____ (підпис)

Микола КОРОТУН

_____ (ІМ'Я та ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Записка: 96 с., 1 табл., 43 рис., 20 джерел.

Об'єкт розробки: «Привод головного руху та подач токарно–револьверного верстата автомата», «Пристрій для завантаження заготовок».

Мета роботи: модернізація привода головного руху та подач базової моделі верстата 1Б140 та розробка пристрою завантаження штучних заготовок.

В роботі виконаний аналіз токарно–револьверного верстату 1Б140 та його сучасних аналогів. Розглянуті конструкції револьверних головок сучасних верстатів автоматів, та приводи подач токарно револьверних верстатів автоматів.

Розроблений модернізований привід подач для токарно–револьверного верстата–автомата 1Б140. Зроблений розрахунок тяглового механізму.

Виконаний кінематичний розрахунок модернізованого приводу верстата, та компонування і конструювання коробки швидкостей, її креслення.

Розглянуті елементи автоматизації обслуговування токарно–револьверних верстатів автоматів. Розроблений пристрій для завантаження штучних заготовок, та зроблений його розрахунок.

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях», виконано аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі на токарно–револьверних верстатів автоматів використовуючи комп'ютерні та інформаційні технології.

ВЕРСТАТ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, КОНСТРУКЦІЯ, РОЗРАХУНОК,
КІНЕМАТИКА, ПРИСТРІЙ, СУПОРТ

ABSTRACT

Note: pages, 96 tables, 43 figures, 20 sources.

Object of development: "Drive of the main movement and feeds of the lathe–turret machine", "Device for loading of preparations"

Purpose: modernization of the drive of the main movement and feeds of the basic model of the machine 1B140 and development of the device of loading of artificial preparations.

The analysis of the lathe 1B140 and its modern analogues is performed in the work. Designs of turret heads of modern automatic machines, and drives of revolving turret lathes are considered.

An upgraded feed drive for the 1B140 turret lathe has been developed. The calculation of the traction mechanism is made.

The kinematic calculation of the modernized drive of the machine, and the layout and design of the gearbox, its drawings.

Elements of automation of service of lathes of automatic machines are considered. The device for loading of artificial preparations is developed, and its calculation is made

In the section "Occupational health and safety in emergencies", performed analysis of dangerous and harmful factors when considering automatic turret lathes using computer and information technologies.

MACHINE, MODERNIZATION, STRUCTURE, CALCULATION, KINEMATICS,
DEVICE, SUPPORT

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В. О. Іванов

«___» грудня 2020 р.

Модернізація привода головного руху та подач токарно-револьверного верстата-автомата з розробкою пристрою завантаження штучних заготовок

Сумський державний університет
Магістерська кваліфікаційна робота
Кафедра технології машинобудування,
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
верстатів та інструментів
(Металорізальні верстати та системи)

Студент

В. В. Коротич

Керівник

М. М. Коротун

Консультант з розділу охорони праці
та безпеки в надзвичайних ситуаціях

В. В. Фалько

Нормоконтроль

О.В.Івченко

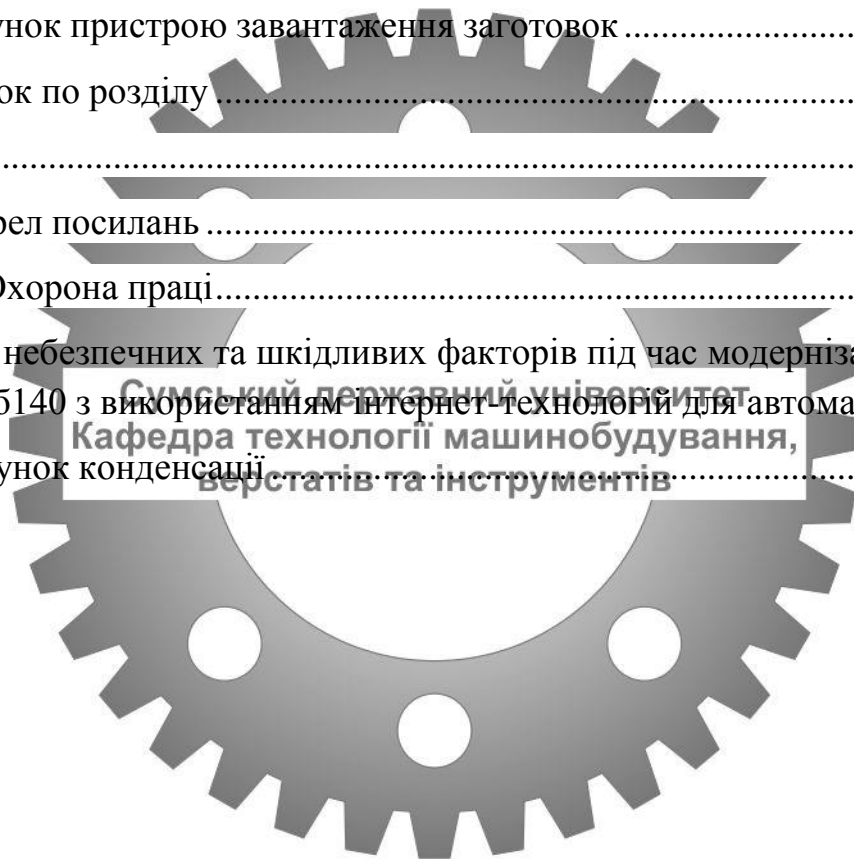
Суми–2020

ЗМІСТ

с.

Вступ.....	4
Розділ 1 Аналіз сучасних токарно-револьверних верстатів та токарно-револьверних верстатів-автоматів.....	6
1.1 Аналіз сучасних верстатів.....	6
1.2 Аналіз базової моделі	15
1.3 Прогнози щодо модернізації токарно–револьверних верстатів–автоматів з механічною базою автоматизації	22
1.4 Висновок по розділу	22
Розділ 2 Типові моделі револьверних голівок верстатів та їх аналіз.....	24
2.1 Типові моделі револьверних головок	24
2.2 Висновок по розділу	29
Розділ 3 Приводи подач токарно-револьверних верстатів та токарно-револьверних верстатів-автоматів.....	30
3.1 Приводи подач.....	30
3.2 Висновок по розділу	35
Розділ 4 Розробка модернізованого приводу подач токарно–револьверного верстата-автомата 1Б140	36
4.1.Розрахунок тяглового механізму кулькової гвинтової передачі.	40
Розробка модернізованого приводу подач токарно–револьверного верстата-автомата 1Б140	40
4.2 Висновок	45
Розділ 5 Розрахунок модернізованого приводу головного руху.....	46
5.1 Кінематичний розрахунок головного руху токарно–револьверного верстата автомата	46
Виконання первісного варіанта кінематичної схеми, рисунок 5.1.	47
5.2 Конструювання та силові розрахунки модернізованого приводу верстата.....	55

5.3 Висновок по розділу	70
Розділ 6 Виконання згортки коробки швидкостей	71
6.1 Виконання згортки	71
6.2 Висновок	78
Розділ 7 Елементи автоматизації обслуговування токарно–револьверних верстатів	79
7.1 Розробка пристрою для завантаження штучних заготовок.	79
7.2 Види пристроїв для автоматизації завантаження штучних заготовок	82
7.3 Розрахунок пристрою завантаження заготовок	84
7.4 Висновок по розділу	87
Висновки	88
Перелік джерел посилань	89
Додаток А. Охорона праці.....	91
А.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів під час модернізації токарного автомата 16140 з використанням інтернет-технологій для автоматизації.....	91
А.2 Розрахунок конденсації	94



ВСТУП

Об'єкт розробки: «Привод головного руху та подач токарно–револьверного верстата автомата», «Пристрій для завантаження заготовок».

Мета роботи: модернізація привода головного руху та подач базової моделі верстата 1Б140 та розробка пристрою завантаження штучних заготовок.

В роботі виконаний аналіз токарно–револьверного верстату 1Б140 та його сучасних аналогів. Розглянуті конструкції револьверних головок сучасних верстатів автоматів, та приводи подач токарно револьверних верстатів автоматів.

Розроблений модернізований привід подач для токарно–револьверного верстата–автомата 1Б140. Зроблений розрахунок тяглового механізму.

Виконаний кінематичний розрахунок модернізованого приводу верстата, та компонування і конструювання коробки швидкостей, її креслення.

Розглянуті елементи автоматизації обслуговування токарно–револьверних верстатів автоматів. Розроблений пристрій для завантаження штучних заготовок, та зроблений його розрахунок.

Основні завдання дослідження:

- 1) Аналіз сучасних токарно–револьверних верстатів та токарно–револьверних верстатів–автоматів.
- 2) Розглянути типові моделі револьверних голівок верстатів та аналізувати їх.
- 3) Розглянути приводи подач токарно-револьверних верстатів та токарно-револьверних верстатів–автоматів.
- 4) Розробка модернізованого приводу подач токарно-револьверно верстата-автомата 1Б140.
- 5) Розрахунок модернізованого приводу головного руху.
- 6) Виконання згортки коробки швидкостей.

7) Розглянути елементи автоматизації обслуговування токарно-револьверних верстатів.

Апробація роботи. Не має.

Публікації. Не має.

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, семи розділів, списку джерел посилань і додатків. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 80 сторінок, у тому числі 32 рисунка, 4 таблиці, бібліографії із 19 джерела на двох сторінках, двох додатків на 30 сторінках.



РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНИХ ВЕРСТАТІВ ТА ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНИХ ВЕРСТАТІВ-АВТОМАТІВ

1.1 Аналіз сучасних верстатів

Сучасні металорізальні верстати забезпечують виключно високу точність оброблених деталей. Відповідальні поверхні найбільш важливих деталей машин і приладів обробляють на верстатах з похибкою в долях мікрометра. Вимоги до точності в машинобудуванні постійно зростають, і це, в свою чергу, ставить нові задачі перед верстатобудуванням.

Створення сучасних точних і високопродуктивних металорізальних верстатів зумовлює підвищені вимоги до їх вузлів. В тому числі, до приводів головного руху і подач пред'являються вимоги: по збільшенні жорсткості, підвищені точності обертання валів, шпиндельних вузлів. Верстати мають забезпечувати можливість високопродуктивного виготовлення без ручної подальшої доводки деталей, які задовольняють сучасні безперервно зростаючі вимоги до точності.

Токарні одношпиндельні автомати і напівавтомати класифікують як: автомати, та напівавтомати.

Автоматом називається верстат, в якому автоматизовані всі основні і допоміжні рухи, необхідні для виконання циклу обробки заготовки, включаючи завантаження і видачу обробленої деталі. Робітник повинен лише періодично завантажувати партію заготовок або прутки і періодично контролювати розміри деталей.

Напівавтоматом називається верстат, в якому автоматизовані всі основні і допоміжні рухи, складові циклу обробки заготовки, але установка нової заготовки і зняття готової деталі, а також контроль її розмірів здійснює робочий.

Токарні автомати і напівавтомати поділяють за різними ознаками:

За видом заготовки:

- патронні (для виготовлення деталей з штучних заготовок);
- пруткові.

За призначенням:

- універсальні;
- спеціалізовані.

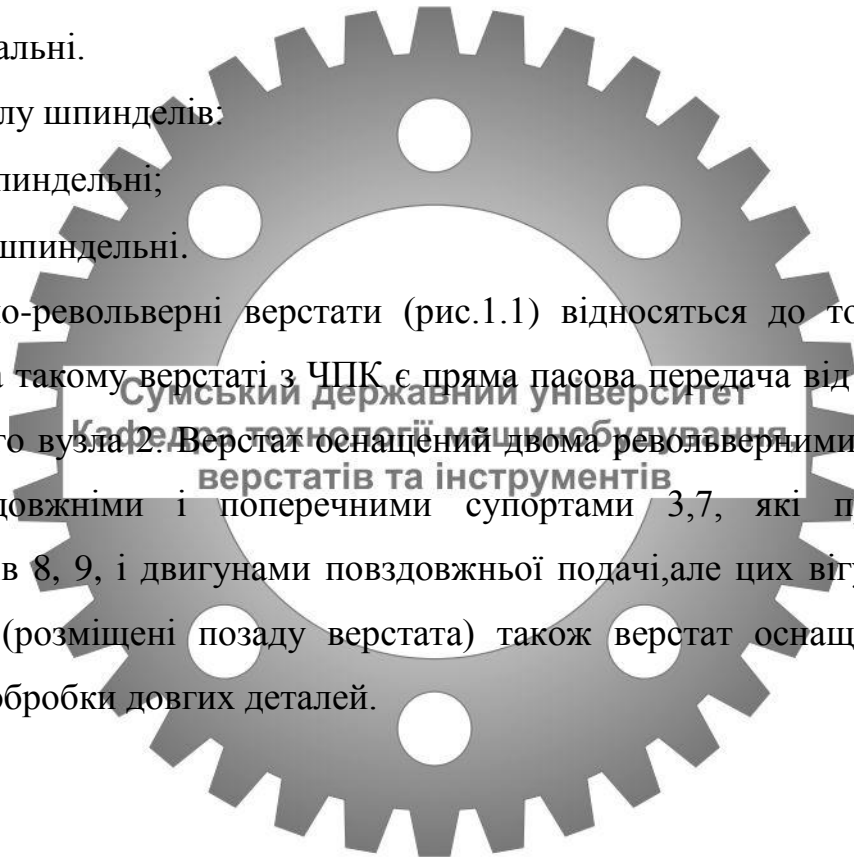
По розташуванню шпинделів:

- горизонтальні;
- вертикальні.

По числу шпинделів:

- одношпиндельні;
- багатошпиндельні.

Токарно-револьверні верстати (рис.1.1) відносяться до токарної групи верстатів. На такому верстаті з ЧПК є пряма пасова передача від двигуна 1, до шпиндельного вузла 2. Верстат оснащений двома револьверними головками 4, 6, та повздовжніми і поперечними супортами 3,7, які працюють від серводвигунів 8, 9, і двигунами повздовжньої подачі, але цих вігунів не видно на рисунку (розміщені позаду верстата) також верстат оснащений задньою бабкою для обробки довгих деталей.



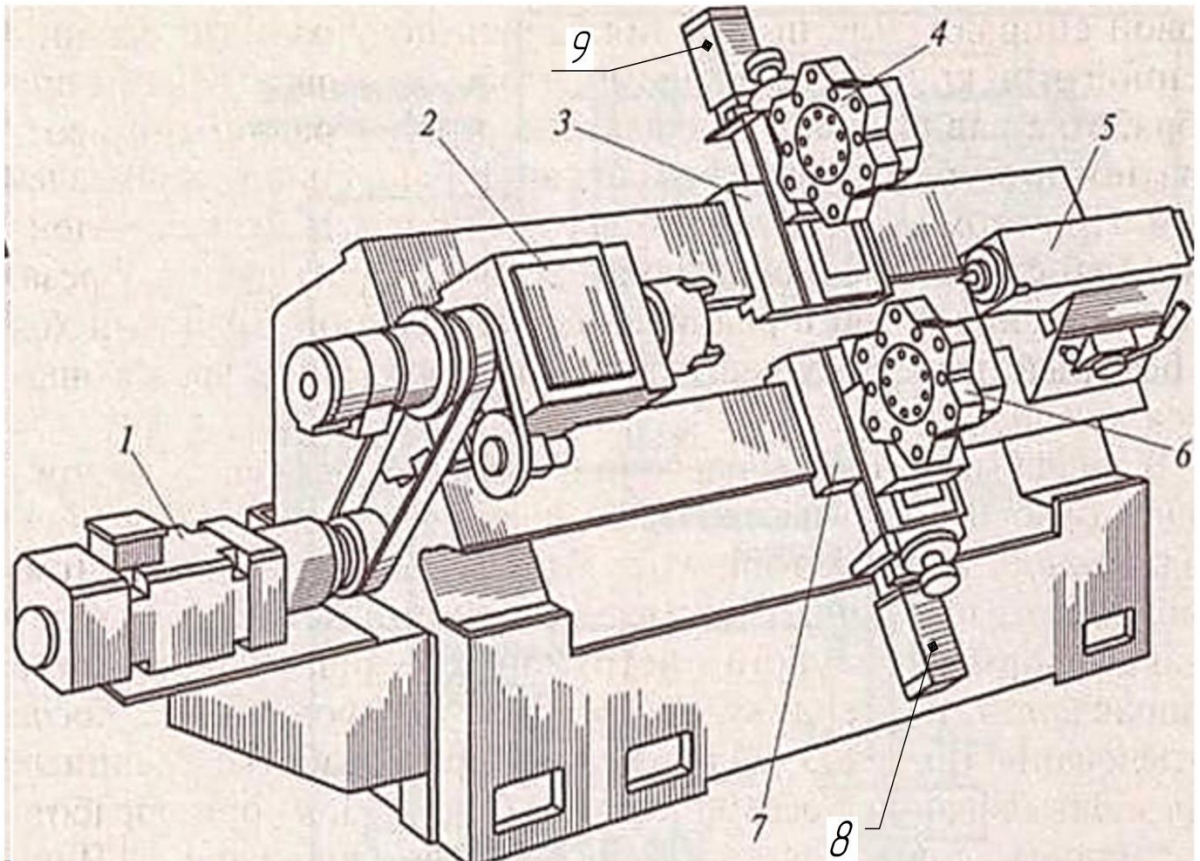


Рисунок 1.1 – Токарно-револьверний верстат з ЧПК двохсупортний з попохилою станиною: 1 – двигун; 2 – шпиндельна бабка; 3 – верхній поздовжньо-поперечний супорт, 4 – револьверна головка верхнього супорта; 5 – задня бабка; 6 – револьверна головка нижнього супорта; 7 – нижній поздовжньо-поперечний супорт верстата [5]

Верстати даного типу застосовують для обробки деталей у серійному виробництві з пруткового матеріалу або штучних заготовок. Залежно від виду заготовок вони діляться на пруткові і патронні. Токарно-револьверні верстати не мають задньої бабки, а мають револьверну головку, в яку встановлюють різний різальний інструмент (різці, свердла, зенкери, розгортки). Інструмент кріпиться в різцетримачі поперечного супорта. Всі різальні інструменти встановлюються заздалегідь при налагодженні верстата, і в процесі обробки їх вводять у роботу по черзі. Після кожного робочого ходу револьверна головка повертається, і робочу позицію займає новий різальний інструмент.

Місцезнаходження осі повороту револьверної головки 4 визначає компонування токарно–револьверних верстатів (рис 1.2): з горизонтальною віссю і вертикальною віссю револьверної головки.

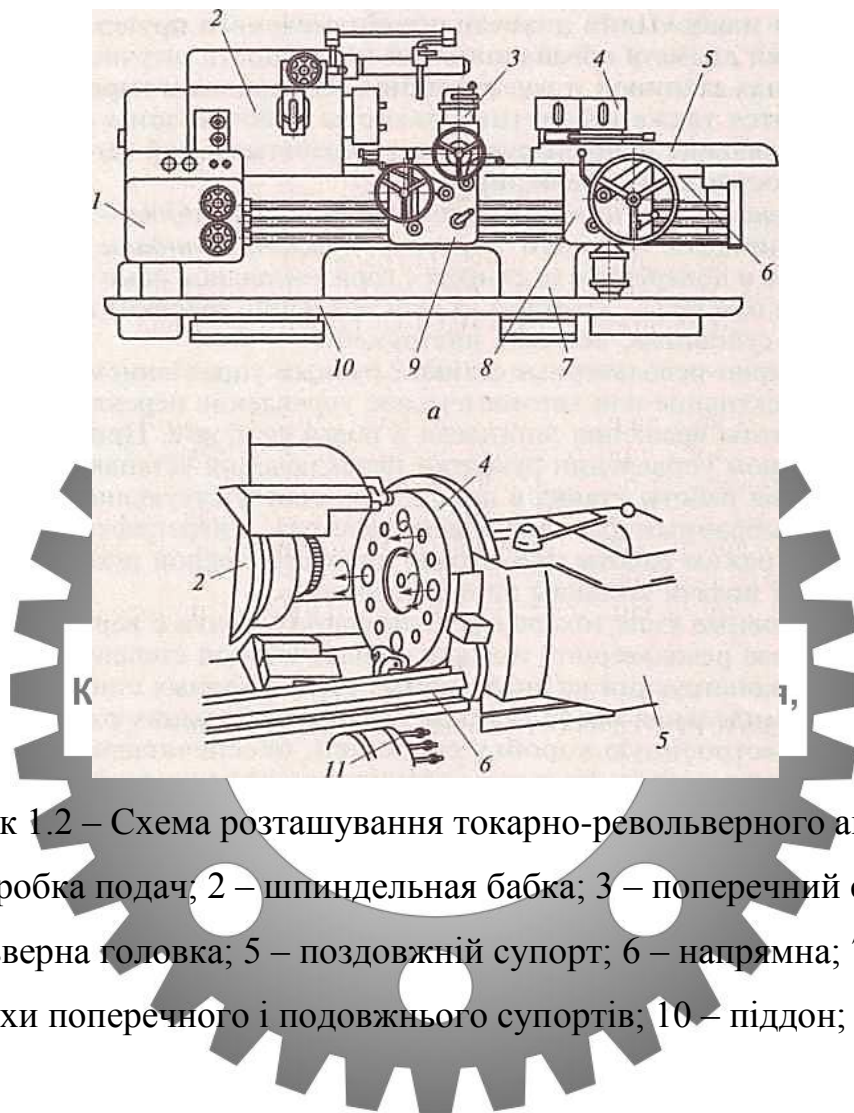


Рисунок 1.2 – Схема розташування токарно-револьверного автомата:

1 – коробка подач; 2 – шпиндельная бабка; 3 – поперечний супорт;
4 – револьверна головка; 5 – подовжній супорт; 6 – напрямна; 7– станина;
8, 9 – фартухи поперечного і подовжнього супортів; 10 – піддон; 11 – упор [5]

Супорти, які повідомляють інструменту рух подачі 3 і 5 пересуваються по напрямних 6 станини, шпиндельная бабка 2 кріпиться на станині 7. Піддон 10 використовується для збору стружки. Рукоятки управління знаходяться на фартухах 8 і 9.

Токарно-револьверні верстати в порівнянні з універсальними токарно-гвинторізного верстата мають наступні характерні особливості: токарно-револьверні верстати не мають ходового гвинта і задньої бабки, і на місці останньої знаходиться супорт з револьверною голівкою, у гніздах якої

встановлюється ріжучий інструмент, призначений для послідовної обробки деталей. При установці спеціальних державок в одному гнізді можна закріплювати кілька ріжучих інструментів для одночасної обробки деталі становище кожного з інструментів регулюється так, щоб розміри обробленої ним поверхні деталей відповідали зазначеним у кресленні токарно-револьверні верстати мають переставні кулачки, призначені для автоматичного вимкнення подач в кінці кожного ходу супортів токарно-револьверні верстати часто застосовується для одночасної обробки деталей ріжучими інструментами, які у державках револьверної головки і в різцетримачі поперечного супорта, що значно скорочує машинний час.

Зазвичай верстати малого розміру пруткові, а середнього розміру можуть бути як пруткові, так і патронні. Великі револьверні верстати зазвичай патронні. Всі ці верстати діляться на верстати з вертикальною та горизонтальною віссю обертання револьверної головки. Револьверні головки бувають призматичні і циліндричні. Головки призматичної форми зазвичай мають вертикальну вісь і шість граней з гніздами. Токарно-револьверний верстат – це металорізальний верстат токарної групи, оснащений багатопозиційною поворотною револьверною головкою, несучою інструменти для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь гострінням, розточуванням, свердління, зенкування, розгортанням, накочуванням

Головки циліндричної форми роблять з горизонтальною віссю обертання з розташуванням горизонтальній осі головки паралельно або перпендикулярно осі шпинделя верстата.

Застосування токарно-револьверних верстатів вважається раціональним в тому випадку, якщо по технологічному процесу обробки деталі потрібне застосування великої кількості різального інструменту.

Порівняно малі витрати допоміжного часу в результаті попереднього налагодження верстата на обробку кількома інструментами, швидка заміна інструменту поворотом револьверної головки, автоматичне отримання заданих

розмірів завдяки можливості використання упорів. За рахунок цього відбувається значне підвищення продуктивності праці.

Токарно-револьверні верстати використовуються в серійному виробництві для випуску деталей важкої конфігурації з штучних заготовок або прутка. Виходячи з цих факторів верстати діляться на патронні і пруткові.



Рисунок 1.3–Токарно–револьверний прутковий верстат: 1 – револьверна головка; 2–двигун; 3 – пульт керування; 4 – бар фідер

Відмінною рисою структури токарно–револьверних верстатів (рис. 1.3) є присутність поворотної, зрідка лінійно переміщуваної револьверної головки, в якій знаходяться потрібні для обробки комплекти інструментів в необхідній послідовності. У таких верстатах, зазвичай, немає задньої бабки.

Особливості верстатів токарно-револьверної групи.

Як звичайні моделі верстатів токарно-револьверної групи, так і пристрої, оснащені системою ЧПК, відрізняються високою продуктивністю, яка досягається за рахунок ряду факторів:

- Дані верстати оснащуються швидкісними механізмами, що відповідають за фіксацію заготовки та її подачу.
- Обробка здійснюється за рахунок ефективного комбінування роботи двох, або чотирьох супортів, 2–х поперечних і 3–х револьверних.
- Всі робочі пристосування верстата оперативно замінюються.
- Верстати оснащуються багато різцевими державками, а для обробки застосовуються інструменти комбінованого типу.

Звичайно, для того щоб обробка на токарно-револьверних верстатах відрізнялася високою продуктивністю, необхідно правильно налаштувати усі параметри їх роботи.

До таких параметрів, зокрема, відносяться:

- перелік робочих інструментів і їх установка на обладнанні в правильній технологічній послідовності;
- регулювання положення встановлених інструментів і робочих пристосувань в радіальному і осьовому напрямках;
- кваліфікована установка упорів, що обмежують поздовжні і поперечні подачі.

Традиційно токарно-револьверні автомати застосовувалися в втоматизованих лініях, де була потрібна максимальна продуктивність, точність і надійність устаткування. Як правило – це масове і великосерійне виробництво, де обладнання працює в багатозмінному режимі з обмеженою номенклатурою оброблюваних деталей.

Токарно-револьверні верстати автомати від вітчизняних виробників класифікуються з двома основними параметрами.

За типом оброблюваних деталей такі пристрої підрозділяються на моделі для пруткових або патронних робіт. По розташуванню осі, в якій знаходиться

револьверна головка, верстати ділять на горизонтальні, вертикальні і похилі. Токарні верстати револьверної групи можуть бути оснащені планшайбами, трьох або чотирьохкулачковими патронами, які приводилися в дію за допомогою ручного або гідравлічного приводу, що дає можливість виконувати обробку заготовок, що відрізняються значними розмірами. Це можуть бути заготовки, які були попередньо отримані за допомогою кування, штампування або лиття.

Окрему категорію складають верстати револьверної групи, на яких обробляють пруткові заготівлі. Отвір в шпинделі таких моделей має невеликий діаметр, а їх додатковим оснащенням є механізм, що забезпечує подачу і фіксацію заготовки-прутка. При необхідності на таких верстатах (якщо оснастити їх звичайним патроном) обробляють ковани, литі і штамповані деталі.

Основними характеристиками агрегатів, на яких обробляють пруткові деталі:

- максимальна довжина обробки, що залежить від найбільшої відстані, на яке здатна переміщатися робоча головка;
- найбільший перетин деталі, яка може оброблятися над супортом або над станиною;
- максимальна відстань, на якому може бути розташований передній край робочої головки від переднього краю шпиндельного вузла.

До переваг токарно-револьверних верстатів автоматів, у порівнянні з токарними, відносяться:

- можливість скорочення машинного часу за рахунок застосування багато різцевих державок і одночасної обробки деталі інструментом, установленим на револьверною голівці і поперечному супорт;
- порівняно малі витрати часу за рахунок попереднього налаштування верстата на обробку деталі багатьма інструментами.

Одношпиндельні пруткові автомати поділяють на:

- токарно-револьверні;

- фасонно-відрізні;
- поздовжнього точіння.

Фасонно-відрізні верстати застосовують для обробки коротких заготовок невеликого діаметру і простої форми. Вони мають два–чотири супорта, що переміщаються тільки в поперечному напрямку і несучих фасонних та відрізних різців. Такі автомати виготовляють і з поздовжнім супортом, що дозволяє свердлити отвори уздовж осі заготовки.

Автомати поздовжнього точіння використовують для обробки з прутка або бунту дроту довгих і точних деталей невеликого діаметра. Заготовка має подовжню подачу, а супорти (їх три–чотири) або нерухомі, або мають поперечну подачу. Свердління, зенкування, нарізування різьблення здійснюється за допомогою спеціальних пристосувань, фасонні поверхні обробляють шляхом спільних переміщень заготовки в поздовжньому напрямку, а різця–в поперечному.

Токарно-револьверні автомати призначені для виготовлення деталей з різних сталей і кольорових металів і сплавів по 9–11-му квалітетам. Обробка на них ведеться з холоднотягнутого каліброваного круглого, квадратного і шестигранного пруткового матеріалу. На відміну від автоматів поздовжнього точіння шпindelна бабка токарно–револьверного автомата не має осьового переміщення.

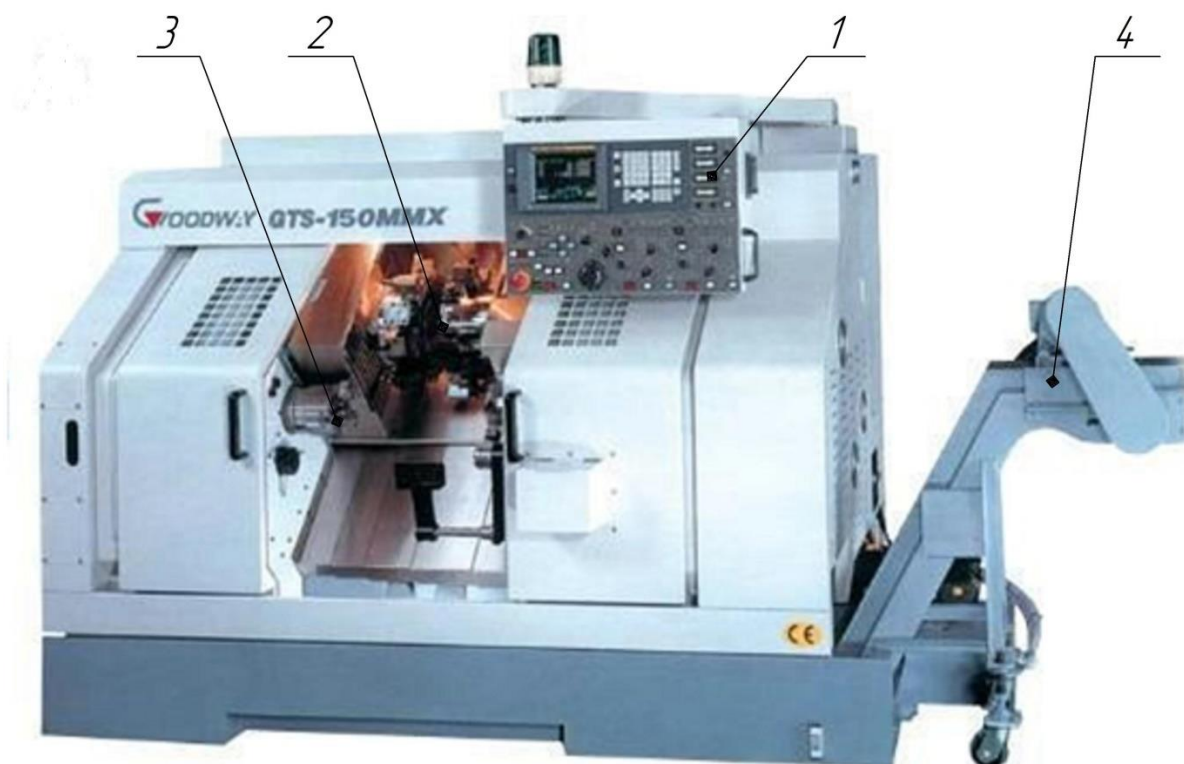


Рисунок 1.4—Одношпindelний токарно–револьверний автомат:

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів.

Вищевказана модель верстату на (рис.1.4) вважається напівавтоматом, тому що завантаження верстату заготовлюється відбувається в ручному режимі. На верстаті установлений пульт керування 1, револьверна головка 2, токарний патрон 3, і транспортер для виводу стружки 4.

1.2 Аналіз базової моделі

Токарно-револьверний верстат автомат моделі 1Б140 (рис.1.5) призначений для токарної обробки деталей типу тіл обертання з максимальним діаметром обробки 40 мм та довжиною 90 мм із прутів круглого, квадратного або шестигранного профілів у автоматичному циклі без втручання робочого. Довжина прута, з якого виготовляються деталі, може досягти 4–6 метрів. Прут розміщений у спеціальній трубі з лівого боку верстата. Основна сфера застосування верстата—це серійне та масове виробництво деталей (наприклад, на СМВО ім. Фрунзе, «Насосенергомаш»). Найбільш характерними деталями є

штуцери різної форми, металовироби, елементи кріплення, шайби, фітинги, осі, втулки (рис. 1.6).

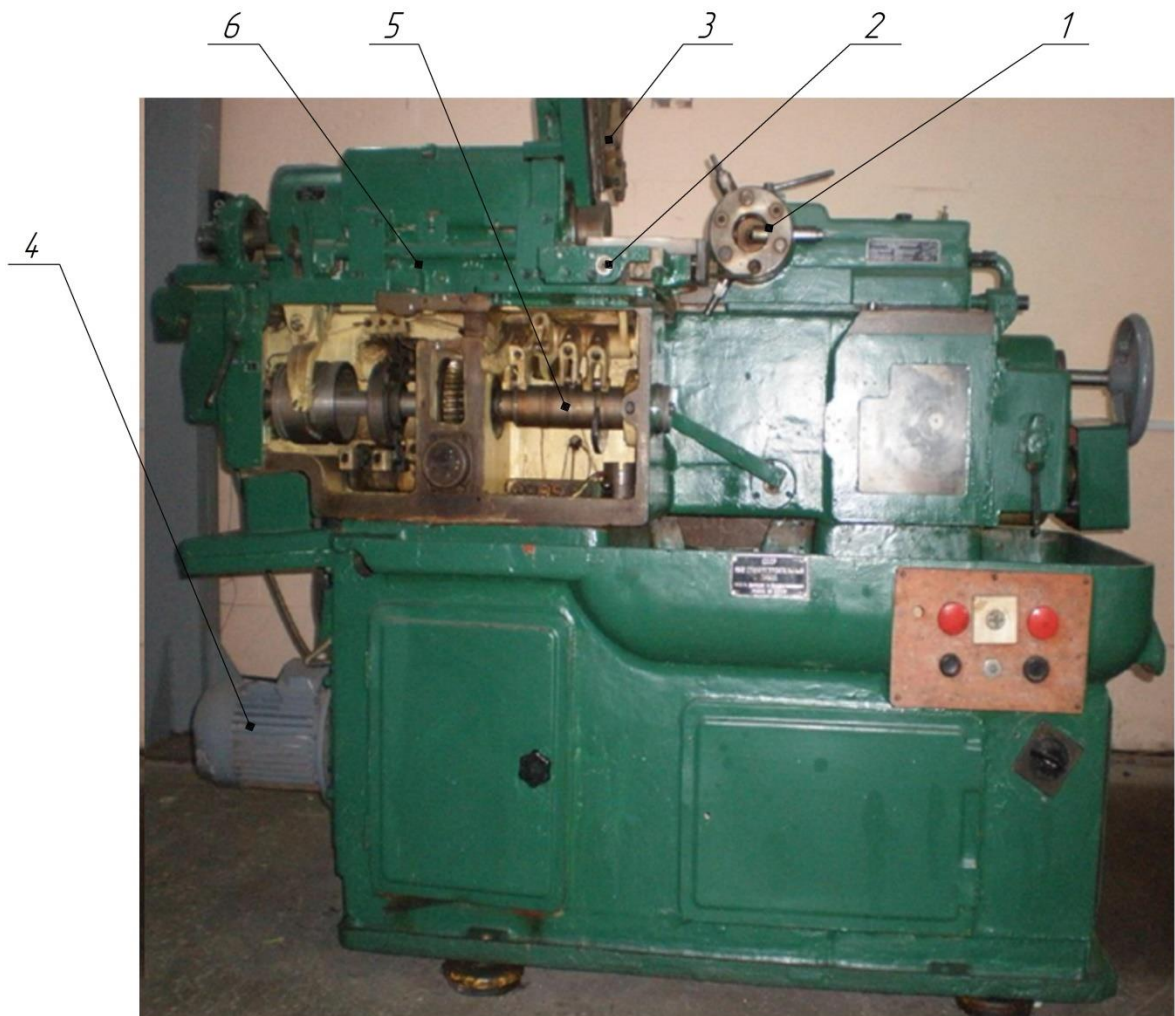


Рисунок 1.5 Загальний вигляд токарно–револьверного верстата автомата 1Б140:

1 – револьверна головка; 2 – поперечний супорт; 3 – вертикальний супорт;

4 – двигун коробки швидкостей головного руху; 5 – розподільний вал;

6–коробка швидкостей



Рисунок 1.6—Приклади деталей отриманих на токарно–револьверному автоматі

Клас точності верстата—Н. Це дозволяє виконувати обробку деталей із допусками 9–го та 8–го квалітетів точності за ДСТУ 2500–94. На відміну від токарних автоматів фасонно–поздовжнього точіння для обробки фасонних поверхонь на токарно–револьверному верстаті використовують фасонні різці. Верстат моделі ІБІ40 загального призначення, але може бути виконаний як спеціальне замовлення (для виготовлення тієї деталі, яку вимагає замовник).

Характеристика верстата. Найбільший діаметр оброблюваного прутка 40 мм; Найбільший діаметр нарізаючої різьби: у сталевих деталях М24, в деталях з латуні М32; найбільша довжина подачі прутки за одне включення 100 мм; найбільший хід револьверної головки 100 мм; час виготовлення однієї деталі 10,1–608,3 с; межі частот обертання шпинделя: при лівому обертанні 160–2500 об / хв; при правому 63–1000 об/хв; найменше і найбільша відстань від торця шпинделя до револьверної головки 75–210 мм; потужність електродвигуна 5,5 кВт.

На рисунку 1.7 наведено основні вузли верстата 1Б140.

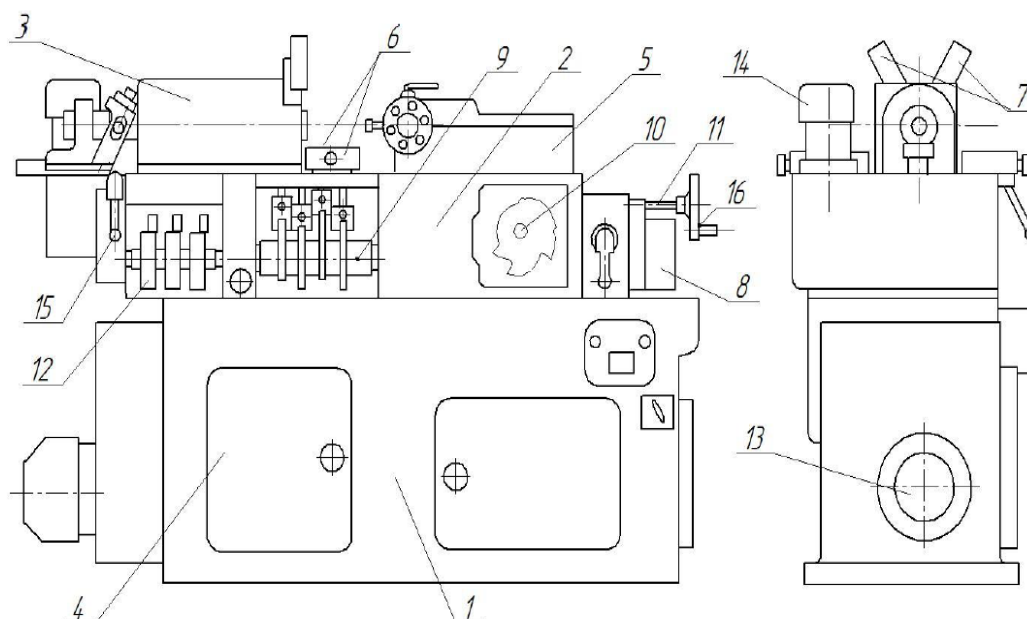


Рисунок 1.7 – Основні вузли верстата 1Б140: 1 – основа; 2 – станина; 3 – шпindelна бабка; 4 – коробка швидкостей; 5 – револьверний супорт; 6 – поперечні супорти (передній, задній); 7 – вертикальний супорт (задній, передній); 8 – масляний лоток; 9 – розподільний вал поперечних супортів; 10 – розподільний вал револьверного супорта; 11 – допоміжний вал; 12 – барабани керування; 13 – двигун привода головного руху; 14 – двигун привода розподільного вала; 15 – головний важіль керування; 16 – маховик допоміжного вала

Основа (1) верстата (рис. 1.7) являє собою ливарний корпус коробчастої форми, який має чотири ізольовані пустоти. Ліворуч донизу розміщена коробка швидкостей та мастильна ванна; праворуч електрошафа та пульт керування верстатом; спереду ніша для змінних коліс гітар; у задній частині резервуар для охолоджувальної рідини.

Верх основи виконаний у вигляді корита для збирання стружки та збігання охолоджувальної рідини.

На верхні платики основи кріпиться станина. Всі елементи основи розтягнуті безпосередньо на верстаті. Зверніть увагу на перехід від основи до станини верстата.

Станина (2) (рис.1.7) виконана у вигляді ливарного корпусу, на якому розміщені:

- шпindelьна бабка (3) з механізмами подачі;
- та затискання пруткового матеріалу;
- супорти (5, 6, 7) верстата;
- розподільний вал (9, 10) з кулачками, за допомогою яких здійснюється подача супортів;
- допоміжний вал (11), на якому розміщені однообертові муфти;
- вал (12), на якому розміщені барабани для керування однообертovими муфтами;
- ряд проміжних валів та пристроїв.

Шпindelь (1) верстата (рис.1.8) розміщений у ливарному корпусі (2). На передній опорі встановлений 2-рядний роликoвий підшипник (3), а на задній – два радіальних підшипники (4). Механізм затискання прута цангового типу. Для затискання прута використовується затискна цанга (5). Привід механізму затискання діє від кулачка барабанного типу (на схемі відсутній) через важіль (6). Насування затискної втулки (7) на цангу (5) забезпечується двома діаметрально розміщеними важелями (8), на хвостики яких дії муфта затискання (9). На схемі позначено переміщення муфти затискання (9). Механізм подачі прута (10) також проводиться в дію від кулачка барабанного типу (на даному кресленні відсутній). подача прута до упори виконується падаючою трубою (11) за допомогою закріпленої на її кінці падаючої цанги (12).

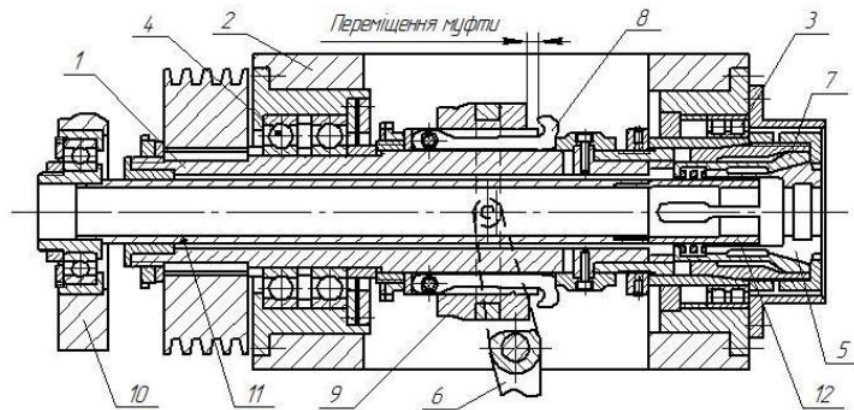


Рисунок 1.8—Шпиндельний вузол токарно–револьверного автомата
(конструкція)

Принцип роботи верстата 1Б140.

Оброблювані прутки пропускають через направляючу трубу і закріплюють в шпинделі станка цанговим зажимом. Інструмент закріплюють в револьверній головці, поперечному і на довготривалому супорті. Інструментами револьверної головки проточують зовнішні поверхні, обробляють отвори і нарізають різь, інструменти поперечних супортів обробляють фасонні поверхні, підрізають торці, знімають фаски і відрізають готові деталі, а інструмент довгого супорта виробляє точіння конусів та інших операцій.

Застосовується для виготовлення в масовому та багатосерійному виробництві деталей, що вимагають обточення, підрізання торців, зварювання, зенкерування, нарізання різьби й т.д. Завантаження нового прутка довжиною до 3000 мм здійснюється вручну, а в процесі роботи агрегату подача та закріплення прутка, як і інші холодні й робочі ходи, здійснюються автоматично.

На рисунку 1.9 наведено органи управління токарно-револьверного верстата 1Б140

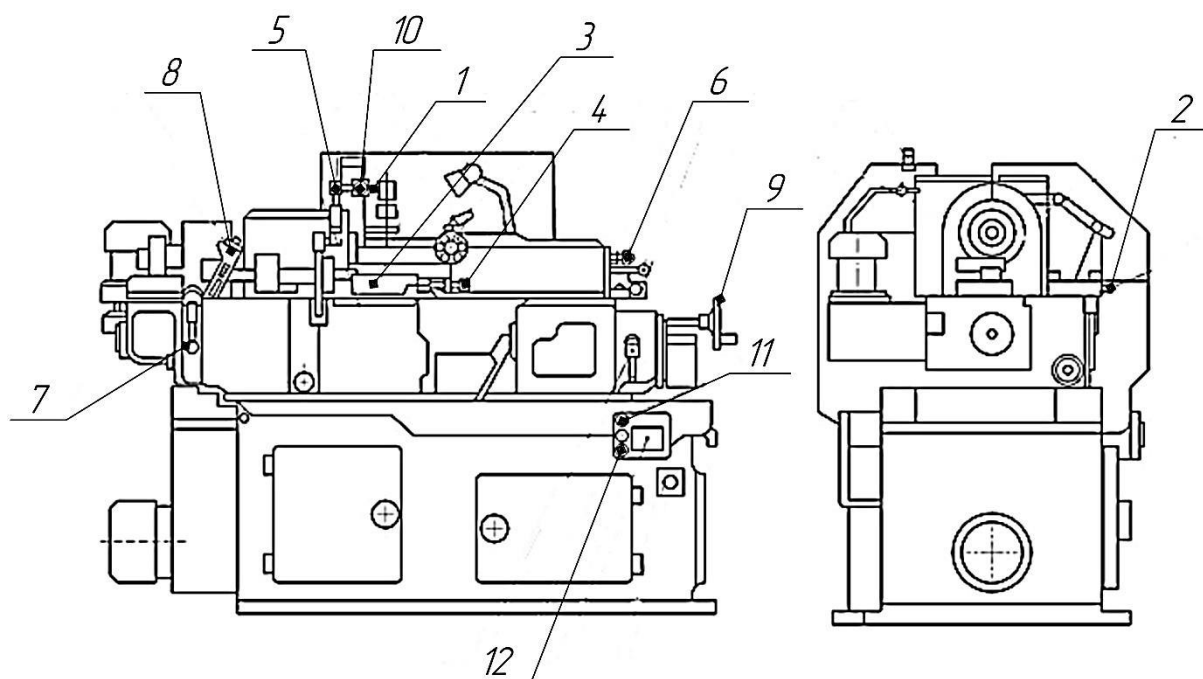


Рисунок 1.9 – Органи управління верстата 1Б140:

- 1 – регулювання ходу вертикального супорта; 2 – гайка точної установки поперечних супортів; 3 – упор переміщення поперечного супорта; 4 – упор переміщення поздовжнього супорта; 5 – регулювання вертикального супорта уздовж осі шпинделя; 6 – регулювання револьверного супорта торця шпинделя; 7 – рукоятка включення приводу допоміжного валу; 8 – регулювання поздовжнього супорта; 9 – маховик ручного обертання допоміжного валу; 10 – кран охолоджуючої рідини; 11 – кнопки управління електродвигуном приводу шпинделя; 12 – вимикач місцевого освітлення

1.3 Прогнози щодо модернізації токарно–револьверних верстатів–автоматів з механічною базою автоматизації

Із попереднього розділу можна зауважити, що одним із виконавчих органів (для токарно–револьверних верстатів та токарно–револьверних верстатів автоматів) є револьверні головки. Тому для подальшої розробки теми модернізації приводу верстата автомата слід розглянути типові моделі револьверних головок, виконати їх аналіз та запропонувати для модернізації верстата.

Токарно–револьверний одношпиндельний автомат моделі 1Б140 є якраз представником верстатів, база автоматизація яких потребує модернізації. Основні вузли верстата, такі як станина, шпиндельна бабка, поперечні супорти можуть бути використані і в подальшій експлуатації верстата, тому що вони відповідають вимогам жорсткості, надійності, довговічності на відміну від приводів, які потребують модернізації.

Для використання такого верстату необхідно його модернізувати, а саме за головним рухом (коробкою швидкостей) та за рухами подач (оснащення сервоприводами) та кульковими гвинтовими передачами (КГП), а також револьверною головкою. Така модернізація буде більш доцільнішою, так як не потрібно проектувати та створювати нову станину, шпиндельну бабку, та супорти. Оснащення верстата коробкою з електро–муфтами, а приводи супортів кроковими або серводвигунами в одночас із тягловими пристроями у вигляді кулькових гвинтових передач також розширить функціональні можливості верстата за рахунок можливості оснащення його системами ЧПК, що зробить верстат більш простішим у керуванні.

1.4 Висновок по розділу

Зроблений аналіз сучасних токарно–револьверних верстатів та токарно–револьверних верстатів–автоматів.

Зроблений аналіз базової моделі верстату 1Б140 і розглянуті прогнози щодо модернізації токарно–револьверних верстатів–автоматів з механічною базою автоматизації.



РОЗДІЛ 2

ТИПОВІ МОДЕЛІ РЕВОЛЬВЕРНИХ ГОЛВОК ВЕРСТАТІВ ТА ЇХ АНАЛІЗ

2.1 Типові моделі револьверних головок

Револьверна головка (рис.2.1) дозволяє вести послідовну обробку заготовки декількома інструментами з отриманням деталі за одну установку.

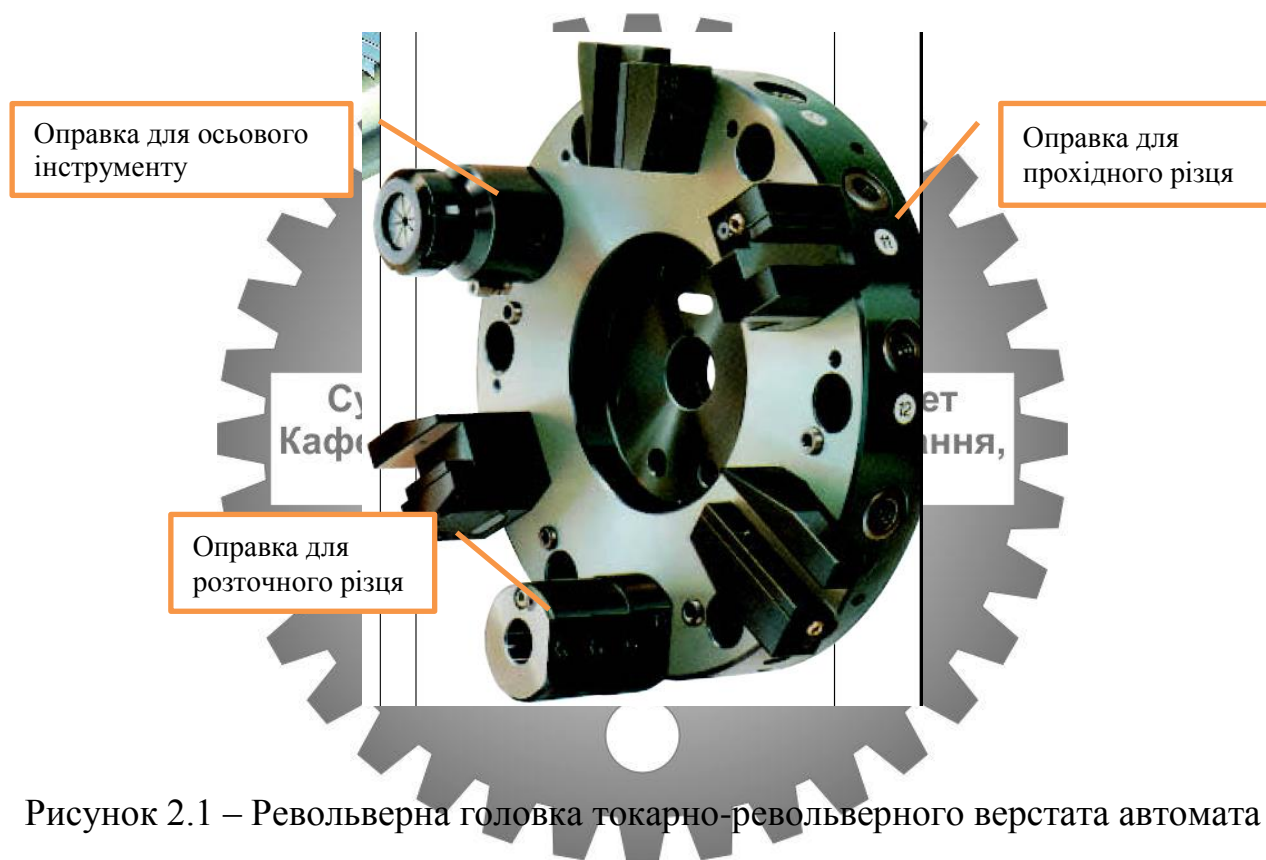


Рисунок 2.1 – Револьверна головка токарно-револьверного верстата автомата

Це розширює технологічні можливості багатоопераційної обробки і скорочує час операції різання за рахунок відсутності необхідності в переналаштуванні верстата. Револьверна головка нагадує барабан револьвера з кріпильними пазами і отворами для установки ріжучого інструменту. Спосіб кріплення інструменту і дав назву великій групі токарного обладнання.

Залежно від моделі обладнання, в револьверну головку можна закріпити від 6 до 12 інструментів і робити з її допомогою операції розточування,

обточування, зенкерування, нарізування різьблення і так далі на металевих, композитних, пластикових і дерев'яних заготовках.

За конструкцією револьверної головки верстатів діляться на верстати з вертикальною, похилою і горизонтальною осями обертання револьверної головки. (рис. 2.2)

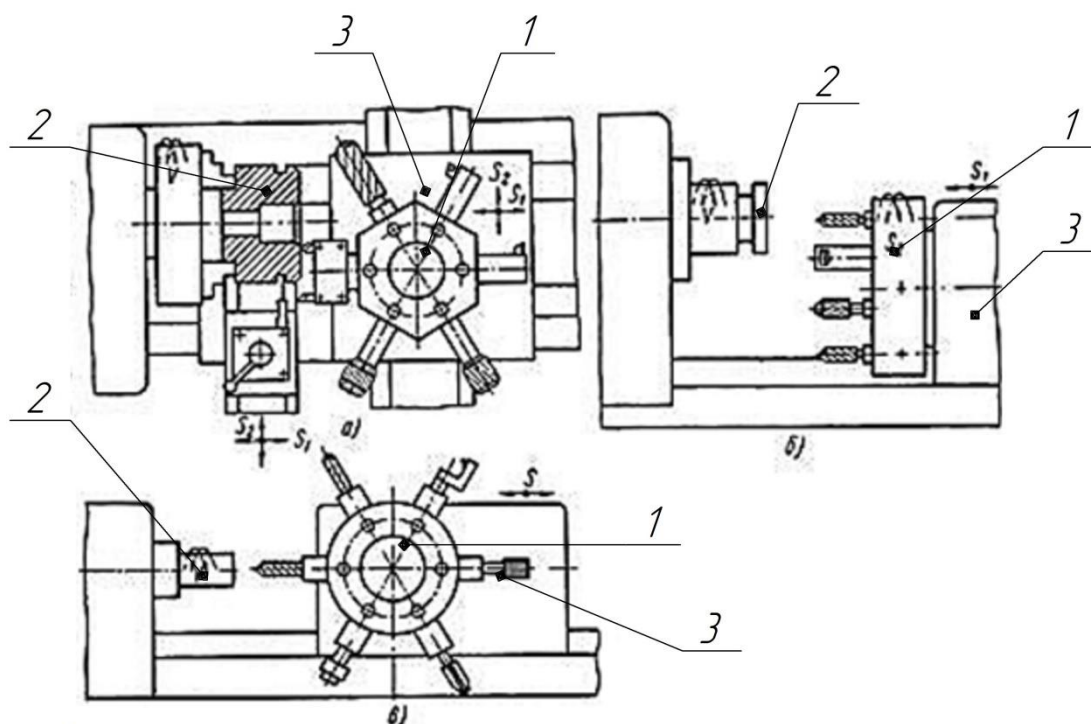


Рисунок 2.2—Розміщення револьверних головок: а) з вертикальною віссю обертання; 1 – револьверна головка; 2 – оброблювана деталь; 3 – револьверний супорт; б) з горизонтальною віссю обертання паралельної осі шпинделя: 1—револьверна головка; 2—оброблювана деталь; 3—револьверний супорт; в) з горизонтальною віссю обертання перпендикулярній осі шпинделя: 1—револьверна головка; 2—оброблювана деталь; 3—револьверний супорт;

Залежно від розташування осі робочої головки в верстаті може бути різна кількість супортів. Так, якщо вісь робочої головки розташована в горизонтальній площині, то на такому верстаті встановлюється тільки супорт револьверного типу, здатний здійснювати кругові рухи і подовжню подачу.

Якщо вісь робочої головки токарно–револьверного верстата розташовується у вертикальній і похилій площині, на ньому може бути два супорти–револьверний і поперечний. При цьому на останньому встановлюються два різцетримача–передній і задній,–в яких фіксується одночасно до шести робочих інструментів. На іншому супорті знаходиться револьверна головка.



а

б

Рисунок 2.3–Револьверний супорт токарно–револьверного верстата автомата 1Б140 (а) та фірми Ergomat (б)

Характеристика верстатів для обробки пруткових деталей:

- максимальна довжина обробки, що залежить від найбільшої відстані, на яке здатна переміщатися робоча головка;
- найбільший перетин деталі, яка може оброблятися над станиною або над станиною;
- максимальна відстань, на якому може бути розташований передній край робочої головки від переднього краю шпиндельного вузла.

Конструкції револьверних головок з додатковим приводом обертання осьових інструментів відомі досить давно.

Сучасне обладнання токарно–револьверної групи поставляється тільки під управлінням системи ЧПК.

Наявність револьверних головок і швидкої зміни ріжучих інструментів дозволяє виконувати досить великий обсяг токарних робіт з високою продуктивністю. Головною відмінністю револьверних головок з приводом обертання осьових інструментів один від іншого є використання одного або двох електроприводів для виконання необхідних робочих рухів в револьверній голівці.

Конструкції револьверних головок мають зазвичай два електропривода, один з яких служить для здійснення повороту револьверної головки, для зміни інструментів, а другий привід використовується для забезпечення обертання осьових інструментів при виведенні їх в робочу позицію.

Аналіз конструкцій револьверних головок токарно револьверних верстатів з ЧПК:



Рисунок 2.4 – Револьверна головка з горизонтальною віссю обертання, перпендикулярної до осі шпинделя

Подана на (рис. 2.4) револьверна головка призначена для виконання токарних робіт і оснащена токарним та осьовим інструментом. При роботі на верстаті виконує рухи поздовжнього переміщення за віссю Z , переміщення за віссю Y та

періодичного повороту за координатою А. Такою головкою оснащений токарно-револьверний верстат 1П426ПФ3.

Револьверні головки верстатів з ЧПК фірми Tongtai:

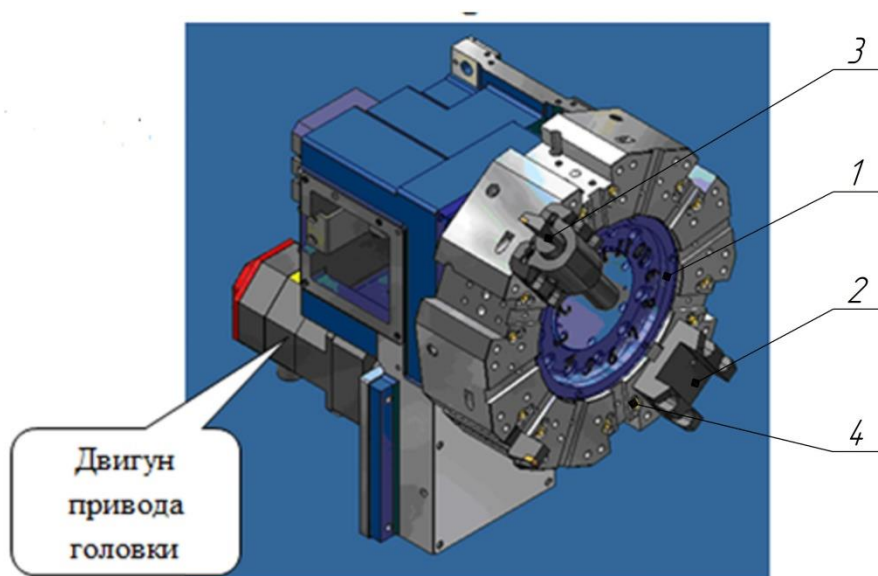


Рисунок 2.5—Револьверна головка з двигуном приводу головки:

- 1—Револьверна головка; 2—Оправка для закріплення токарного інструменту;
3—Оправка з установленим в неї інструментом; 4—канал виведення ЗОР.

На (рис.2.5) представлені конструкції револьверних головок, вісі яких паралельні осі шпинделя. Револьверна головка призначена для розміщення і затискання тільки різців, тобто така револьверна головка має обмежену універсальність.

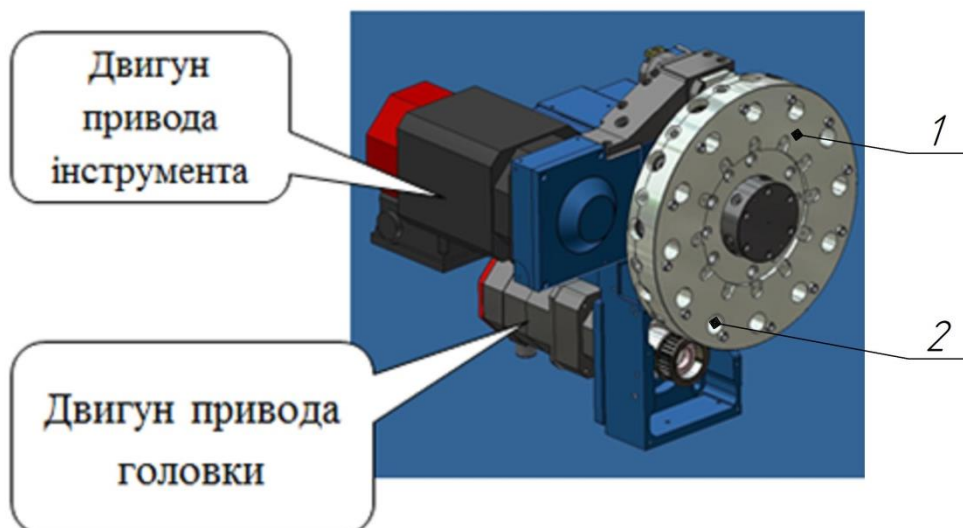


Рисунок 2.6 – Револьверна головка з двигуном приводу головки та інструменту

На (рис.2.6) подана конструкція універсальної револьверної головки, яка має допоміжні інструменти (патрони, різцетримачі) для затискання не тільки різців, але й осьового інструмента. Слід зазначити, що осьовий інструмент на сучасних конструкціях головок може мати незалежний привід, тобто обертатися не залежно від обертання шпинделя верстата.

2.2 Висновок по розділу

При розгляді сучасних револьверних головок (рис.2.5,2.6) такі головки встановлюються на супорт верстату для її переміщення, отже таку головку можна встановити на верстат для модернізації.

РОЗДІЛ 3

ПРИВОДИ ПОДАЧ ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНИХ ВЕРСТАТІВ ТА ТОКАРНО-РЕВОЛЬВЕРНИХ ВЕРСТАТІВ-АВТОМАТІВ.

3.1 Приводи подач

Привод подачі необхідний для переміщення інструмента відносно заготовки для утворення оброблюваної поверхні. У переважній більшості верстатів привод подачі передає вузлу верстата прямолінійний рух. Сполученням декількох прямолінійних, а іноді й обертальних рухів можна реалізувати будь-яку просторову траєкторію.

Револьверний суппорт верстату з розміщеним на ньому револьверною головкою слугує для установки та повороту в робоче положення, а також позаддовжніх переміщень державок вставлених в гнізда головки.

Основними вузлами супорта є (рис. 3, а): корпус 1, револьверна головка 25 і шатунно-кривошипний механізм, що складається з кривошипного валика 32, шатуна 6 і зубчастої рейки 9.

Корпус 1 револьверного супорта переміщається по напрямних 23, які жорстко закріплені на станині автомата.

Зубчаста рейка 9 поміщена в циліндричних напрямних і може в них переміщатися; нижня половина напрямних розташована в корпусі 1, а верхня—в кришці 10. Револьверна головка 25 має шість циліндричних гнізд діаметром 31,75 мм. Кожне гніздо призначене для кріплення болтом 24 державки з одним або декількома інструментами.

Шатунно-кривошипний механізм служить для додаткового відведення супорта і повороту револьверної головки.

Механізм позаддовжніх переміщень револьверного супорта (рис. 3, а). Рух супорта вправо (зворотний хід) відбувається під дією пружини 2, що спирається лівим кінцем в гайки 3 тяги 22. Буртик на кінці тяги впирається у втулку 15, яка затиснута в отворі кронштейна 17 болтом 16. Кронштейн жорстко закріплений

на станині автомата. Правий кінець пружини 2 тисне на втулку 14 і штифт 13, прагнучи перемістити корпус 1 і весь револьверний супорт вправо. Так як корпус 1 супорта і корпус підшипника кривошипного валика 32 відлиті заодно, то кривошипний валик завжди переміщається разом з револьверним супортом.

Поворот кривошипного валу відбувається тільки в момент повороту револьверної головки, а весь інший час кривошипний валик, шатун 6, шток 8 і зубчаста рейка 9 знаходяться в положенні, зображеному на рис. 17, а. Тому під дією пружини 2 разом з супортом вправо переміщається і рейка 9, що повертає за годинниковою стрілкою навколо осі 21 двуплечий важіль 18 до положення, при якому ролик 19 буде підібганий до профілю кулачка 20.

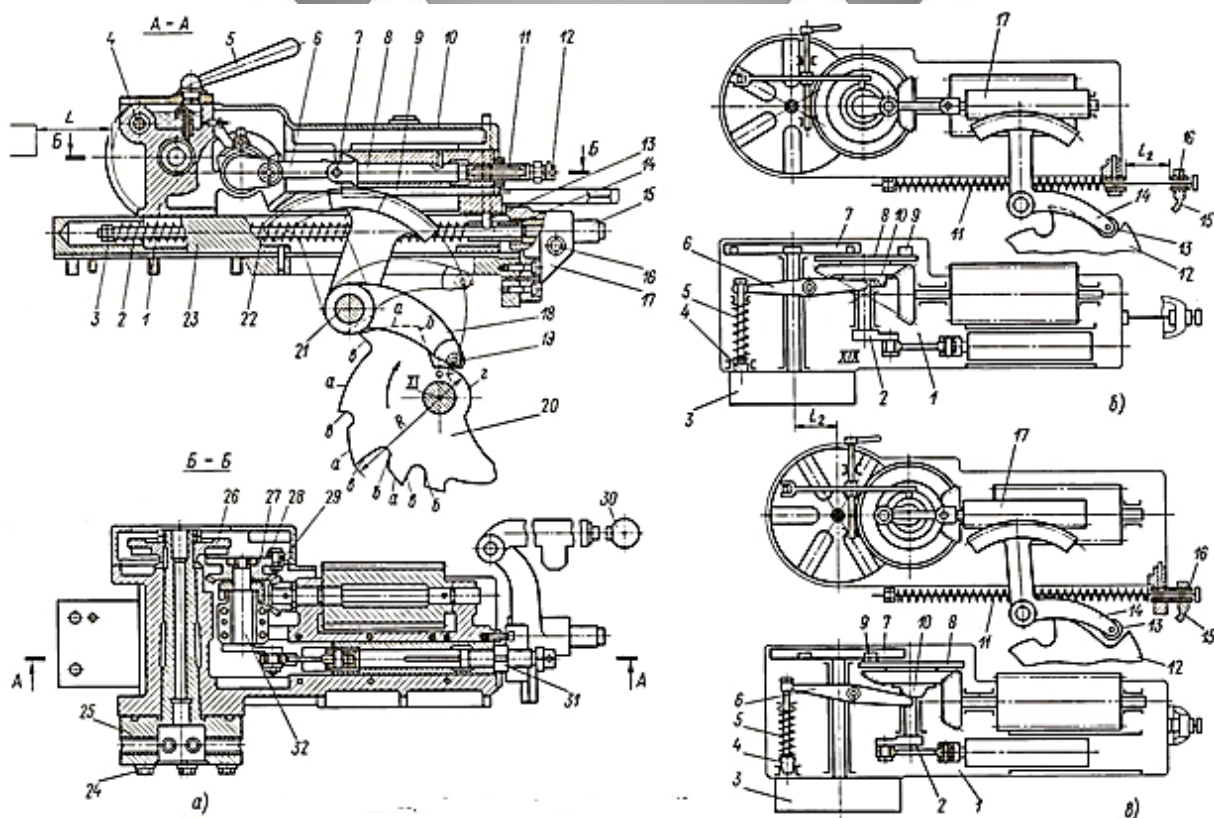


Рисунок 3.1–Револьверний супорт автомата моделі 1Б140

При налагодженні автомата револьверний супорт можна переміщати вліво вручну, натискаючи на супорт важелем 30 і стискаючи пружину 2.

Коли ролик 19 котиться по ділянці г профілю кулачка 20, револьверний супорт знаходиться у відведеному (правом) положенні.

При русі ролика 19 по ділянках холостого ходу б профілю кулачка відбувається відповідно швидке підведення і відведення револьверного супорта, а при русі по ділянці робочого ходу а—повільне переміщен (робоча подача).

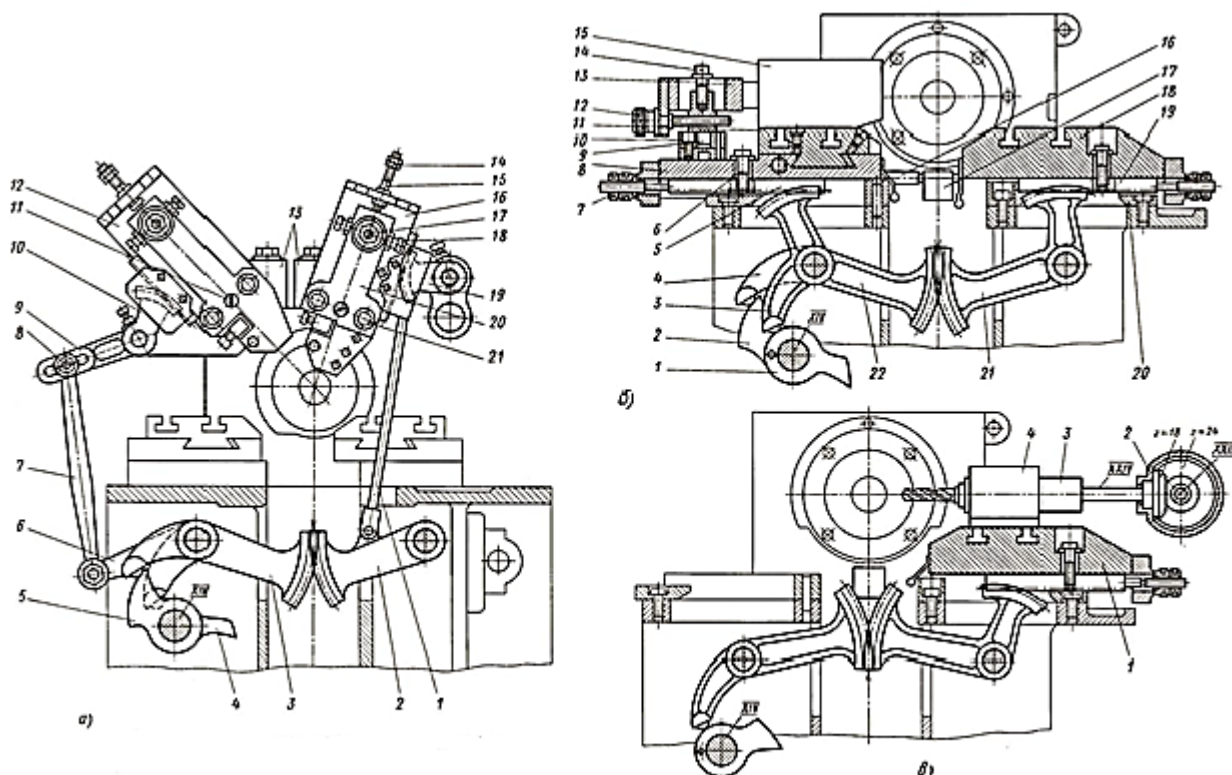


Рисунок 3.2– Поперечні супорти верстата 1Б140

Поперечні супорти (рис. 3.2). На автоматі є чотири поперечних супорти: передній 8 і задній 18 горизонтальні супорти (рис. 3.2, б) і передній 12 і задній 16 вертикальні супорти (рис. 3.2, а).

На передньому горизонтальному супорті є поздовжні санчата 11 (рис. 3.2, б), які разом з супортом переміщуються в поперечному напрямку і, крім того, самі можуть отримувати поздовжнє переміщення. Ці санчата в основному

використовуються при обробці конічних поверхонь і для обточування циліндричних ділянок, розташованих за бурти.

На задньому горизонтальному супорті 1 (рис. 3.2, в) може встановлюватися пристосування 4 для свердління поперечних отворів.

На вертикальні супорти встановлюють різці, призначені для проточки канавок і відрізки від прутка готового виробу. Передній вертикальний суппорт 12 (Рис. 3.2, а) може бути знятий і замінений пристосуванням.

Вертикальні поперечні супорти 12 і 16 (див. Рис. 3.2 а) переміщуються по напрямних 13, закріпленим болтами на шпindelній бабці автомата.

Переміщення переднього вертикального супорта 12 виробляється від дискового кулачка 4 через систему важелів 6, 7, 9 і важіль із зубчастим сектором 10.

Переміщення заднього вертикального супорта 16 виробляється від дискового кулачка 5 через два важелі з зубчастими секторами 3 і 2, важіль 1, важіль із зубчастим сектором 19.

На кожному з супортів поміщений різцетримач 20 для кріплення різця і регулювання його положення щодо оброблюваної заготовки. Регулюється величина ходу супорта, положення різцетримача і різця уздовж його ходу і в напрямку, перпендикулярному ходу.

Регулювання величини ходу переднього вертикального супорта виробляється переміщенням пальця 8 в пазу важеля 9. Також регулюється хід заднього вертикального супорта.

Гайки 14 призначені для підвищення точності роботи вертикальних супортів: вони встановлюються на такій відстані від опорних поверхонь, при якому обмежується хід супорта вниз в крайньому положенні.

Регулювання положення різцетримача 20 в напрямку ходу проводиться переміщенням різцетримача гвинтом 15 з квадратним хвостовиком до положення, при якому в кінці ходу супорта вершина різця розташується на заданій відстані від осі оброблюваної заготовки.

Регулювання положення різцетримача 20 в напрямку, перпендикулярному ходу, проводиться його поворотом навколо пальця 11 за допомогою двох гвинтів 18, що упираються в болт 17, який закріплений на супорті. Перед початком регулювання болти 21 і гайка болта 17 відпускаються, а після регулювання вони затягуються.

Горизонтальні поперечні супорти (Рис. 3.1, б). Задній поперечний супорт 18 переміщається по напрямних 20 від дискового кулачка 2 через важіль 4 і важелі 21 і 22 з зубчастими секторами. Напрямні 20 жорстко закріплені на станині автомата.

Переміщення переднього супорта 8 проводиться кулачком 1 через важіль 3 з зубчастим сектором.

Відведення супортів 8 і 18 відбувається під дією пружин, поміщених усередині склянок 16. Останні впираються в планку 17, закріплену на станині автомата.

Регулювання місця ходу супортів виробляється під час налагодження автомата зміщенням супортів щодо зубчастих рейок 5 і 19. Зміщення здійснюється гайками 7 при відпущених болтах 6. Для відліку величини зсувів санчат на гайках нанесені поділки. Після регулювання гайки 7 затискаються контргайками і санчата скріплюються з рейками болтами 6

Отже з огляду таких конструкцій можна зробити висновок що з конструктивної точки зору ці конструкції є складними та не гнучкими.

На даний період часу є застарілими, а тому приводи подач токарно–револьверного верстату 1Б140 потребують модернізації.

Модернізація цих приводів буде заключатися в заміні застарілих конструкцій приводу подач на тяглові механізми, а саме КГП (кульково гвинтова передача) та серводвигунів для переміщення супортів верстату.

Така модернізація зробить верстат більш сучаснішим та простішим у налагодженні та використанні.

3.2 Висновок по розділу

Таким чином з огляду механізмів подач токарно револьверних верстатів–автоматів можна вважати ці конструкції громіздкі, мають значну кількість проміжних ланок, таких, як зубчасті сектори, зубчасті рейки, а привід та керування ними здійснюється від жорстких програмо носіїв – кулачків, що не відповідають і не мають достатньої гнучкості для зміни програми управління. довго налагоджуваними та не сучасними, а отже потрібно модернізувати та покращити управління приводами подач шляхом використання сучасних приводів.



РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДУ ПОДАЧ ТОКАРНО– РЕВОЛЬВЕРНОГО ВЕРСТАТА-АВТОМАТА 1Б140

На базовому верстаті 1Б140 приводи подач застарілі та важкі в налагодженні тому модернізуємо верстат за допомогою КПП та серводвигунів. Приводами подачі з числовим програмним управлінням і кулькової гвинтової передачею в якості тягового механізму оснащують верстати з ЧПК, гнучкі виробничі модулі, лінійні і хрестові столи, маніпулятори.

Вимоги до приводу подач.

Діапазон безступінчатого регулювання частот обертання тягового механізму приводу подачі повинен бути широким – не менше 10 000.

Пояснюється це тим, що цей привід переміщує виконавчий орган не тільки зі швидкістю робочої подачі (мінімальне значення – кілька міліметрів в хвилину), але і зі швидкістю установлених рухів (досягає 60 000 мм / хв). Прискорення робочого органу досягає (1,5–2) g.

Силві характеристики приводу подачі повинні бути такими, щоб він зміг долати сили різання; динамічні сили, що виникають при розгоні і гальмуванні; сили тертя в його механізмах і опорах, а також в напрямних виконавчого органу; невірноважену частину його сили тяжіння і знаходяться на ньому елементів. Точність приводу подачі характеризується похибкою позиціонування і зоною нечутливості і залежить від точності комплектуючих елементів, структури і осьової жорсткості приводу, а також від його теплової стабільності.

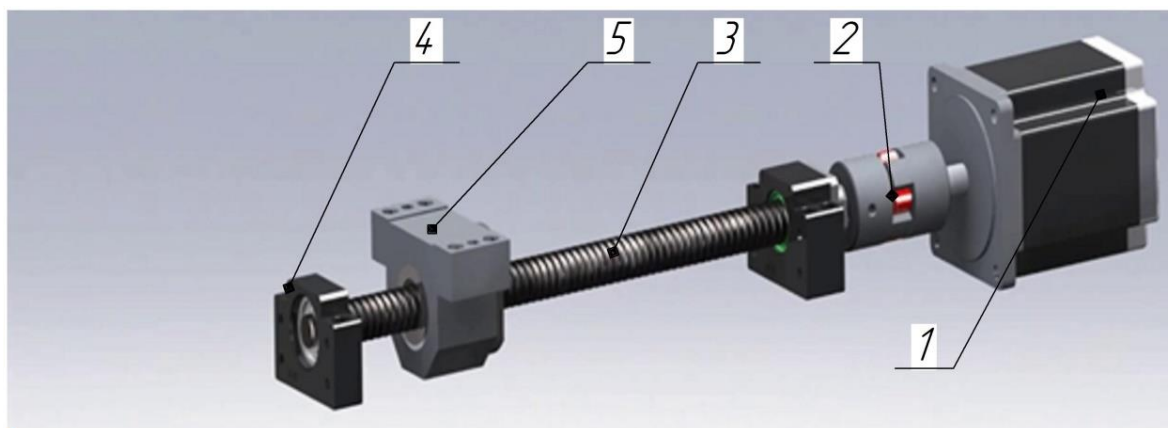


Рисунок 4.1—Привід КГП, який пропонується застосувати на модернізованому приводі подач на токарно револьверному автоматі: 1—двигун; 2—муфта; 3—гвинт; 4—опора з підшипником; 5—гайка

Кулькова гвинтова передача (ШВП) призначена для перетворення обертального руху в поступальний або навпаки. Вона складається із гвинта 1 (рис. 4.1, а), гайки 4 (або двох гайок), комплекту кульок 5, каналів 3 для їх повернення, ущільнень 2. При обертанні гвинта гайка переміщується в осьовому напрямку. При обертанні гайки гвинт переміщується в осьовому напрямку.

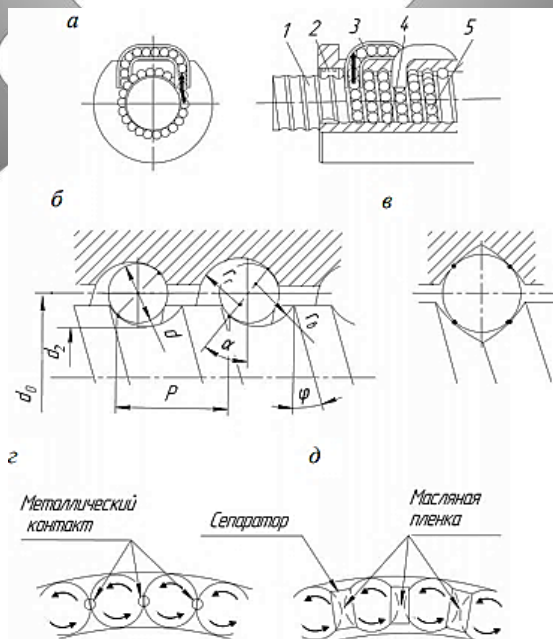


Рисунок 4.2—параметри кульково гвинтової передачі

Профіль різьби задається в перерізі, нормальному до гвинтової лінії. В основному використовується напівкруглий профіль (рис. 4.2, б), дозволяє створювати двоточковий контакт. рідше застосовується арочний профіль (рис. 4.2, в), утворений дугами окружності. У порівнянні з напівкруглим профілем він менш технологічний, але завдяки чотирьохточкові контакту передачі на його основі мають більш високу вантажопідйомність. Кульки, що знаходяться в гвинтовому каналі, обертаються і ковзають один щодо одного в протилежних напрямках зі швидкістю, в два рази більшою за швидкість обертання кожного з них (Рис. 4.2, г), що є причиною підвищеного зносу і шуму. У передачах новітніх конструкцій кульки знаходяться в сепараторі, утвореному шайбами з антифрикційного матеріалу (Рис. 4.2, д), завдяки яким на кульках забезпечується постійна масляна плівка, підвищується здатність навантаження передачі, знижуються її шум і знос.

Гвинт і гайку виготовляють з високоякісних підшипникових або Цементовані сталей. За однією технологією гвинтові канавки нарізають різцем і після термообробки шліфують, досягається твердість не нижче 60 HRC. За іншою технологією різьблення на гвинті накочуються.

Основними розмірами передачі є номінальний діаметр d_0 (діаметр умовного циліндра, на якому знаходяться центри кульок) і крок різьби p (див. рис. 4.2, б). Розміри передачі стандартизовані (таблиця). Діаметр кульки $d \approx 0$ (Рис. 4.2, г), що є причиною підвищеного зносу і шуму.

У передачах новітніх конструкцій кульки знаходяться в сепараторі, утвореному шайбами з антифрикційного матеріалу

(Рис. 4.2, д), завдяки яким на кульках забезпечується постійна масляна плівка, підвищується здатність навантаження передачі, знижуються її шум і знос.

Гвинт і гайку виготовляють з високоякісних підшипникових або цементованих сталей. За однією технологією гвинтові канавки нарізають різцем

і після термообробки шліфують; досягається твердість не нижче 60 HRC. За іншою технологією різьблення на гвинті накочуються.

Основними розмірами передачі є номінальний діаметр d_0 (діаметр умовного циліндра, на якому знаходяться центри кульок) і крок різьби p (див. рис. 4.2, б). Розміри передачі стандартизовані. Діаметр кульки $d \approx 0,6p$

Діаметр стрижня гвинта

$$d_2 = d_0 - 0,71d$$

Для зниження контактних напружень прийнято

$$r_b = r_r \approx (1,03 \dots 1,05)d$$

Кут підйому різьби

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

$$\theta = \arctg \frac{p}{\pi d}$$

На (рис. 4.3) зображено кулькову гвинтову передачу.

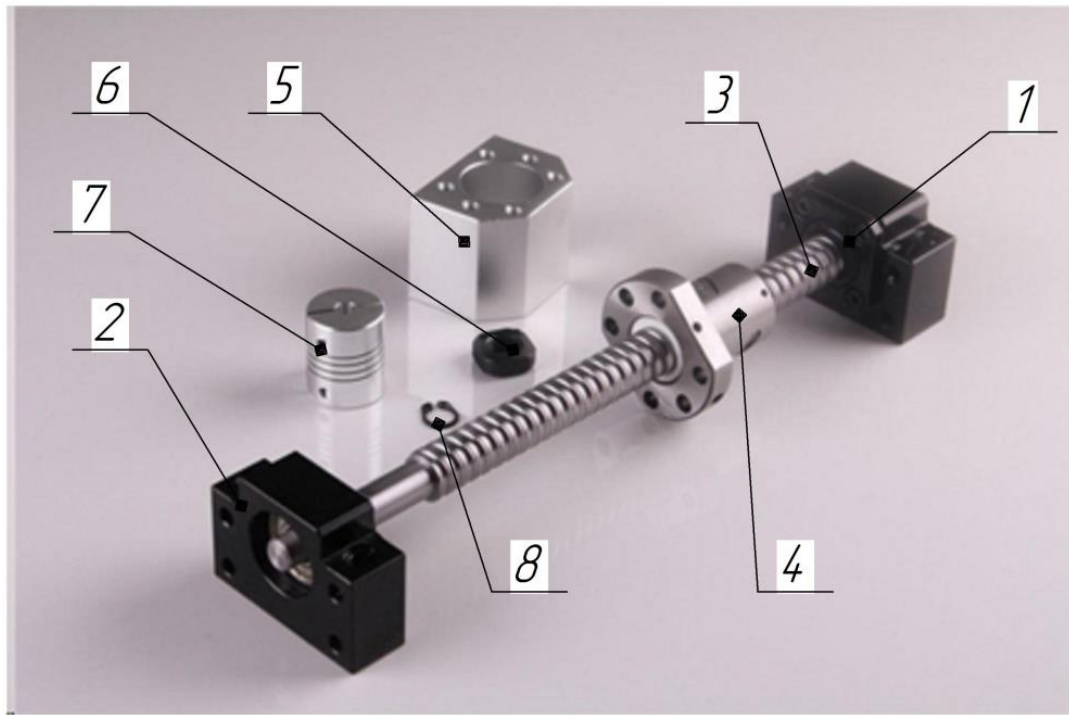


Рисунок 4.3–Кулько–гвинтова передача: 1–підшипник; 2–опора гвинта (фланець підшипника); 3–гвинт; 4–гайка; 5–кронштейн для гайки; 6–гайка для фіксації гвинта; 7–муфта для з'єднання з двигуном; 8–стопорне кільце

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

Кулькова гвинтова передача–найпоширеніший різновид передачі гвинт–гайка кочення

КГП володіє всіма основними технічними перевагами передачі гвинт–гайка ковзання, і при цьому не має її головних недоліків, таких як низький ККД, підвищені втрати на тертя, швидкий знос.

4.1.Розрахунок тяглогового механізму кулькової гвинтової передачі.

Конструктивно КГП складається з гвинта і гайки з гвинтовими канавками криволінійного профілю. Канавки служать доріжками кочення для розміщених між витками гвинта і гайки кульок. Переміщення кульок відбувається по замкнутій траєкторії–при обертанні гвинта кульки залучаються до рух по гвинтовим канавкам, поступально переміщують гайку і через перепускний канал (канал повернення) повертаються в початкове положення. Канали

повернення виконуються в спеціальних вкладишах, які вставляються в відповідне вікно гайки, по числу робочих витків.

Мета розрахунку передачі складається у визначенні номінального діаметра гвинта d_0 і в підборі по каталогу такої передачі, яка задовольняла б всім вимогам до працездатності. Вихідні дані для розрахунку передачі—довжина гвинта, його найбільша розрахункова довжина, спосіб установки гвинта на опорах, ряд значень осевого навантаження на передачу, ряд частот обертання гвинта (гайки). осеві навантаження на гвинт визначають для різних операцій, виконуваних на верстаті (наприклад, для чорнового, напівчистового і чистового точіння), а також для різних елементів циклу обробки (для швидкого і робочого ходів робочого органу).

Визначення основних розмірів передачі.

Довжина гвинта. Нарізана частина гвинта (рис. 4.2) має довжину

$$L = l_p + l_k + l'_H + l''_H$$

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

де l_p — переміщення робочого органу з координування;

l_k — передбачувана довжина корпусу гайки;

$l'_H + l''_H$ — довжини невикористовуваних частин гвинта для розміщення ущільнень шарико передачі, упорів, що оберігають від пошкоджень.

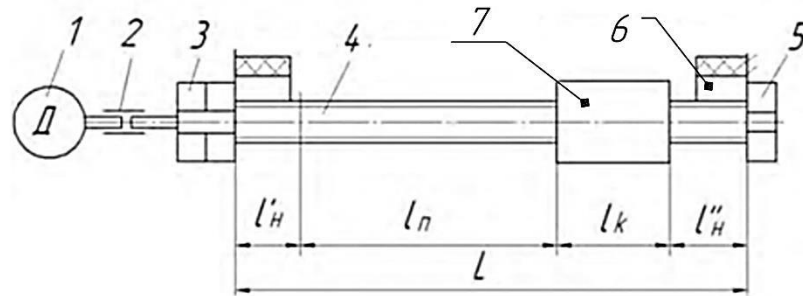


Рисунок 4.4—Схема до визначення довжини гвинта: 1—двигун; 2—муфта; 3, 5—опори гвинта; 4—гвинт; 6—корпус для встановлення КПП; 7—гайка

Крок гвинта. Якщо задана швидкість швидкого ходу супорта V_6 і визначена максимальна допустима частота обертання гвинта n_m , то можна визначити мінімальний розрахунковий крок гвинта. У приводі де без редуктора

$$p = \frac{V_6}{n_m}$$

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

При визначенні n_m слід враховувати, що з цією частотою під час швидкого ходу супорта обертаються не тільки гвинт, а й вал електродвигуна, муфта і підшипники опор гвинта. Тому частота обертання гвинта n_m не може бути більшим за максимальну допустиму частоту обертання інших елементів приводу.

При визначенні n_m слід враховувати, що з цією частотою під час швидкого ходу супорта обертаються не тільки гвинт, а й вал електродвигуна, муфта і підшипники опор гвинта. Тому частота обертання гвинта n_m не може бути більшим за максимальну допустиму частоту обертання інших елементів приводу. Конкретне значення n_m приймається таким, щоб крок p був стандартним.

Діаметр передачі. Найбільший можливий номінальний діаметр передачі визначається по її параметру швидкохідності N_d , гарантованого виробником і рівному N_{d0} . Тут N – найбільша

допустима частота обертання гвинта, об / хв, d_0 – номінальний діаметр передачі в міліметрах. За даними виробників передач, N_d

параметр знаходиться в інтервалі $(1 \dots 1,5) \cdot 105 \text{ мм} \cdot \text{хв}^{-1}$.

Найбільший можливий діаметр передачі

$$d'_0 = \frac{N_d}{N_m}$$

де n_m – максимальна частота обертання гвинта, об / хв.

Найменший можливий діаметр гвинта можна визначити, виходячи з критерію його стійкості при швидкому обертанні під час холостого ходу робочого органу. Допустима частота обертання гвинта, при якій його обертання стійко, т. е. без вібрацій в шариковому механізмі.

$$n_d = \frac{5 \cdot 10^7 d_2 v}{l^2}$$

де d_2 – внутрішній діаметр різьби гвинта, мм;

v – коефіцієнт, що залежить від способу установки гвинта на опорах;

l – найбільша довжина неопертой частини гвинта: для схеми 1 при застосуванні передачі без натягу $l = L_1$, при застосуванні гайки з натягом $l = L_1 + l_2$; для інших схем $l = L_1$.

З урахуванням коефіцієнта запасу стійкості $k = 0,8$ найбільшадопустима частота обертання гвинта (критична) $n_k = 0,8n_d$. Приймавши n_k рівній частоті обертання гвинта під час швидкого ходу n_m , отримуємо 2

$$d_2 = \frac{n_m l^2}{5 \cdot 10^7 v k}$$

Діаметру d_2 відповідає номінальний розрахунковий діаметр передачі

$$d_0^n = d_2 + 0.71d$$

В якості номінального діаметра гвинтової пари d_0 слід

Прийняти

$$d_0^n \leq d_0 \leq d_0'$$

За каталогом вибирається передача з розмірами d_0 і p , близькими до розрахункового.

Розробка 3Д моделі токарно-револьверного верстату автомату з модернізованим приводами головного руху та подачі

Головний рух на 3Д моделі представлений у вигляді двигуна та коробки швидкостей, яка розміщена у станині верстата, пов'язана із шпинделем верстата пасовою передачею, на 3Д моделі не показана

Приводи подачі показані серводвигунами, що розміщені на поперечних та вертикальних супортах, а також на револьверному супорті. Крім того на 3Д моделі показані серводвигун обертання, (позиціювання) револьверної головки.

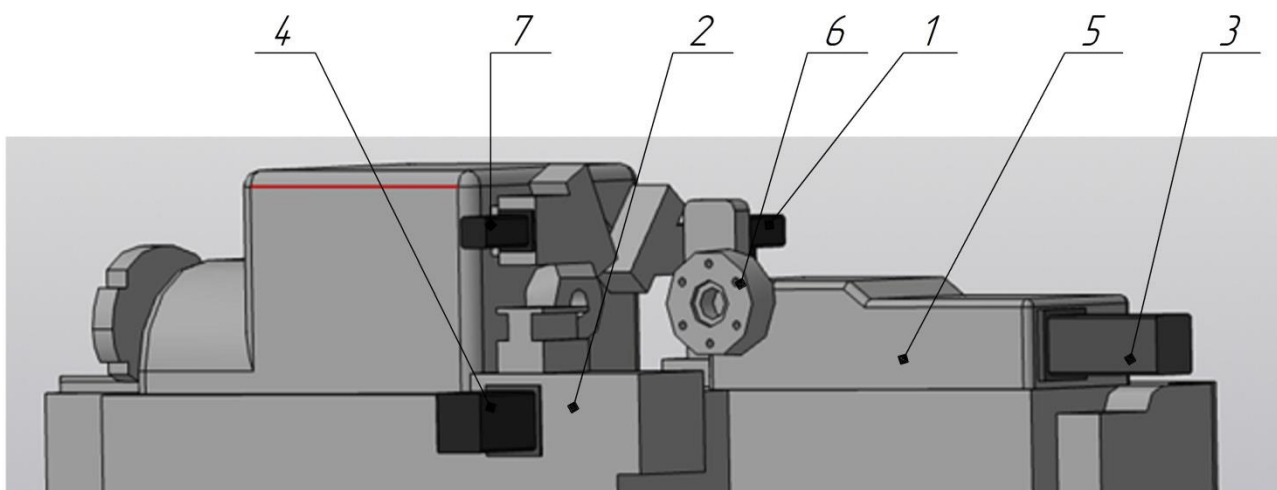


Рисунок 4.5–Приводи подач токарно–револьверного верстату автомата 1Б140 після модернізації: 1–двигун позиціонування револьверної голівки; 2–поперечний супорт; 3–серводвигун револьверного супорта; 4–серводвигун поперечного супорта; 5–револьверний супорт; 6–револьверна голівка; 7–серводвигун вертикального супорта.

4.2 Висновок **Сумський державний університет** **Кафедра технології машинобудування,**

Розроблено модернізацію приводу подач токарно-револьверного верстата-автомата 1Б140.

РОЗДІЛ 5

РОЗРАХУНОК МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ

Модернізація привода головного руху полягає у кінематичному розрахунках модернізованого привода, який закінчується кінематичною схемою, а також силовим розрахунком привода, до якого надходять розрахунки валів, коліс, добір муфт, виконання конструкції коробки у вигляді розгортки та згортки.

5.1 Кінематичний розрахунок головного руху токарно–револьверного верстата автомата

Кінематичний розрахунок виконаний за методикою [12].

Вихідні дані ДО КИНЕМАТ РОЗРАХУНКУ (ЗА ЗАВДАННЯМ)

- мінімальна частота обертання шпинделя $n_{\min}=80 \text{ хв}^{-1}$;
- знаменник геометричного ряду $\phi=1,26$;
- кількість швидкісних ступенів $z=18$;
- частота обертання електродвигуна $n_{\text{дв}}=1450 \text{ хв}^{-1}$;

Вибір структурної формули

Структурна формула привода має такий вигляд:

$$Z=P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \dots P_i,$$

де z –кількість швидкісних ступенів привода за завданням.

Структурна формула для $Z=18$ може бути,

$$Z=2 \cdot 3 \cdot 3; Z=3 \cdot 2 \cdot 3; Z=3 \cdot 3 \cdot 2;$$

$$Z=3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1,$$

обираємо $Z=3 \cdot 3 \cdot 2$ – структурна схема побудована за цією структурною формулою, дозволяє просто реалізувати переключення передач електромuftами, що будуть застосовані у модернізованому приводі, в свою чергу це забезпечить довговічність коробки швидкостей у порівнянні з коробками швидкостей з механічним способом переключення (вилками).

Визначення кількості валів у приводі:

$$B=m+1,$$

де m – кількість груп передач привода.

Для структурної формули $Z=3 \cdot 3 \cdot 2$, $m=3$, тоді кількість валів:

$$B=3+1=4.$$

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
Виконання первісного варіанта кінематичної схеми, рисунок 5.1.

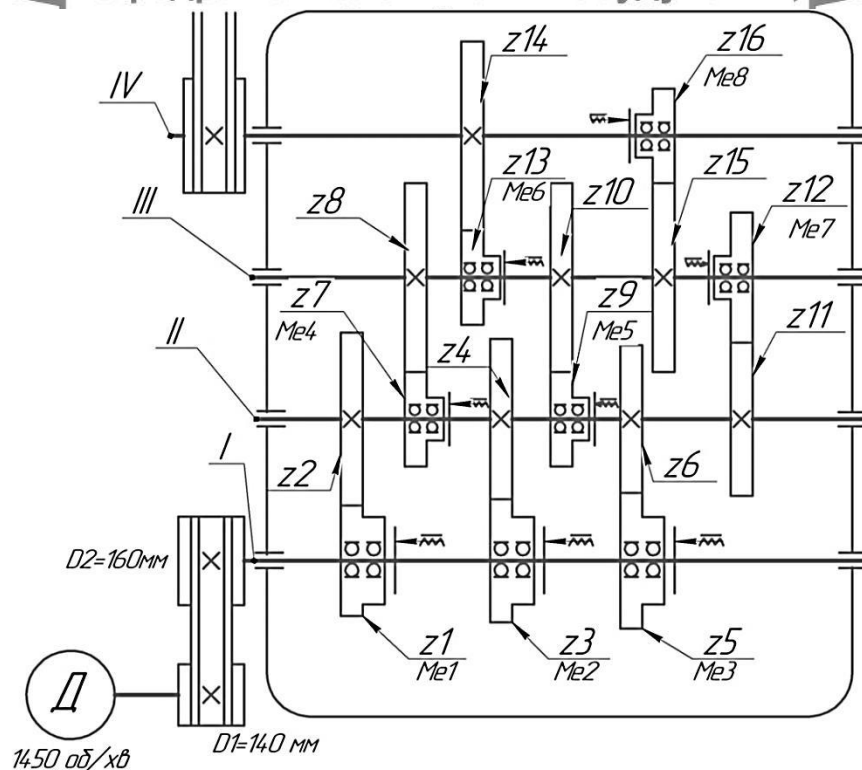


Рисунок 5.1 – Первісний варіант кінематичної схеми привода верстата

Складання структурної формули у розгорнутому вигляді:

$$Z = P_1(X_1) \cdot P_2(X_2) \cdot P_3(X_3)$$

Після підстановки кількості переключень отримаємо такі значення:

$$1) \quad Z = 2(1) \cdot 3(2) \cdot 3(6)$$

$$\parallel \quad | \quad 0$$

$$2) \quad Z = 3(1) \cdot 2(3) \cdot 3(6)$$

$$| \quad \parallel \quad 0$$

$$3) \quad Z = 3(1) \cdot 3(3) \cdot 2(9)$$

$$| \quad 0 \quad \parallel$$

Проаналізувавши формули, найвдалішою є 3 формула, для якої і побудуємо структурну сітку, та продовжимо розрахунок. Структурну сітку будуємо для $Z=18$.

Побудова структурної сітки зображена на рисунку 5.2.

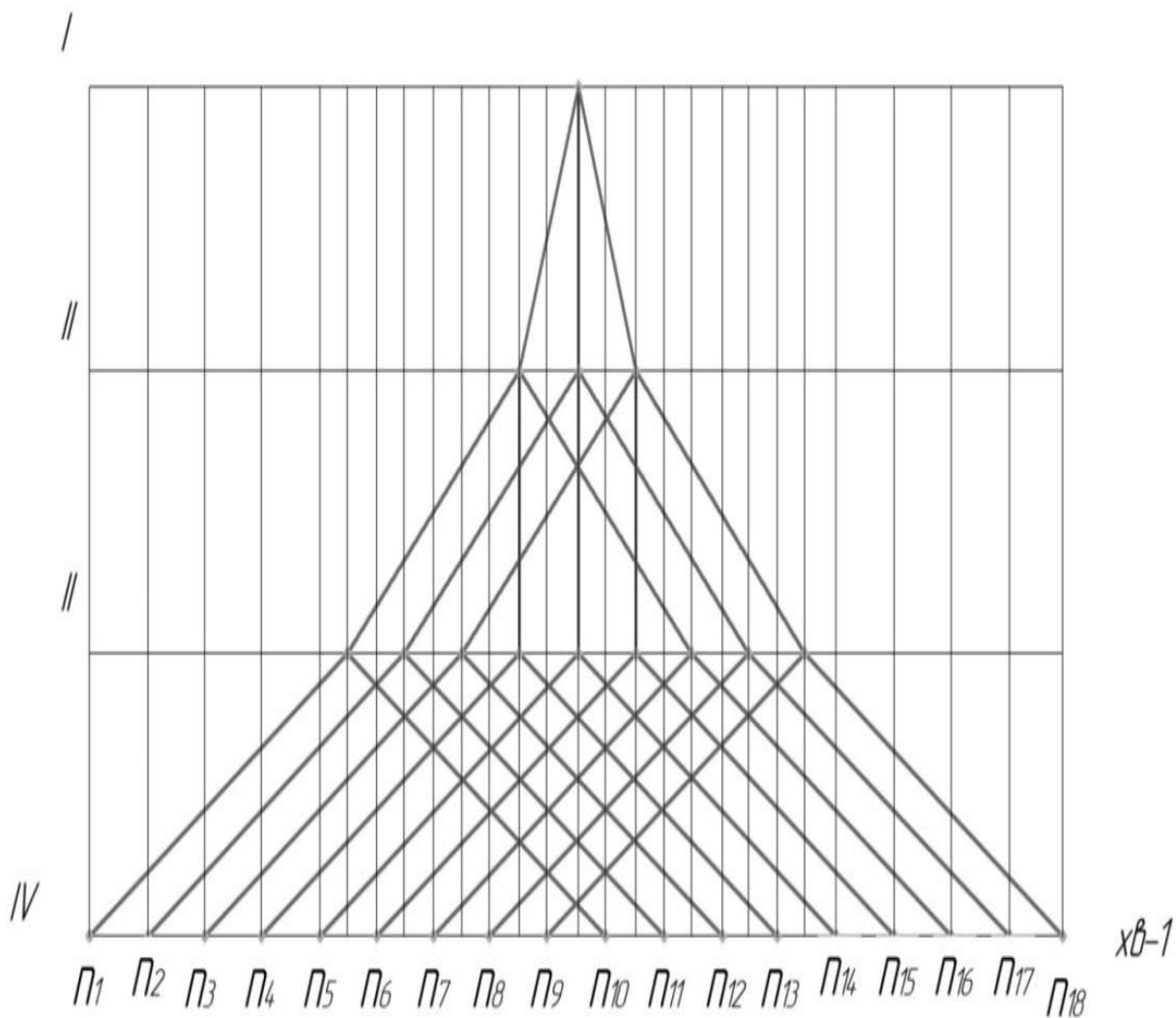


Рисунок 5.2–Структурна сітка для формули 3) $Z=3(1) \cdot 3(3) \cdot 2(9)$

Побудова графіка частот обертання шпинделя

Визначимо частоти обертання шпинделя $n_{\text{min}} = 80 \text{ хв}^{-1}$, $\varphi = 1,26$, а $Z=18$, за формулами $n_2 = n_1 \cdot \varphi$; $n_3 = n_2 \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^2$; у загальному вигляді маємо:

$n_z = n_1 \cdot \varphi^{z-1} \text{ (хв}^{-1}\text{)}$, то геометричний ряд частот має такі значення: $n_1=80$, $n_2=100$, $n_3=125$, $n_4=160$, $n_5=200$, $n_6=252$, $n_7=317$, $n_8=400$, $n_9=505$, $n_{10}=635$, $n_{11}=800$, $n_{12}=1000$, $n_{13}=1270$, $n_{14}=1600$, $n_{15}=2000$, $n_{16}=2500$, $n_{17}=3200$, $n_{18}=4030 \text{ хв}^{-1}$.

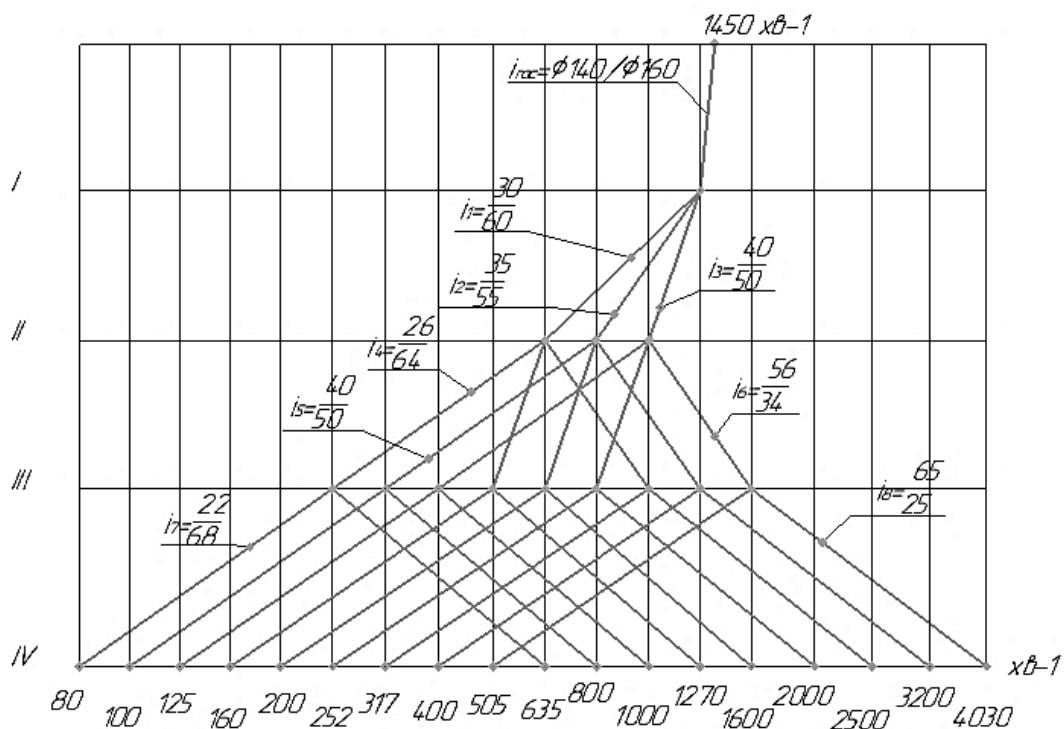


Рисунок 5.3—Графік частот обертання для $Z=18$

Визначення кількості зубців зубчастих коліс

$$\Sigma Z = Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4 = Z_5 + Z_6 = \text{const. (між першим та другим валами)}$$

$$\Sigma Z = Z_7 + Z_8 = Z_9 + Z_{10} = Z_{11} + Z_{12} = \text{const. (між другим та третім валами)}$$

$$\Sigma Z = Z_{13} + Z_{14} = Z_{15} + Z_{16} = \text{const. (між третім та четвертим валами)}$$

Суму Z визначають виходячи з того, що найменша кількість зубів на одному колесі може бути 18–20. Тоді $\Sigma Z_{\min} \approx 40$, а відповідно $\Sigma Z_{\max} \approx 120$.

З першого на другий:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{\phi^3}; \quad \frac{z_3}{z_4} = \frac{1}{\phi^2}; \quad \frac{z_5}{z_6} = \frac{1}{\phi^1};$$

З другого на третій:

$$\frac{z_7}{z_8} = \frac{1}{\phi^4}; \quad \frac{z_9}{z_{10}} = \frac{1}{\phi^1}; \quad \frac{z_{11}}{z_{12}} = \frac{1}{\phi^{-2}};$$

З третього на четвертий:

$$\frac{z_{13}}{z_{14}} = \frac{1}{\phi^5}; \quad \frac{z_{15}}{z_{16}} = \frac{1}{\phi^{-4}};$$

Подані два рівняння (за першим та другим правилами) розв'язують спільно. Тоді значення Z_1 та Z_2 визначають так:

$$\begin{aligned} Z_1 &= \frac{\Sigma Z}{1+\phi^3}; & Z_2 &= \Sigma Z - Z_1 \\ Z_3 &= \frac{\Sigma Z}{1+\phi^2}; & Z_4 &= \Sigma Z - Z_3 \\ Z_5 &= \frac{\Sigma Z}{1+\phi^1}; & Z_6 &= \Sigma Z - Z_5 \\ Z_7 &= \frac{\Sigma Z}{1+\phi^4}; & Z_8 &= \Sigma Z - Z_7 \\ Z_9 &= \frac{\Sigma Z}{1+\phi^0}; & Z_{10} &= \Sigma Z - Z_9 \\ Z_{11} &= \frac{\Sigma Z}{1+\phi^{-2}}; & Z_{12} &= \Sigma Z - Z_{11} \\ Z_{13} &= \frac{\Sigma Z}{1+\phi^5}; & Z_{14} &= \Sigma Z - Z_{13} \\ Z_{15} &= \frac{\Sigma Z}{1+\phi^{-4}}; & Z_{16} &= \Sigma Z - Z_{15} \end{aligned}$$

Для визначення реальних значень потрібно задати ΣZ :

$$\Sigma Z = 90, \quad 1 + \phi^3 = 3 \quad \text{і} \quad Z_1 = 30 \quad Z_2 = 90 - 30 = 60.$$

Таким чином, $i_1 = 30/60 = 0,5$.

$$\Sigma Z = 90, \quad 1 + \phi^2 = 2,58 \quad \text{і} \quad Z_3 = 34,7 \approx 35. \quad Z_4 = 90 - 35 = 55.$$

Таким чином, $i_2 = 30/60 = 0,5$.

$$\Sigma Z=90, 1 + \varphi^1 = 2,26 \text{ і } Z_5=39,8 \approx 40. Z_6=90-40=50.$$

Таким чином, $i_3=40/50=0.8$.

$$\Sigma Z=90, 1 + \varphi^4 = 3.52 \text{ і } Z_7=25,5 \approx 26. Z_8=90-26=64.$$

Таким чином, $i_4=26/64=0.4$.

$$\Sigma Z=90, 1 + \varphi^1 = 2.26 \text{ і } Z_9=39,8 \approx 40. Z_{10}=90-40=50.$$

Таким чином, $i_5=40/50=0.79$.

$$\Sigma Z=90, 1 + \varphi^{-2} = 2 \text{ і } Z_{11}=55,2 \approx 56. Z_{12}=90-56=34.$$

Таким чином, $i_6=56/34=1.59$.

$$\Sigma Z=90, 1 + \varphi^5 = 4.17 \text{ і } Z_{13}=21,5 \approx 22. Z_{14}=90-22=68.$$

Таким чином, $i_7=22/68=0.32$.

$$\Sigma Z=90, 1 + \frac{1}{\varphi^4} = 1.39 \text{ і } Z_{15}=65. Z_{16}=90-65=25.$$

Таким чином, $i_8=65/25=2.5$.

Підрахування фактичних частот обертання шпинделя:

$$n_1 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_1 \cdot i_4 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 0,32 = 81 \text{ хв}^{-1}$$

$$n_2 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_2 \cdot i_4 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,63 \cdot 0,4 \cdot 0,32 = 102 \text{ хв}^{-1}$$

$$n_3 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 0,32 = 129 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_4 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_1 \cdot i_5 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,5 \cdot 0,79 \cdot 0,32 = 159 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_5 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_2 \cdot i_5 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,63 \cdot 0,79 \cdot 0,32 = 200 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_6 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_3 \cdot i_5 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,8 \cdot 0,79 \cdot 0,32 = 255 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_7 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_1 \cdot i_6 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,5 \cdot 1,59 \cdot 0,32 = 320 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_8 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_2 \cdot i_6 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,63 \cdot 1,59 \cdot 0,32 = 404 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_9 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_3 \cdot i_6 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,8 \cdot 1,59 \cdot 0,32 = 513 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_{10} = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_1 \cdot i_4 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 2,5 = 634 \text{ XB}^{-1}$$

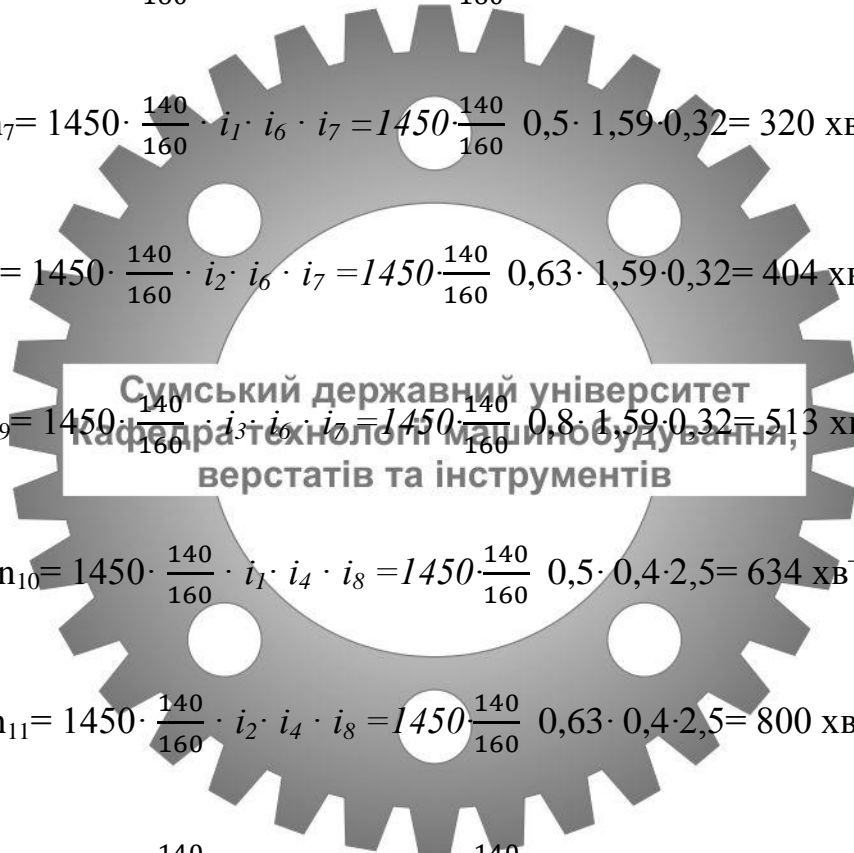
$$n_{11} = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_2 \cdot i_4 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,63 \cdot 0,4 \cdot 2,5 = 800 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_{12} = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 2,5 = 1015 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_{13} = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_1 \cdot i_5 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,5 \cdot 0,79 \cdot 2,5 = 1253 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_{14} = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_2 \cdot i_5 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,63 \cdot 0,79 \cdot 2,5 = 1580 \text{ XB}^{-1}$$

$$n_{15} = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_3 \cdot i_5 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,8 \cdot 0,79 \cdot 2,5 = 2004 \text{ XB}^{-1}$$




$$n_{16} = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_1 \cdot i_6 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,5 \cdot 1,59 \cdot 2,5 = 2521 \text{ хв}^{-1}$$

$$n_{17} = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_2 \cdot i_6 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,63 \cdot 1,59 \cdot 2,5 = 3125 \text{ хв}^{-1}$$

$$n_{18} = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot i_3 \cdot i_6 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{140}{160} \cdot 0,8 \cdot 1,59 \cdot 2,5 = 4034 \text{ хв}^{-1}$$

Оцінка точності кінематичного розрахунку. Вважається, що кінематичний розрахунок привода верстата виконаний добре, якщо фактичні частоти обертання відрізняються від стандартизованих не більше ніж $\pm 10(\varphi-1)\% = [\Delta]$. Для $\varphi = 1,26$ $[\Delta] = \pm 2,6\%$.

Для визначення ступеня невідповідності фактичних частот обертання стандартизованим, користуються формулою:



Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

$$\Delta = \pm \frac{n_{\text{ф}} - n_{\text{ст}}}{n_{\text{ст}}} \cdot 100\%$$

де $n_{\text{ф}}$, $n_{\text{ст}}$ —відповідно фактичні та стандартизовані частоти обертання шпинделя.

Перевіримо відповідність останньої (найбільшої) частоти обертання шпинделя:

$$\Delta = \frac{4034 - 4030}{4030} \cdot 100\% = 0,12\%$$

що знаходиться у межах допуску $[\Delta] = \pm 2,6\%$.

Кінцевий варіант кінематичної схеми привода рисунок 5.4.

Кінематичну схему виконують з дотриманням вимог ГОСТ 2.770–68 і 2.703–68, перший з яких є стандартом на умовні позначення на кінематичних схемах, а другий – правилом виконання кінематичних схем.

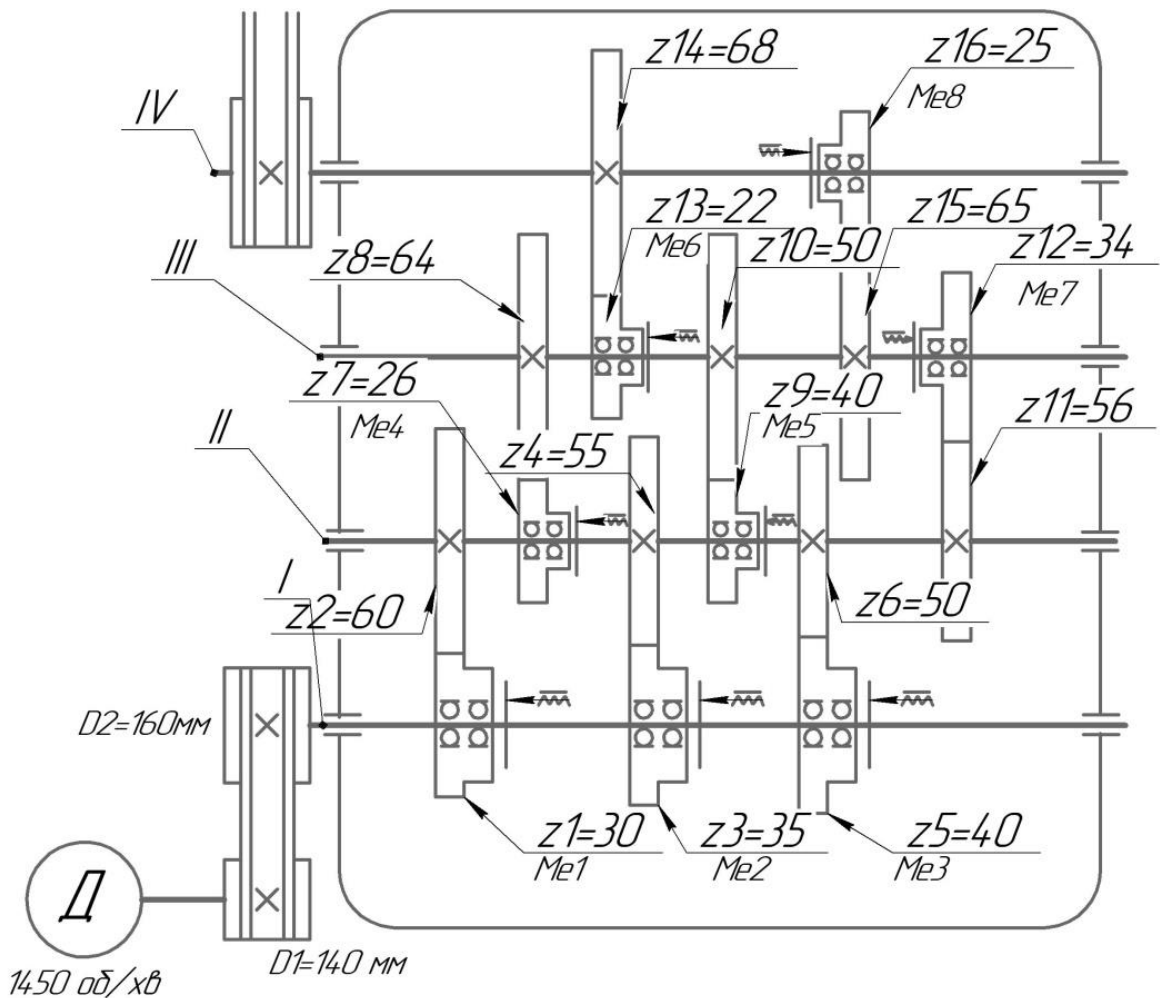


Рисунок 5.4 – Кінцевий варіант кінематичної схеми привода 1Б140

5.2 Конструювання та силові розрахунки модернізованого привода верстата

Підхід до конструювання привода головного руху (коробки швидкостей)

Представлені у даному розділі виконані розрахунки за методикою [12].

Конструювання привода здійснюють на основі кінематичного розрахунку та розробленого кінцевого варіанта кінематичної схеми, що була побудована в попередньому розділі роботи (рис. 5.4).

Для проектування коробки швидкостей необхідно розрахувати та підібрати: міжцентрову відстань між валами, модуль зубчастих коліс, діаметри

і ширину коліс, матеріал коліс, допустимі напруження, відстань між колесами, діаметри та матеріал валів, розрахувати їх на міцність, підібрати підшипники кочення, визначити посадки та допуски і т. ін. (рис. 5.4).

Проектний розрахунок і методика конструювання привода верстата

Починають із того, що визначають міжцентрову відстань між валами майбутньої коробки швидкостей.

Для цього використовують відому формулу:

$$a_{wi} = m \cdot (z_1 + z_2) / 2 = 0,5 \sum z \cdot m$$

де m – модуль зубчастих коліс, мм;

z_1 – кількість зубів на шестерні;

z_2 – кількість зубів на колесі;

$\sum z$ – сумарна кількість зубів колеса та шестерні між валами (з кінематичного розрахунку).

Особливістю використання такої формули є те, що значення модуля невідоме і його потрібно прийняти попередньо, умовно, заручившись досвідом проектування коробок швидкостей із джерел технічної літератури (паспорта верстата).

Частіше за все на верстатах середніх розмірів у коробках швидкостей використовують зубчасті передачі, що мають модуль від 2,5–3,0 мм до 6,0–8,0 мм. Візьмемо значення модуля 3,0 мм для всіх валів і скориставшись даними за кількістю зубів із кінематичного розрахунку визначимо міжцентрову відстань між валами, тобто:

$$a_{w1-2} = 0,5 \cdot 90 \cdot 3 = 135 \text{ (мм)}$$

$$a_{w2-3} = 0,5 \cdot 90 \cdot 3 = 135 \text{ (мм)}$$

$$a_{w3-4} = 0,5 \cdot 90 \cdot 3 = 135 \text{ (мм)}$$

Визначення навантажень на валах: діючі сили, крутні моменти

Для цього потрібно розрахувати сили різання при найбільших режимах та визначити потужність двигуна. Такі розрахунки можливі при індивідуальному завданні та розробленні оригінальної конструкції верстата. Для типових моделей верстатів можна скористатися потужністю базової моделі. Під час розрахунку коробок швидкостей вводять та використовують не номінальні, а розрахункові навантаження:

$$T_{pi} = T_j \cdot K,$$

$$F_p = F_t \cdot K,$$

де T_{pi} – розрахунковий крутний момент на i -му валу, Н·мм;

T_j – момент на попередньому валу, Н·мм;

F_t – колова сила, що прикладена до вала,

K – коефіцієнт навантаження, $K=1,2$.

Крутний момент розраховують за такою формулою:

$$T = P / \omega,$$

де ω – кутова швидкість. При $n=1450 \text{ хв}^{-1}$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 1450}{30} = 152 \text{ рад/с},$$

P – потужність двигуна. $P=5,5 \text{ кВт}$

$$T = \frac{5,5 \cdot 10^3}{152} = 36 \cdot 10^3 \text{ Н·мм}$$

Крутний момент за умови навантаження: (з урахуванням коефіцієнта навантаження):

$$T_{pI} = 36 \cdot 1,2 = 43,2 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$T_{pII} = 43,2 \cdot 1,2 = 51,8 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$T_{pIII} = 51,8 \cdot 1,2 = 62,1 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$T_{pIV} = 62,1 \cdot 1,2 = 74,5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Колову (тангенціальну) силу для розрахунку вала визначимо за формулою:

$$F_{ti} = \frac{2 \cdot T_{pi}}{d_{zi}}$$

Ділильні діаметри зубчастих коліс $d_{z1} = m \cdot z_1$, $d_{z2} = m \cdot z_2$ і т.д. – можна визначити за наявності взятого попередньо модуля та кількості зубів шестерень із кінематичного розрахунку.

Ділильні діаметри зубчастих коліс:

$$d_{zi} = m \cdot z$$

$$d_{z1} = m \cdot z_1 = 3 \cdot 30 = 90 \text{ мм}$$

$$d_{z2} = m \cdot z_2 = 3 \cdot 60 = 180 \text{ мм}$$

$$d_{z3} = m \cdot z_3 = 3 \cdot 35 = 105 \text{ мм}$$

$$d_{z4} = m \cdot z_4 = 3 \cdot 55 = 165 \text{ мм}$$

$$d_{z5} = m \cdot z_5 = 3 \cdot 40 = 120 \text{ мм}$$

$$d_{z6} = m \cdot z_6 = 3 \cdot 50 = 150 \text{ мм}$$

$$d_{z7} = m \cdot z_7 = 3 \cdot 26 = 78 \text{ мм}$$

$$d_{z8} = m \cdot z_8 = 3 \cdot 64 = 192 \text{ мм}$$

$$d_{z9} = m \cdot z_9 = 3 \cdot 40 = 120 \text{ мм}$$

$$d_{z10} = m \cdot z_{10} = 3 \cdot 50 = 150 \text{ мм}$$

$$d_{z11} = m \cdot z_{11} = 3 \cdot 56 = 168 \text{ мм}$$

$$d_{z12} = m \cdot z_{12} = 3 \cdot 34 = 102 \text{ мм}$$

$$d_{z13} = m \cdot z_{13} = 3 \cdot 22 = 66 \text{ мм}$$

$$d_{z14} = m \cdot z_{14} = 3 \cdot 68 = 204 \text{ мм}$$

$$d_{z15} = m \cdot z_{15} = 3 \cdot 65 = 195 \text{ мм}$$

$$d_{z16} = m \cdot z_{16} = 3 \cdot 25 = 75 \text{ мм}$$

Тангенціальна сила:

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot T_{pI}}{d_{z1}} = \frac{2 \cdot 43,2 \cdot 10^3}{90} = 960 \text{ Н}$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot T_{pII}}{d_{z2}} = \frac{2 \cdot 51,8 \cdot 10^3}{180} = 576 \text{ Н}$$

$$F_{t3} = \frac{2 \cdot T_{pI}}{d_{z3}} = \frac{2 \cdot 43,2 \cdot 10^3}{105} = 823 \text{ Н}$$

$$F_{t4} = \frac{2 \cdot T_{pII}}{d_{z4}} = \frac{2 \cdot 51,8 \cdot 10^3}{165} = 628 \text{ Н}$$

$$F_{t5} = \frac{2 \cdot T_{pI}}{d_{z5}} = \frac{2 \cdot 43,2 \cdot 10^3}{120} = 720 \text{ Н}$$

$$F_{t11} = \frac{2 \cdot T_{pII}}{d_{z11}} = \frac{2 \cdot 51,8 \cdot 10^3}{168} = 616 \text{ Н}$$

$$F_{t6} = \frac{2 \cdot T_{pII}}{d_{z6}} = \frac{2 \cdot 51,8 \cdot 10^3}{150} = 690 \text{ Н}$$

$$F_{t12} = \frac{2 \cdot T_{pIII}}{d_{z12}} = \frac{2 \cdot 62,1 \cdot 10^3}{102} = 1218 \text{ Н}$$

$$F_{t7} = \frac{2 \cdot T_{pII}}{d_{z7}} = \frac{2 \cdot 51,8 \cdot 10^3}{78} = 1328 \text{ Н}$$

$$F_{t13} = \frac{2 \cdot T_{pIII}}{d_{z13}} = \frac{2 \cdot 62,1 \cdot 10^3}{66} = 1882 \text{ Н}$$

$$F_{t8} = \frac{2 \cdot T_{pIII}}{d_{z8}} = \frac{2 \cdot 62,1 \cdot 10^3}{192} = 647 \text{ Н}$$

$$F_{t14} = \frac{2 \cdot T_{pIV}}{d_{z14}} = \frac{2 \cdot 74,5 \cdot 10^3}{204} = 730 \text{ Н}$$

$$F_{t9} = \frac{2 \cdot T_{pII}}{d_{z9}} = \frac{2 \cdot 51,8 \cdot 10^3}{120} = 863 \text{ Н}$$

$$F_{t15} = \frac{2 \cdot T_{pIII}}{d_{z15}} = \frac{2 \cdot 62,1 \cdot 10^3}{195} = 637 \text{ Н}$$

$$F_{t10} = \frac{2 \cdot T_{pIII}}{d_{z10}} = \frac{2 \cdot 62,1 \cdot 10^3}{150} = 828 \text{ Н}$$

$$F_{t16} = \frac{2 \cdot T_{pIV}}{d_{z16}} = \frac{2 \cdot 74,5 \cdot 10^3}{75} = 1987 \text{ Н}$$

Розрахункові навантаження остаточно дорівнюють:

$$F_{tpi} = F_{ti} \cdot K$$

$$F_{tp1} = F_{t1} \cdot 1,2 = 960 \cdot 1,2 = 1152 \text{ Н}$$

$$F_{tp2} = F_{t2} \cdot 1,2 = 576 \cdot 1,2 = 691 \text{ Н}$$

$$F_{tp3} = F_{t3} \cdot 1,2 = 822 \cdot 1,2 = 986 \text{ Н}$$

$$F_{tp4} = F_{t4} \cdot 1,2 = 628 \cdot 1,2 = 754 \text{ Н}$$

$$F_{tp5} = F_{t5} \cdot 1,2 = 720 \cdot 1,2 = 864 \text{ Н}$$

$$F_{tp6} = F_{t6} \cdot 1,2 = 691 \cdot 1,2 = 829 \text{ Н}$$

$$F_{tp7} = F_{t7} \cdot 1,2 = 1328 \cdot 1,2 = 1594 \text{ Н}$$

$$F_{tp8} = F_{t8} \cdot 1,2 = 647 \cdot 1,2 = 776 \text{ Н}$$

$$F_{tp9} = F_{t9} \cdot 1,2 = 863 \cdot 1,2 = 1036 \text{ Н}$$

$$F_{tp10} = F_{t10} \cdot 1,2 = 828 \cdot 1,2 = 994 \text{ Н}$$

$$F_{tp11} = F_{t11} \cdot 1,2 = 617 \cdot 1,2 = 740 \text{ Н}$$

$$F_{tp12} = F_{t12} \cdot 1,2 = 1218 \cdot 1,2 = 1462 \text{ Н}$$

$$F_{tp13} = F_{t13} \cdot 1,2 = 1882 \cdot 1,2 = 2258 \text{ Н}$$

$$F_{tp14} = F_{t14} \cdot 1,2 = 730 \cdot 1,2 = 876 \text{ Н}$$

$$F_{tp15} = F_{t15} \cdot 1,2 = 637 \cdot 1,2 = 764 \text{ Н}$$

$$F_{tp16} = F_{t16} \cdot 1,2 = 1987 \cdot 1,2 = 2384 \text{ Н}$$

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
перстатів та інструментів

Геометричний розрахунок зубчастих коліс

Основні розміри шестерні та колеса. Ділильні діаметри визначаються за вищенаведеною формулою. Зовнішні діаметри розраховують за формулою:

$$d_{a1} = d_{w1} + 2 \cdot m$$

а внутрішній – за формулою:

$$d_{f1} = d_{w1} - 2,5m.$$

Розрахунок діаметрів коліс краще звести у таблицю.

Таблиця 5.1–Розрахунок діаметрів коліс привода

Кількість зубців коліс	Ділильний діаметр d_w , мм	Зовнішній діаметр d_{ai} , мм	Внутрішній діаметр d_{fi} , мм
$Z_1=60$	90	96	82,5
$Z_2=60$	180	186	172,5
$Z_3=35$	105	111	97,5
$Z_4=55$	165	171	157,5
$Z_5=40$	120	126	112,5
$Z_6=50$	150	156	142,5
$Z_7=26$	78	84	70,5
$Z_8=64$	192	198	184,5
$Z_9=40$	120	126	112,5
$Z_{10}=50$	150	156	142,5
$Z_{11}=56$	168	174	160,5
$Z_{12}=34$	102	108	94,5
$Z_{13}=22$	66	73	58,5
$Z_{14}=68$	204	210	196,5
$Z_{15}=65$	195	201	187,5
$Z_{16}=25$	75	81	67,5

Розрахунок валів та шпонкового з'єднання

Попередній розрахунок

Визначаємо мінімальний діаметр вала із розрахунку на чисте кручення (без урахування згину) за зниженими допустимими напруженнями кручення за формулою.

$$d_{min} \geq \sqrt[3]{\frac{T_i}{0,2 \cdot [\tau_{кр}]}}$$

$[\tau_{кр}] = 20$ МПа—знижені допустимі напруження кручення.

Діаметр вихідного кінця першого вала :

Отриманий результат округлюють до найближчого більшого значення зі стандартного ряду [1, с.180].

Тоді діаметр вихідного кінця першого вала :

$$d_{min1} = \sqrt[3]{\frac{43,2 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} \approx 30 \text{ (мм)}$$

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

а) діаметр вала під підшипниками:

$$d_n = d_{min} = 30 \text{ (мм);}$$

б) діаметр вала під колеса:

$$d_k = d_n + (5 \div 8 \text{ мм}) = 30 + 5 = 35 \text{ мм;}$$

в) Вибираємо для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом призматичну шпонку із закругленими торцями. Матеріал шпонки—сталь 45 нормалізована. Розрахункове допустиме напруження зминання $[\sigma_{зМ}] = 100$ МПа для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями. [1, с. 170].

Для вала під зубчастим колесом з діаметром $d=35$ мм вибираємо за ГОСТ 23360–78 [4, с.370] розміри шпонки $b \times h$ (ширину $b=10$ мм, висоту $h=8$ мм) і глибину паза на валу $t_1=5,0$ мм.

Розрахунковий момент обертання на валу $T_1=43,2$ Н·м.

Визначаємо робочу довжину шпонки l_p із умови міцності шпонкового з'єднання на зминання

$$l_p = \frac{2 \cdot T_1}{d \cdot [\sigma_{зм}] \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 43,2 \cdot 10^3}{35 \cdot 100 \cdot (8 - 5,0)} = 10 \text{ мм.}$$

Довжина шпонки:

$$l = l_p + b = 10 + 10 = 20 \text{ (мм).}$$

Згідно ГОСТ 23360–78 обираємо довжину $l = 22$ мм.

Таким чином, для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом вибираємо призматичну шпонку $b \times h \times l = 10 \times 8 \times 22$ ГОСТ 23360–78 [4, с.370].

Діаметр вихідного кінця другого вала :

$$d_{min2} = \sqrt[3]{\frac{51,8 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} \approx 25 \text{ (мм)}$$

а) діаметр вала під підшипниками:

$$d_{II} = d_{min} = 25 \text{ (мм);}$$

б) діаметр вала під колеса:

$$d_k = d_{II} + (5 \div 8 \text{ мм}) = 25 + 5 = 30 \text{ мм;}$$

в) Вибираємо для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом призматичну шпонку із закругленими торцями. Матеріал шпонки–сталь 45 нормалізована.

Розрахункове допустиме напруження змінання $[\sigma_{3M}] = 100$ МПа для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями. [1, с. 170].

Для вала під зубчастим колесом з діаметром $d = 30$ мм вибираємо за ГОСТ 23360–78 [4, с.370] розміри шпонки $b \times h$ (ширину $b = 10$ мм, висоту $h = 8$ мм, і глибину паза на валу $t_1 = 5,0$ мм).

Розрахунковий момент обертання на валу $T_2 = 51,8$ Н·м.

Визначаємо робочу довжину шпонки l_p із умови міцності шпонкового з'єднання на змінання:

$$l_p = \frac{2 \cdot T_2}{d \cdot [\sigma_{3M}] \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 51,8 \cdot 10^3}{30 \cdot 100 \cdot (8 - 5,0)} = 11 \text{ (мм)}.$$

Довжина шпонки:

Сума $l = l_p + b = 11 + 10 = 21$ мм
 Кафедра технології машинобудування,
 верстатів та інструментів

Згідно ГОСТ 23360–78 обираємо довжину $l = 22$ мм.

Таким чином, для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом вибираємо призматичну шпонку $b \times h \times l = 10 \times 8 \times 22$ ГОСТ 23360–78 [4, с.370].

Діаметр вихідного кінця третього вала :

$$d_{min3} = \sqrt[3]{\frac{62,1 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} \approx 25 \text{ мм}$$

а) діаметр вала під підшипниками

$$d_n = d_{min} = 25 \text{ мм};$$

б) діаметр вала під колеса

$$d_k = d_n + (5 \div 8 \text{ мм}) = 25 + 5 = 30 \text{ мм};$$

в) Вибираємо для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом призматичну шпонку із закругленими торцями. Матеріал шпонки—сталь 45 нормалізована. Розрахункове допустиме напруження зминання $[\sigma_{3M}] = 100$ МПа для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями. [1, с. 170].

Для вала під зубчастим колесом з діаметром $d = 30$ мм вибираємо за ГОСТ 23360–78 [4, с.370] розміри шпонки $b \times h$ (ширину $b = 10$ мм, висоту $h = 8$ мм) і глибину паза на валу $t_1 = 5,0$ мм.

Розрахунковий момент обертання на валу $T_3 = 62,1$ Н·м.

Визначаємо робочу довжину шпонки l_p із умови міцності шпонкового з'єднання на зминання:

$$l_p = \frac{2 \cdot T_3}{d \cdot [\sigma_{3M}] \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 62,1 \cdot 10^3}{30 \cdot 100 \cdot (8 - 5,0)} = 14 \text{ (мм)}.$$

Довжина шпонки:

$$l = l_p + b = 14 + 10 = 24 \text{ (мм)}.$$

Згідно ГОСТ 23360–78 [4, с. 370] обираємо довжину $l = 25$ мм.

Таким чином, для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом вибираємо призматичну шпонку $b \times h \times l = 10 \times 8 \times 25$ ГОСТ 23360–78.

Діаметр вихідного кінця четвертого вала :

$$d_{min4} = \sqrt[3]{\frac{74,5 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} \approx 27 \text{ (мм)}$$

а) діаметр вала під підшипниками:

$$d_{\text{п}} = d_{\text{min}} = 27 \text{ (мм)}.$$

б) діаметр вала під колеса:

$$d_{\text{к}} = d_{\text{п}} + (5 \div 8 \text{ мм}) = 27 + 8 = 35 \text{ мм};$$

в) Вибираємо для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом призматичну шпонку із закругленими торцями. Матеріал шпонки—сталь 45 нормалізована. Розрахункове допустиме напруження зминання $[\sigma_{\text{ЗМ}}] = 100 \text{ МПа}$ для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями.

Для вала під зубчастим колесом з діаметром $d = 35 \text{ мм}$ вибираємо за ГОСТ 23360–78 розміри шпонки $b \times h$ (ширину $b = 10 \text{ мм}$, висоту $h = 8 \text{ мм}$) і глибину паза на валу $t_1 = 5,0 \text{ мм}$. [4, с.370].

Розрахунковий момент обертання на валу $T_1 = 74,5 \text{ Н·м}$.

Визначаємо робочу довжину шпонки l_p із умови міцності шпонкового з'єднання на зминання:

$$l_p = \frac{2 \cdot T_1}{d \cdot [\sigma_{\text{ЗМ}}] \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 74,5 \cdot 10^3}{35 \cdot 100 \cdot (8 - 5,0)} = 14 \text{ (мм)}.$$

Довжина шпонки:

$$l = l_p + b = 14 + 10 = 24 \text{ (мм)}.$$

Згідно ГОСТ 23360–78 [4, с.370]. Обираємо довжину $l = 25 \text{ мм}$.

Таким чином, для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом вибираємо призматичну шпонку $b \times h \times l = 10 \times 8 \times 25 \text{ ГОСТ 23360–78 [4, с.370]}$.

Уточнюючий (перевірний) розрахунок вала

Метою розрахунку є визначення коефіцієнту запасу втомної міцності S у небезпечному перерізі першого вала і порівняння його з допустимим запасом.

Приймаємо при розрахунку вала на втомну міцність, що напруження згину змінюються за симетричним циклом, а напруження кручення—за віднульовим (пульсуючим) циклом. Проводимо розрахунок для небезпечного перерізу вала під колесом, де концентрація напружень обумовлена наявністю шпонкового паза.

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} \geq [S]$$

де $[S]$ —допустимий коефіцієнт запасу міцності; значення $[S]$ знаходиться у межах 1,3–1,5; приймаємо $[S]=1,4$; Міцність забезпечується, якщо $S \geq [S]$.

S_{σ} —коефіцієнт запасу міцності за нормальними напруженнями;

S_{τ} — коефіцієнт запасу міцності за дотичними напруженнями;

S —загальний коефіцієнт запасу міцності. Його й потрібно визначити.

Складова попередньої формули—коефіцієнт запасу міцності за нормальним напруженням S_{σ} —визначається за формулою

де σ_{-1} —межа витримки при симетричному циклі;

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_v + \psi_a \cdot \sigma_m}$$

$K_{\sigma}=1,6$ —коефіцієнт, для вала зі шпонковою канавкою;

$\varepsilon_{\sigma}=0,92$ —масштабний фактор;

$\psi_{\sigma}=0,15$ —коефіцієнт;

σ_m —середнє напруження, $\sigma_m=0$;

σ_v —амплітуда нормальних напружень на згинання.

В останній формулі невизначеними є:

σ_{-1} —межа витримки при симетричному циклі;

σ_v —амплітуда нормальних напружень на згинання.

Для визначення σ_{-1} потрібно знати σ_B ,

σ_B для сталі 45 дорівнює 750 МПа з [Зс.361], тоді

$\sigma_{-1} \approx 650$ МПа;

σ_v —амплітуда нормальних напружень на згинання—визначається формулою:

$$\sigma_v = \frac{M}{W_{\text{нетто}}}$$

до якої надходить сумарний момент M_{Σ} на згинання та параметр $W_{\text{нетто}}$.

Для розрахунку σ_v необхідно знайти сумарний згинальний момент M_{Σ} на валу. Для цього побудуємо схему дючих сил та реакції і визначимо реакції

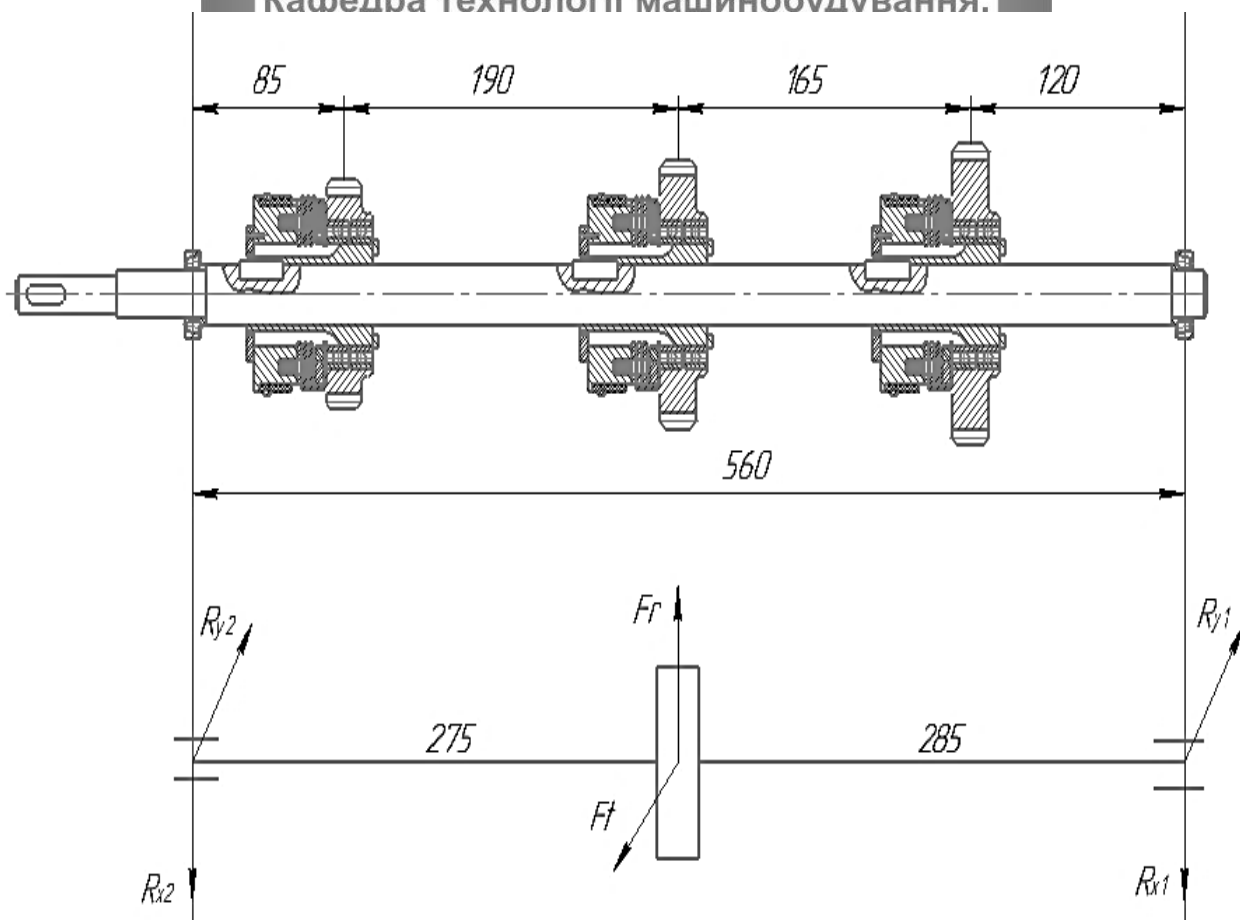


Рисунок 5.5 –Схема діючих сил та реакцій опор I вала коробки

Реакції опор у площині XZ:

$$R_{y_1} = \frac{F_t \cdot 240}{240 + 250} = \frac{823 \cdot 285}{275 + 285} = 418,8 \text{ Н},$$

$$R_{y_2} = \frac{F_t \cdot 134}{250 + 240} = \frac{823 \cdot 275}{275 + 285} = 404,1 \text{ Н}.$$

Реакції опор у площині YZ:

$$R_{x_1} = \frac{F_{r3} \cdot 240}{240 + 250} = \frac{823 \cdot 285}{275 + 285} = 418,8 \text{ Н},$$

$$R_{x_2} = \frac{F_r \cdot 250}{240 + 250} = \frac{823 \cdot 275}{275 + 285} = 404,1 \text{ Н}.$$

Згинальні моменти:

$$M_x = R_{x_1} \cdot 285 = 119,3 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

$$M_y = R_{y_1} \cdot 285 = 115,1 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

Сумарний згинальний момент: $M_{\Sigma} = \sqrt{(119,3 \cdot 10^3)^2 + (115,1 \cdot 10^3)^2} = 165,7 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$

За наявності таких розрахунків потрібно будемо схему діючих сил та моментів та епюри діючих сил та моментів (рис.5.6).

Крутний момент T_{pl} на епюрі вала (рис. 5.6) визначили при проектному розрахунку: $T_{pl} = 43,2 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$

Сумарний згинальний момент також визначено.

Розраховуємо амплітуду нормальних напружень на згинання:

$$\sigma_v = \frac{M_\Sigma}{W_{\text{нетто}}} = \frac{165,7 \cdot 10}{2,81 \cdot 10} = 58 \text{ Мпа,}$$

де $W_{\text{нетто}}$ розраховано як [3]

$$W = \frac{\pi \cdot D^3}{32} - \frac{b \cdot h \cdot (2 \cdot D - h)^2}{16 \cdot D} = 2,81$$

Тепер можна розрахувати коефіцієнт запасу міцності за нормальними напруженнями :

$$S_\sigma = \frac{650}{\frac{1,6 \cdot 30}{0,92}} \approx 3,4 > [S_\sigma] = 1,5$$

Значення коефіцієнта свідчить, що міцність вибраного діаметра вала у проектному розрахунку достатня для працездатності цього елемента (першого вала) привода верстата за нормальними напруженнями.

До загальної формули умови міцності входить і коефіцієнт запасу міцності за дотичними напруженнями, який визначається за формулою:

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_a + \psi_\tau \tau_m}$$

Окремі значення параметрів за рекомендаціями [4] такі:

$$\tau_{-1} \approx (0,5 - 0,58)\sigma_{-1}; \quad \varepsilon_\tau = 0,74; \quad \psi_\tau = 0,1; \quad \tau_m = 6.$$

Підстановка значень у формулу дає результат:

$$s_\tau \approx 11,7.$$

Загальний коефіцієнт запасу міцності:

$$S = \frac{1,7 \cdot 11,7}{\sqrt{(1,7)^2 + (11,7)^2}} = 1,68 > 1,4.$$

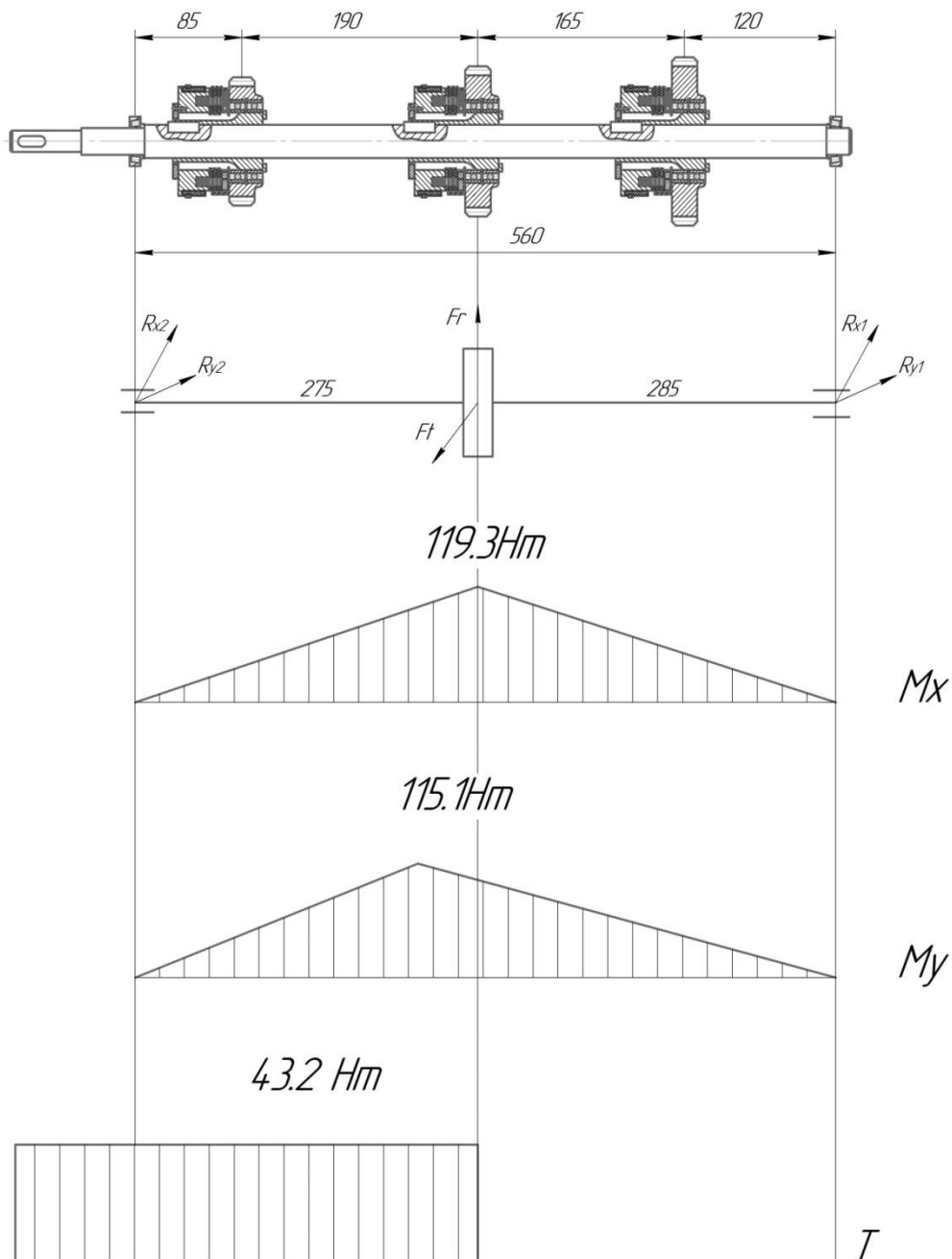


Рисунок 5.6 – Епюри згинального та крутного моментів при уточнюючому розрахунку вала

Конструкція привода верстата першого валу працездатна тому, що коефіцієнт запасу міцності більший ніж допустимий. При конструюванні враховують

жорсткість елементів, але це потрібно робити для відповідного вузла шпинделя, тому для вала достатньо розрахунку на міцність. При цьому важливо, щоб загальний розрахунковий коефіцієнт міцності був не менший за допустимий.

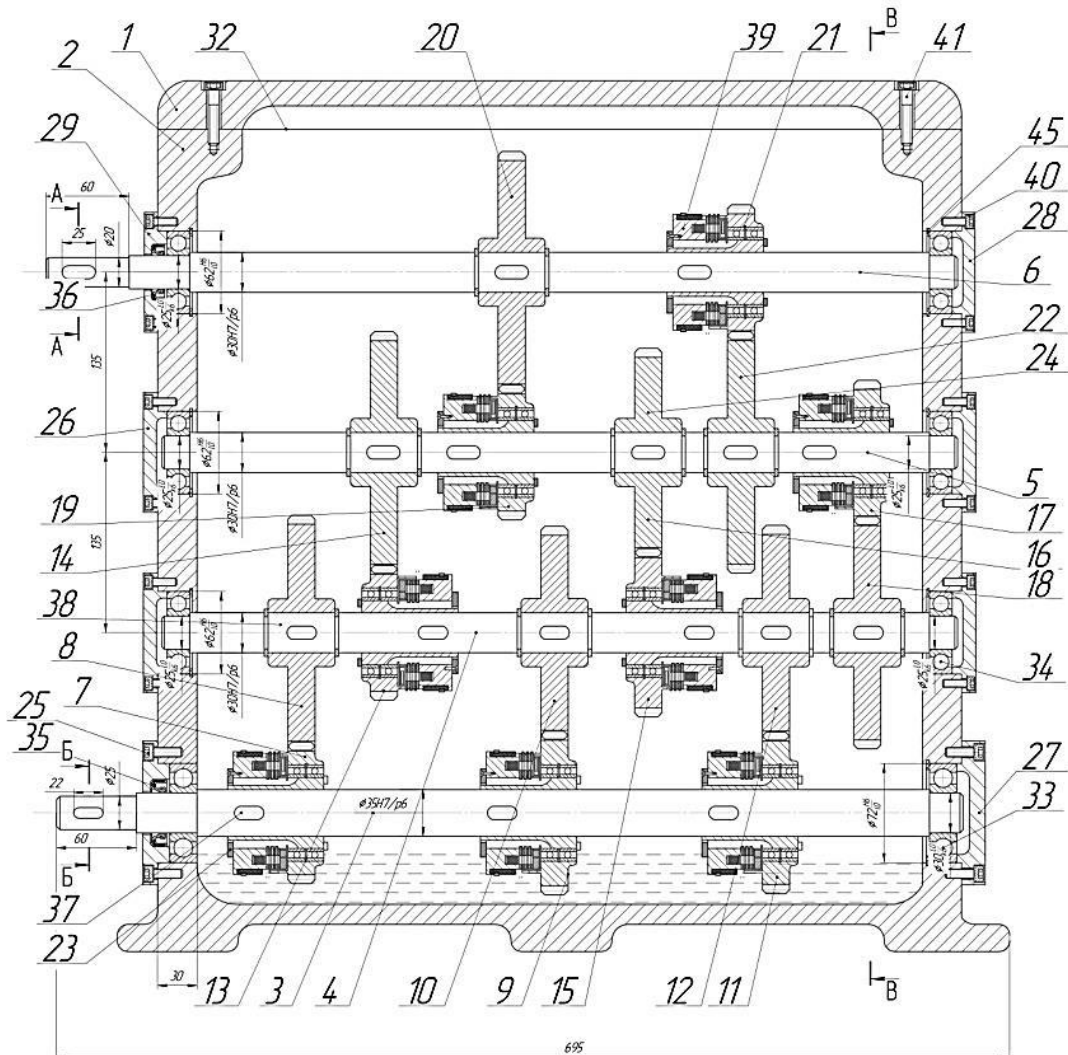


Рисунок 5.7–Конструкція розгортки коробки швидкостей модернізованого приводу головного руху

Позиції розгортки дивитися на специфікації.

5.3 Висновок по розділу

У розділі було виконано кінематичний розрахунок коробки швидкостей верстата, вібрана структурна формула, розраховані вали, підібрані діаметри коліс, а також підібрані розміри шпонок.

РОЗДІЛ 6

ВИКОНАННЯ ЗГОРТКИ КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ

6.1 Виконання згортки

Огляд типових конструкцій згорток коробок швидкостей подана на (рис.6.1, 6.2, 6.3).

Основні параметри розробляються в наступному порядку:

а) визначаються відстані між осями валів і проводяться осьові лінії.

б) на осях розташовуються зубчасті колеса, муфти та інші передачі і механізми відповідно до кінематичної схеми.

При цьому потрібно забезпечити можливість переміщення рухомих зубчастих коліс і муфт, розміщення механізмів управління, регулювання підшипників, збирання та розбирання вузла, а також звернути увагу на те, щоб пересувні блоки зубчастих коліс не зчепилися одночасно з двома нерухомими колесами на суміжному валу.

в) уздовж осі кожного вала проєктуються всі відповідні конструктивні розміри, що дозволяє визначити його орієнтовну довжину.

Креслення згортки коробки швидкостей виконується після наступних пунктів:

- Вибирається положення осі першого валу.
- З центру першого валу проводиться коло радіусом, рівним відстані між віссю першого валу і віссю сусіднього вала. Будь-яка точка на цій окружності може бути центром цього валу і буде задовольняти умові зчеплення коліс. Центр вибирається з урахуванням можливості раціонального розташування та інших валів.
- Таким же шляхом визначаються центри інших валів. При розташуванні валів необхідно забезпечити просту форму корпусу, зручність його обробки, збирання та розбирання. Потрібно прагнути розташовувати центри валів на одних і тих же лініях, як по вертикалі, так і по горизонталі, що робить корпус більш технологічним.

Приклади згорток коробок швидкостей рисунок 6.1.

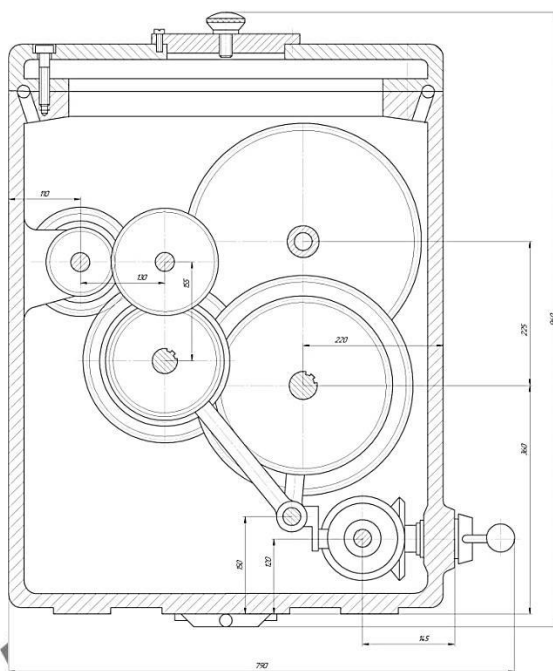


Рисунок 6.1—Згортка коробки швидкостей для $Z=18$

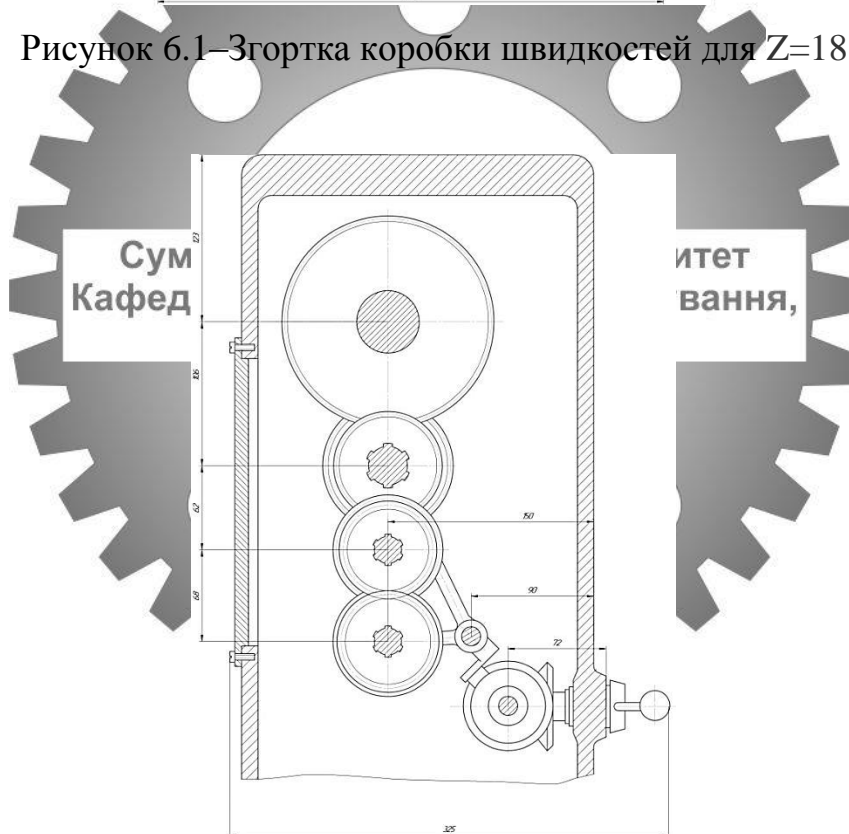


Рисунок 6.2—Згортка коробки швидкостей для $Z=12$.

Після ознайомлення з методикою побудови згорток коробок швидкостей та огляду прикладів побудови згорток з конструктивних міркувань виконуємо компоновку згортки коробки швидкостей за завданням для $Z = 18$. У даному випадку

використовуються багатодискові електромурфти, тому це полегшує компонування коробки швидкостей.

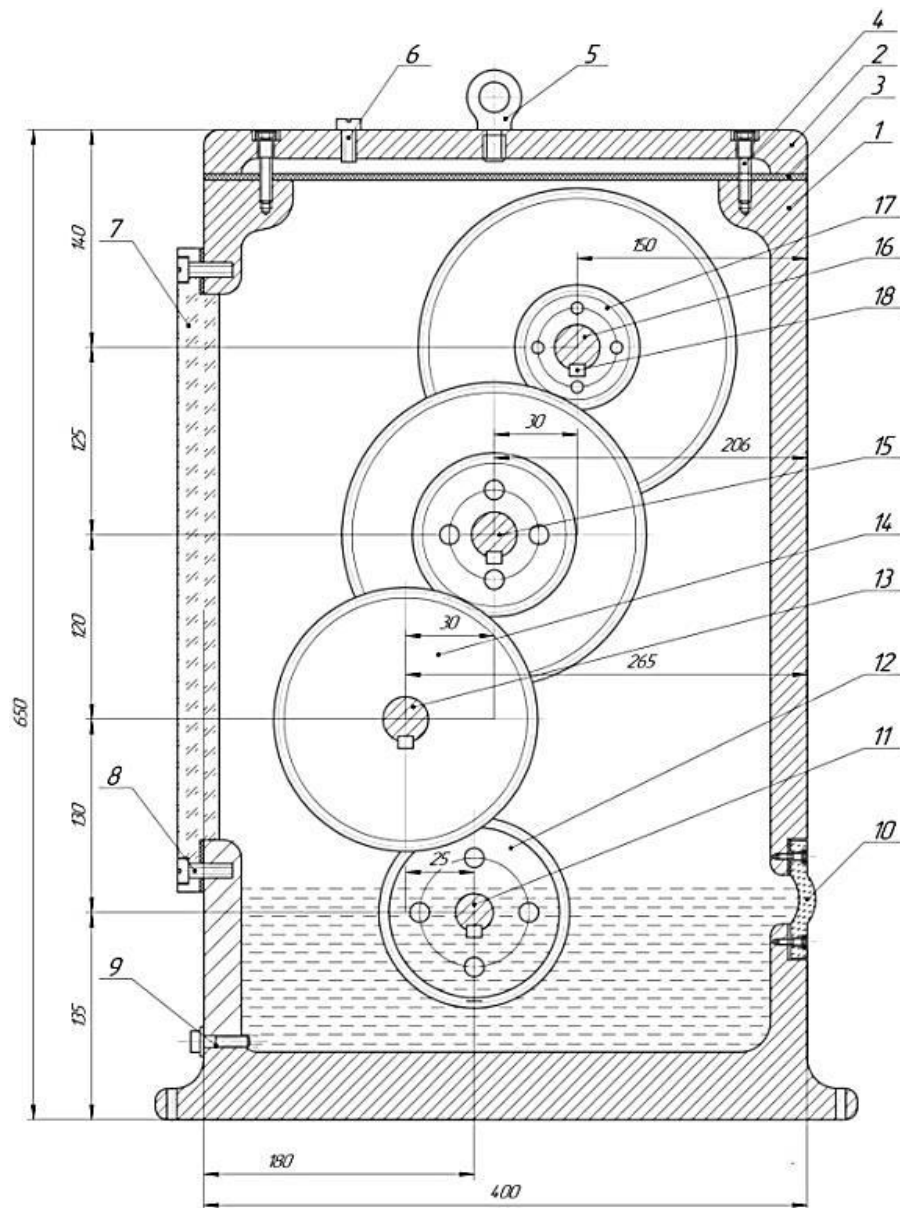


Рисунок 6.3–Згортка коробки швидкостей модернізованого верстата 1Б140:

- 1 – Корпус; 2 – Кришка; 3 – Прокладка; 4 – Болт М8; 5 – Рим болт; 6 – Заливний болт М12; 7 – Вікно; 8 – Гвинт М6; 9 – Зливний болт М12; 10 – Вікно рівня масла; 11 – Вхідний вал I; 12 – Шестерня; 13 – Проміжний вал II; 14 – Зубчасте колесо; 15 – Проміжний вал III; 16 – Вихідний вал IV; 17 – Шестерня; 18 – Шпонка 10x8

Пульт керування приводу головного руху і подач модернізованого верстата 1Б140.

До конструкції коробки швидкостей входять 8 електромагнітних багатодискових муфт та електродвигун постійного струму, при попарному ввімкненні цих муфт та регулюванні обертів двигуна, можна отримати велику кількість частот обертання. Це забезпечується 19-ти позиційним поворотним перемикачем

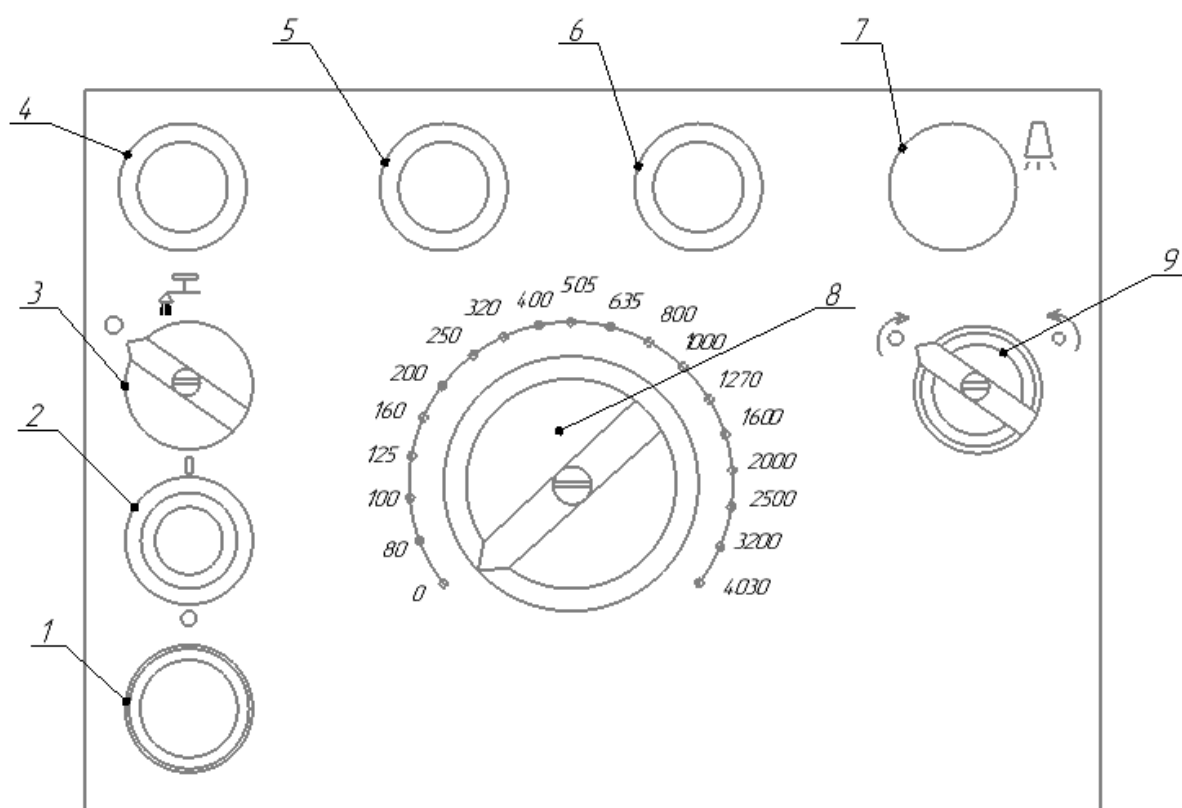


Рисунок 6.4—Пульт керування приводу головного руху і подач верстатом 1Б140:
 1 – Кнопка аварійного вимкнення; 2 – Кнопка запуску головного руху; 3 – Перемикач подачі СОЖ; 4,5,6 – Сигнальні лампи; 7 – Кнопка освітлення; 8 – Перемикач швидкостей $S=18$; 9 – Перемикач реверсу

Вибір та розрахунок електромагнітних муфт

Конструкція багатодискової електромагнітної муфти (рис.6.5).

Електромагнітні муфти можуть бути однодисковими та багатодисковими. Муфта складається із корпусу 1, який обертається разом з валом 13, котушки 2, дисків 11, обертових разом з корпусом 1, і дисків 6, розміщених між дисків 11 і обертових разом з шестернею 7, якоря 9 і 10 і штопорного кільця 8. Живлення муфти здійснюється через щітку 3 і токоз'ємники 5 і 4.

При вимкненій муфті зубчасте колесо 7 вільно обертається на втулці 12, вала 13, що забезпечується підшипниками. При ввімкненій муфті якоря 9, 10 прижимають диски 6 та 11 до корпусу 1. Форма дисків та їх мала товщина забезпечує великий магнітний опір в радіальному напрямку. Таким чином забезпечується передача руху від вала 13 через втулку 12 зубчастому колесу 7.

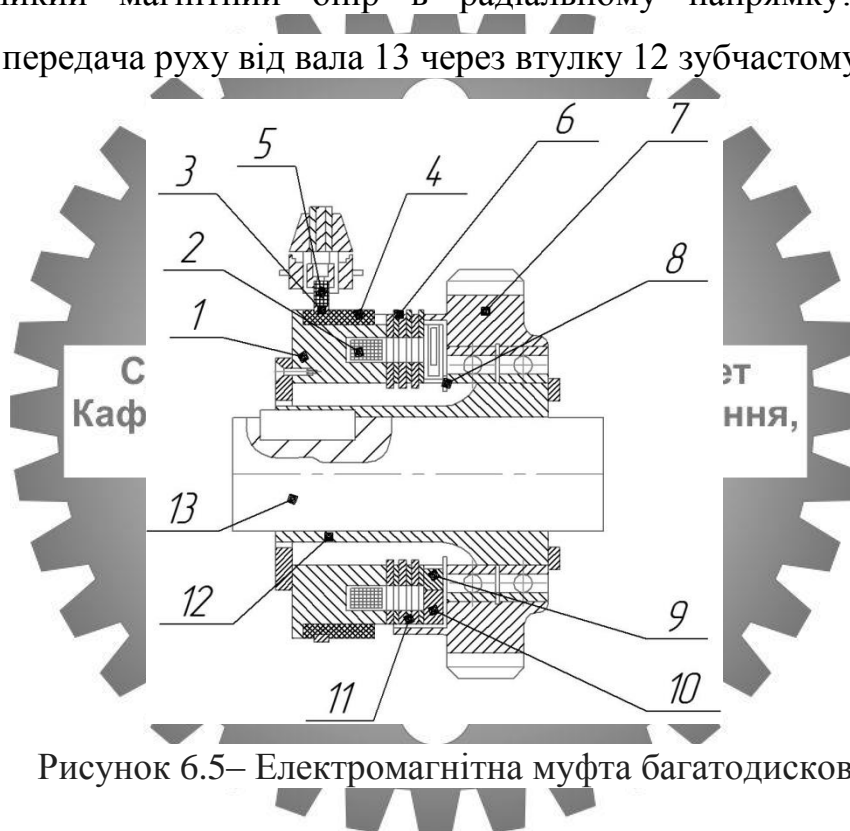


Рисунок 6.5– Електромагнітна муфта багатодискова

При виборі, муфта повинна задовольняти п'яти умовам [3].

1) Номінальний передаючий момент муфти повинен бути більше максимального приведенного до неї статичного моменту навантаження $M_{C \max}$:

$$M_H > k \cdot M_{C \max} ,$$

де k – коефіцієнт запасу, $k = 1,1 \dots 1,6$.

2) Момент, що обертає муфти повинен бути більше максимального наведеного до муфти моменту рушання механізму M_{TP} , т.е. $M_B > M_{TP}$.

3) Муфта повинна забезпечувати задані для механізму тривалість розгону, t_p , гальмування t_m і реверсу $t_{рев}$:

$$t_p = \frac{I}{9,55} - \frac{n_2 - n_1}{0,9 \cdot M_B - M_C},$$

$$t_m = \frac{I}{9,55} - \frac{n_2 - n_1}{0,9 \cdot M_B + M_C},$$

$$t_{рев} = t_p + t_m,$$

де I – приведений момент інерції, $кг \cdot м^2$;

n_1 і n_2 – частоти обертання, $об/мин$;

M_B і M_C – моменти обертання і опору руху, $Н \cdot м$.

4) Остаточний переданий момент $M_{ол}$ повинен бути менше приведенного до валу муфти мінімального момента опору механізму M_{Cmin} при русі на холостому ході, т.е. $M_{ол} < k_1 \cdot M_{Cmin}$, где $k_1 = 0,5...0,7$.

5) Середня потужність втрат ΔP_{cp} повинні бути менші потужності допустимих втрат ΔP для вибраної муфти.

$$\Delta P_{cp} = \Delta P_{тр} + \Delta P_o \cdot \left(1 - \frac{ПВ}{100}\right) + \frac{P_K \cdot ПВ}{100},$$

де $\Delta P_{тр}$ – втрати на тертя;

ΔP_o – втрати холостого ходу;

$ПВ$ – відносна тривалість включення муфти, %;

Втрати на тертя при розгоні:

$$\Delta P_{тр.р} = \frac{I \cdot (n_2 - n_1)^2}{182} \cdot \frac{0,9 \cdot M_B}{0,9 \cdot M_B - M_C} \cdot \frac{z}{3600},$$

де z – кількість включень муфти за годину.

Втрати на тертя при гальмуванні:

$$\Delta P_{тр.т} = \frac{I \cdot (n_2 - n_1)^2}{182} \cdot \frac{0,9 \cdot M_B}{0,9 \cdot M_B + M_C} \cdot \frac{z}{3600}$$

Втрати на тертя при реверс:

$$\Delta P_{тр.рев} = 3 \cdot \Delta P_{тр.т} + \Delta P_{тр.р}$$

Втрати холостого ходу:

$$\Delta P_o = 0,105 \cdot M_e \cdot n_{отн}$$

де $n_{отн}$ – відносна частота обертання дисків при вимкненій муфті.

Максимальний момент даної коробки швидкостей $T_{max} = T_{рIV} = 61,3 \cdot 10^3 \cdot 2 = 122,6 \cdot 10^3$ Н·мм, а, $n_{max} = 4030$ об/хв, згідно ГОСТ 21574–88 обираємо Э1М084–електромагнітна багатодискова муфта 08 типорозміру 4–го виконання, що забезпечує передачу моменту в 100 Н·м при 4500 об/хв, що задовольняє задані умови.

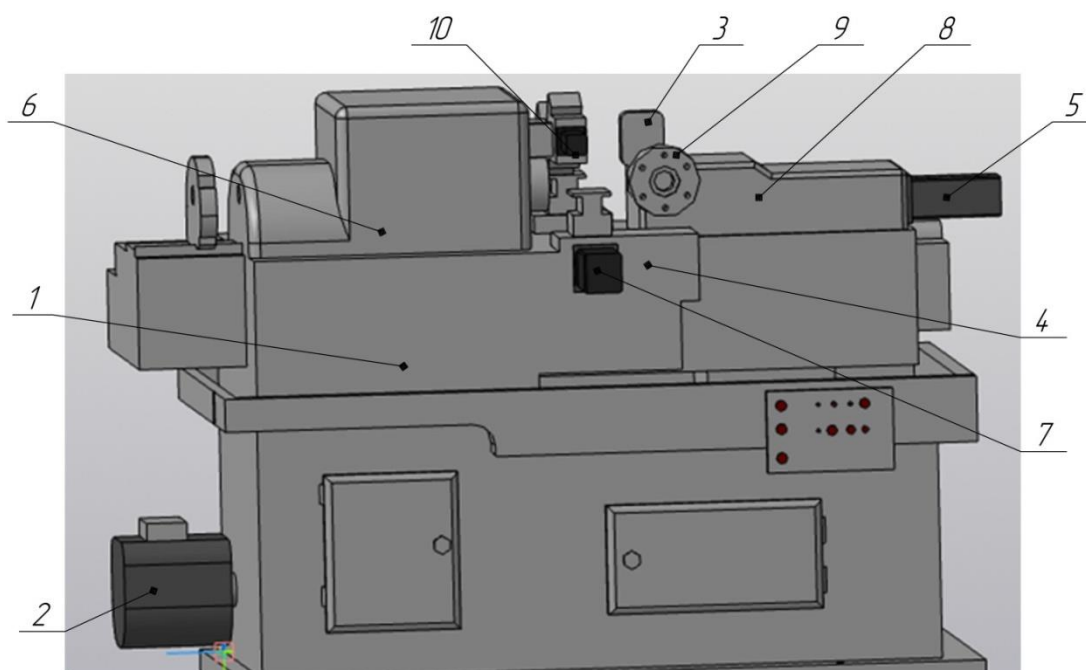


Рисунок 6.6–Токарно–револьверний верстат автомат 1Б140 з модернізованими приводами подач: 1–станина; 2–двигун коробки швидкостей; 3–двигун позиціювання револьверної головки; 4–поперечний супорт; 5–серводвигун револьверного супорта; 6–коробка швидкостей; 7–серводвигун поперечного супорта; 8–револьверний супорт; 9–револьверна голівка; 10–серводвигун вертикального супорта.

6.2 Висновок

В розділі було виконано згортку коробки швидкостей модернізованого приводу верстату, розрахунок електромагнітної муфти, та підібрано пульт для керування приводом верстату, а також 3Д модель модернізованого верстату.

РОЗДІЛ 7

ЕЛЕМЕНТИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТОКАРНО– РЕВОЛЬВЕРНИХ ВЕРСТАТІВ

На токарно–револьверних верстатах автоматизуючим елементом може бути пневматичний механізм затиску і подачі прутка. На передньому кінці шпинделя встановлюється цанговий або трьохкулачковий патрон, який приводиться в рух пневмоциліндром, розташованим на задньому кінці шпинделя (прутковий матеріал затискується в цанговому патроні, який має змінні вкладиші, штучні заготовки–в трьохкулачковому патроні).

Також елементом автоматизації виступають пристрої для автоматичного завантаження верстату, для автоматизації процесу обробки деталей

За завданням задана розробка пристрою для автоматичного завантаження штучними заготовками верстату, а саме бункерного пристрою який завантажує працівник, а завантаження самого верстату відбувається автоматизовано.

7.1 Розробка пристрою для завантаження штучних заготовок.

Пристрій для завантаження штучних заготовок

При автоматизації завантаження штучних заготовок на верстатах–автоматах за допомогою магазинних завантажувальних пристроїв орієнтацію і завантаження заготовок в магазин (лоток–накопичувач) виконують вручну, а подачу з лотка–накопичувача в шпиндель верстата і вилучення обробленої деталі автоматично.

Магазинні завантажувальні пристрої застосовують в масовому і великосерійному виробництві при обробці заготовок, захоплення і орієнтація яких ускладнені через їх геометричні форми, розміри або вагу.

Завдяки конструктивній простоті магазинні завантажувальні пристрої часто застосовують тоді, коли за масштабами виробництва недоцільно виготовляти порівняно складні бункерні завантажувальні пристрої.

Магазинний завантажувальний пристрій має (рис. 7.1) магазин (лоток–накопичувач) і автооператор. Магазины призначені для укладання заготовок і

транспортування їх в автооператор. Призначення автооператора–завантаження орієнтованих заготовок в шпindelь верстата, а також знімання і виведення з зони обробки оброблених деталей.

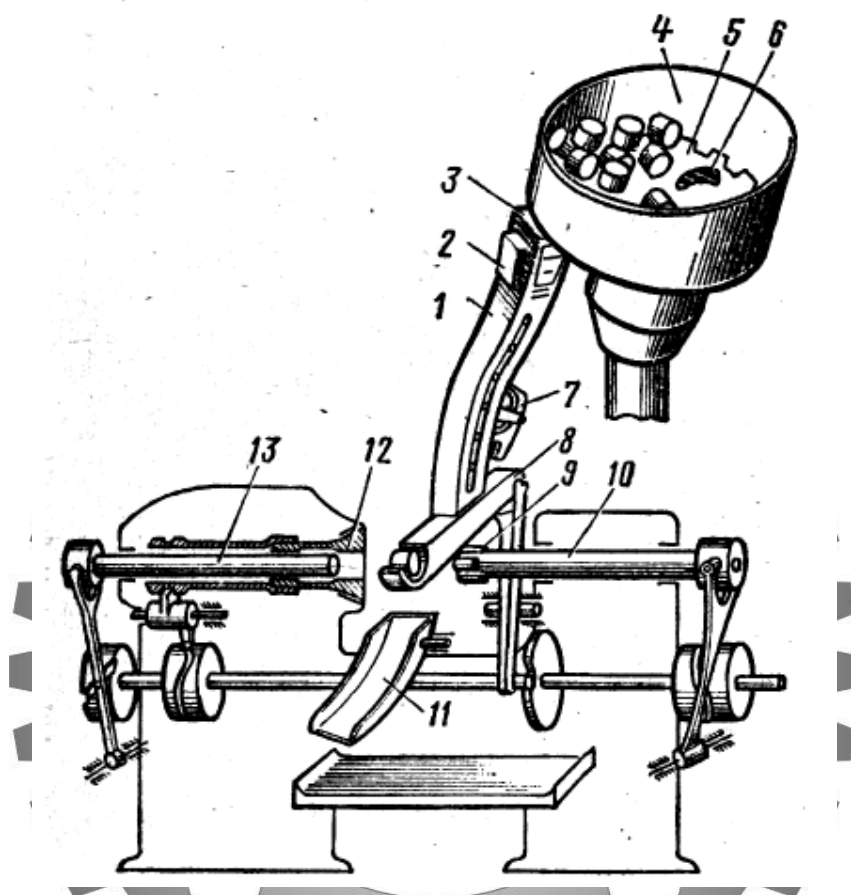


Рисунок 7.1– Схема бункерного механізму живлення: 1–лоток-накопичувач; 2–запобіжний механізм; 3–механізм орієнтації; 4–бункер; 5–механізм вибірки; 6–механізм руйнування склепінь; 7–відсікач; 8– живильник; 9–затискний пристрій заштовхувача; 10–заштовхувач; 11– відводить пристрій (лоток); 12–затискний механізм; 13–виштовхувач або знімач.

Конструктивні форми магазинів залежать, перш за все, від конфігурації заготовок і методу транспортування. Транспортування заготовок може здійснюватися під власною вагою і примусово.

На рис. 7.2 показаний ряд конструкцій лотків з подачею заготовок під власною вагою. Вони можуть виконуватися горизонтальними, вертикальними,

похилими, спіральними, що визначається конструкцією завантажувального пристрою.

Трубчасті магазини вертикальні і похилі (рис. 7.2 а, б) застосовують, як правило, для подачі кульок і циліндричних заготовок, що переміщуються в напрямку осі обертання. заготовки типу дисків, кілець, циліндричних (переміщення перпендикулярно осі обертання), прямокутних і інших транспортують по прямокутних лотках (рис. 7.2, в, г).

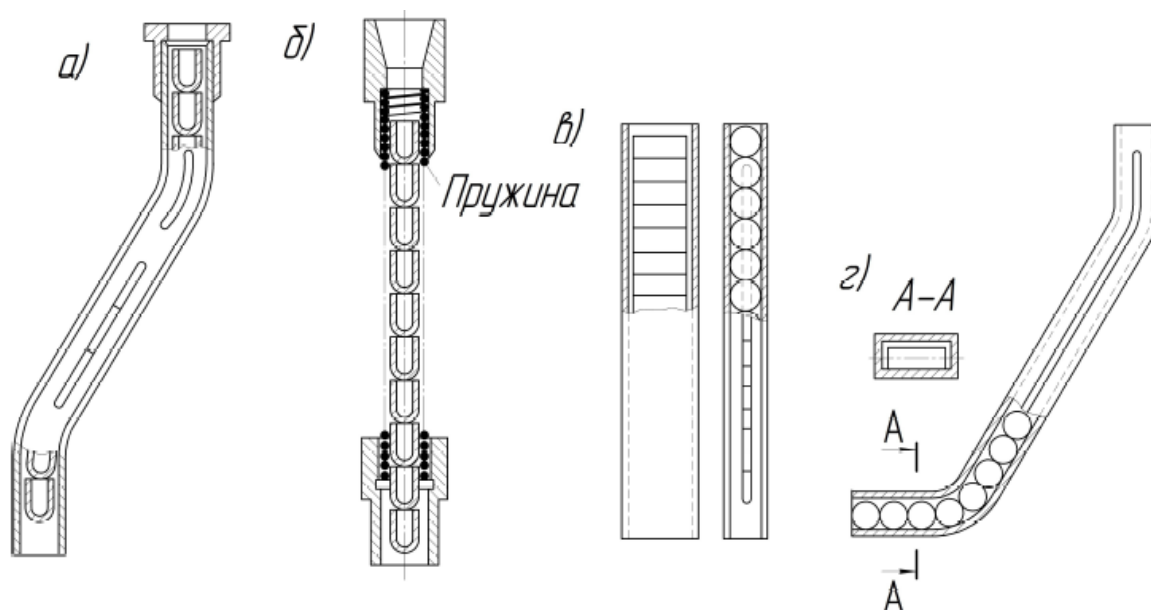


Рисунок 7.2— Конструкції лотків

Лотки зазвичай виготовляють з листової сталі, що труться по поверхні шліфують і піддають термічній обробці. У закритих коробчатих лотках дві стінки виконують з пазами для спостереження і вибірки застряглих заготовок. При використанні похилих лотків в магазинних загрузочних пристроях кут нахилу лотка встановлюють таким, щоб заготування в ньому не зупинялися і не застрявали. Для заготовок, переміщуються ковзанням, кут нахилу лотка більше кута тертя між лотком і заготівлею; зазвичай його беруть не менше $25-30^\circ$, а для заготовок, що переміщуються коченням, — не менше $7-10^\circ$.

Причини порушення завантаження заготовок:

- відступу від технологічних вимог при виготовленні заготовок: зміна форми і розмірів;
- несинхронність роботи завантажувального пристрою і верстата;
- труднощі автоматичного відділення стружки від деталей і накопичення її в робочій зоні верстата;
- забруднення деталей і лотків.

Тому важливою умовою надійного проходження деталей в завантажувальних пристроях є дотримання технологічної дисципліни виготовлення заготовок і розробка таких конструкцій, які дозволяли б легко видаляти неякісні заготовки з лотка і інших функціональних механізмів.

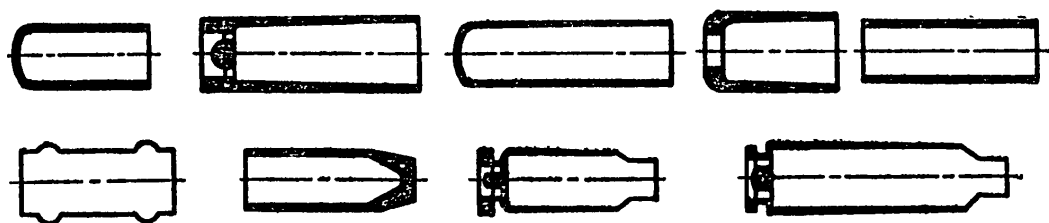


Рисунок 7.3—Зразки штучних заготовок

7.2 Види пристроїв для автоматизації завантаження штучних заготовок

До видів пристроїв відносять: механізм орієнтації і захоплення, виконаний, наприклад, у вигляді диска, що обертається з гачками по периферії (рис. 6.2), призначений для втулок, трубок і ковпачків, у яких висота / більше діаметра d . Засипані в бункер заготовки, скочуючись по похилому дну в корпус б, зустрічають на своєму шляху гачки 2, встановлені на обертовому диску 4. Захоплені гачками заготовки передаються в приймач 3, а потім потрапляють в магазин–трубку 5. Якщо трубка 5 заповнена вщерть або заготовка зайняла на гачку неправильне положення і не може потрапити в приймач J, то обертання диска 4 автоматично припиняється за допомогою муфти граничного моменту.

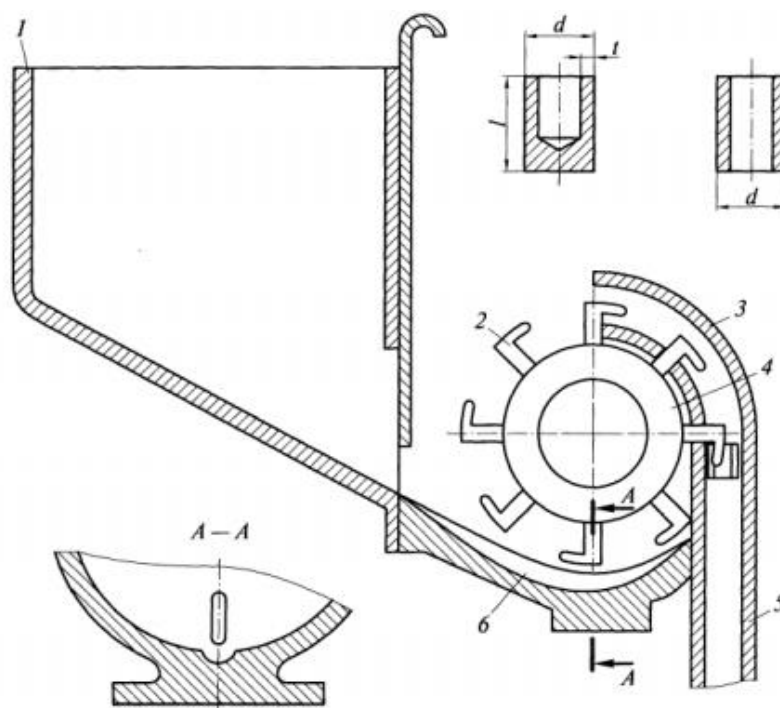


Рисунок 7.4—Бункерний завантажувальний пристрій з крючковим автоматом

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування
верстатів та інструментів

Продуктивність автоматів живлення залежить від швидкості руху робочого органу захоплення, числа захватних органів, значення коефіцієнта.

Конструктивні схеми магазинів завантажувальних пристроїв.

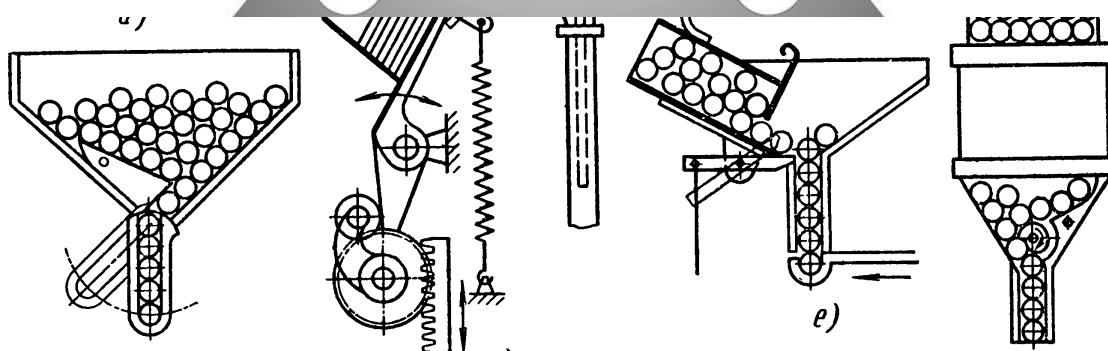


Рисунок 7.5—Магазини для заготовок

Конструктивна схема завантажувального пристрою показана на рис. 7.6. У ньому від завантаження в магазин до закінчення обробки заготовки проходять через такі функціональні механізми: магазин 1, блокуючий механізм 8, відсікач 2,

живильник 3 і механізми, що вбудовуються в верстат: заштовхувач 5, зажим 6, виштовхувач 7, відвідне пристосування 4. Зустрічаються магазинні пристрої, що складаються з одного цільового вузла, наприклад магазинний пристрій для подачі.

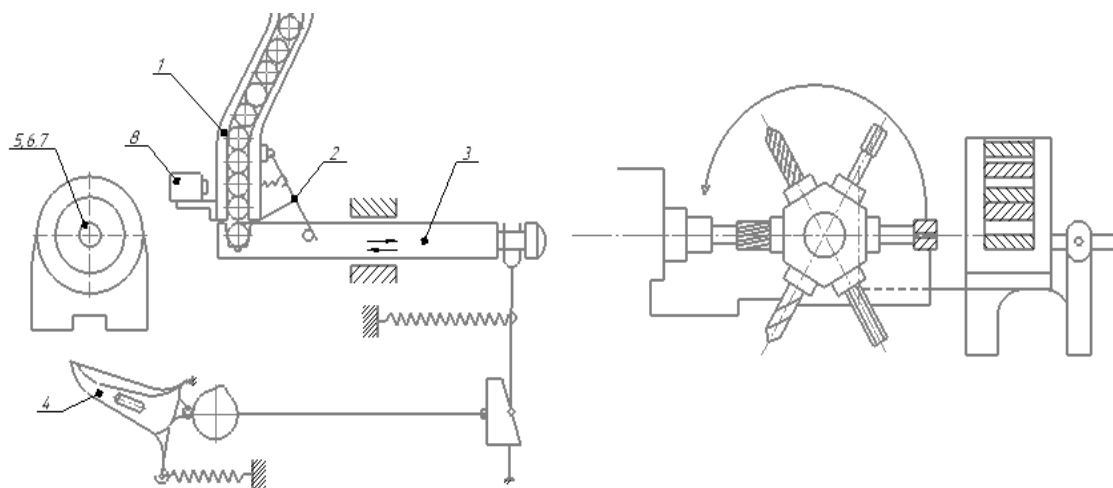


Рисунок 7.6—Конструктивна схема пристрою для автоматизації завантаження

7.3 Розрахунок пристрою завантаження заготовок

При проектуванні лотків важливим є вибір ширини лотка в залежності від довжини переміщуваної заготовки. Мінімальний зазор зазвичай беруть в межах від 0,5 до 1 мм, проте при малій довжині заготовки або при великому зазорі можливе заклинювання заготовки в лотку. У цьому випадку при розрахунку необхідно перевірити умову незаклинювання. Заготівля в лотку (рис. 7.7, а) внаслідок зазору $C=B-l$ може повернутися і торкатися стінок в двох точках. Лінія, проведена через точки дотику, утворює з горизонталлю кут g . Якщо кут g менше або дорівнює куту тертя r , то відбувається заклинювання заготовки в лотку.

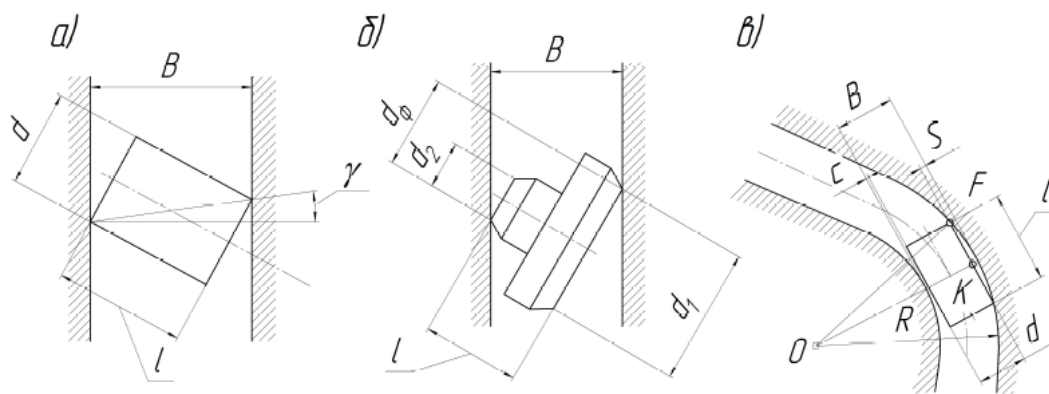


Рисунок 7.7–Розрахункові схеми лотків

Виконуємо розрахунки

Умовне заклинювання:



де

B –ширина лотка

$d=40$ мм–діаметр заготовки, $l=100$ мм–довжина заготовки

Заміняючи \cos його значенням:

$$\cos \gamma = 1 / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma} = 1 / \sqrt{1 + f^2}$$

і вирішуємо відносно B , отримуємо умову заклинювання:

$$B = \sqrt{d^2 + l^2} / \sqrt{1 + f^2}$$

$$B = \sqrt{40^2 + 100^2} / \sqrt{1 + 0,3^2} = 103 \text{ мм.}$$

де f –коефіцієнт тертя між заготовкою і стінкою лотка, який обирається в межах від 0,1 до 0,4.

Ширина лотка на заокругленні:

$$B = R - \sqrt{R^2 - l^2} + d + C,$$

$$C = B - l$$

$$C = 103 - 100 = 3 \text{ мм.}$$

де R —радіус заокруглення зовнішньої стінки лотка; l —довжина заготовки;
 d —діаметр або ширина заготовки; C —зазор між заготовкою і стінкою лотка.

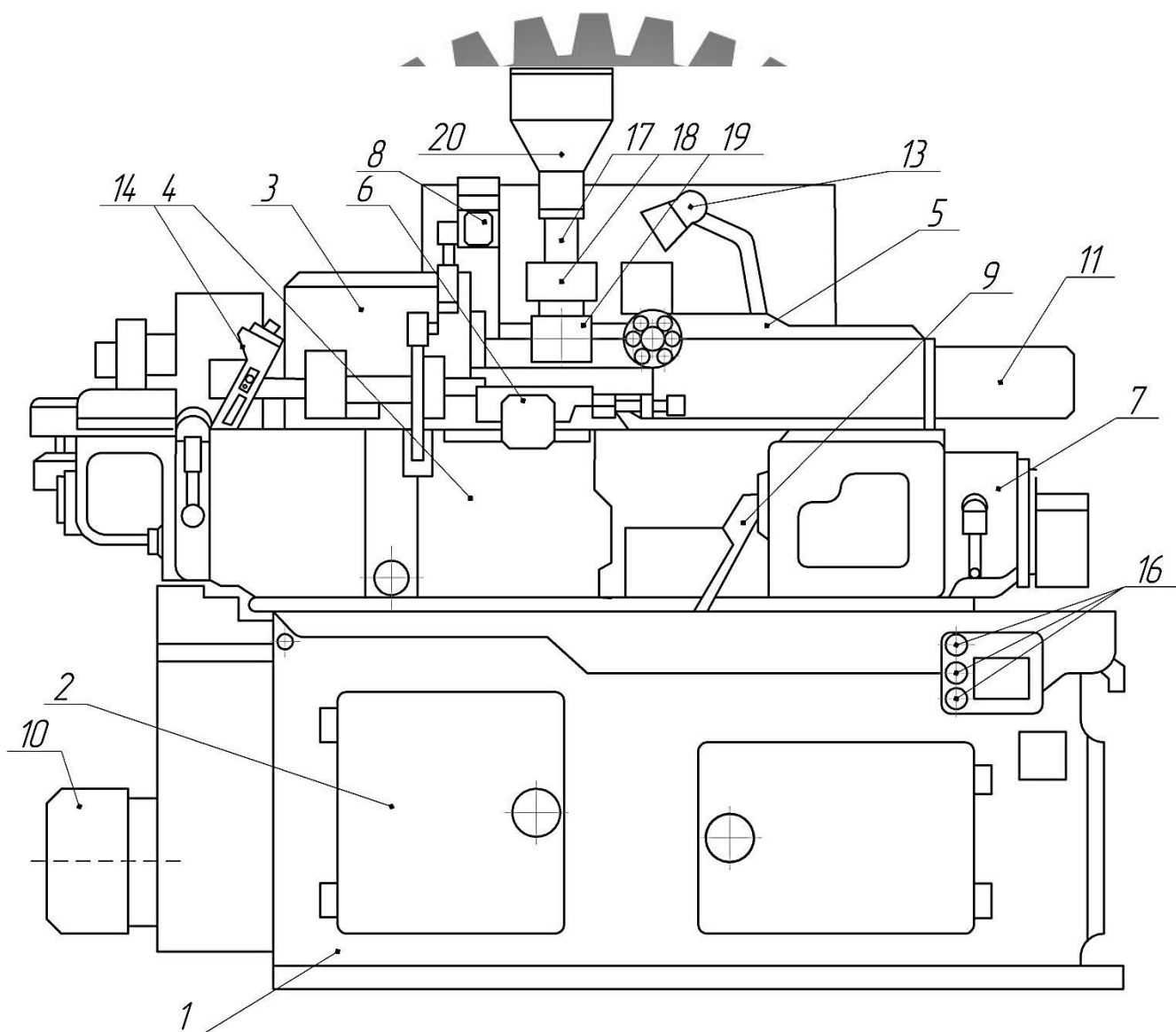


Рисунок 7.8—Загальний вигляд верстату з пристроєм для завантаження штучних заготовок

7.4 Висновок по розділу

В розділі були розглянуті елементи автоматизації токарно–револьверних верстатів, а саме пристрої для завантаження штучними заготовками токарно револьверними верстатами автоматами, а також розрахунок пристрою.



ВИСНОВКИ

- 1) Проаналізовано сучасні токарно–револьверні верстати та токарні–револьверні верстати–автомати.
- 2) Розглянуто типові моделі револьверних голівок верстатів та проаналізував їх.
- 3) Розглянуто приводи подач токарно-револьверних верстатів та токарно-револьверних верстатів–автоматів.
- 4) Розроблено модернізований привід подач токарно-револьверно верстата-автомата 1Б140.
- 5) Розраховано приводу головного руху.
- 6) Виконано згортку коробки швидкостей.
- 7) Розглянуто елементи автоматизації обслуговування токарно-револьверних верстатів.



ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Чернавский С. А. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: машиностроение, 1988. — 416 сё.
2. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора: Справочник—Л: Машиностроение / Р.И. Гжиров.—Ленингр. отд—ние, 1984.—464 с.
3. Кочергин А. И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов / А.И. Кочергин.—Минск.: Выш. шк., 1991.—382 с.
4. Кузьмин А.И. Расчеты деталей машин : справ. пос. / А. В. Кузьмин.—3-е изд., перераб. и доп.—Минск : Вышш. шк.,1986.—400 с.
5. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу "Технологічна оснастка"[Текст] для студ. за напрямом підготовки 6.050502—«Інженерна механіка» (спец. "Технологія машинобудування", "Металорізальні верстати та системи", "Інструментальне виробництво") денної та заочної форм навчання. Ч.1 / П. В. Кушніров.—Суми : СумДУ, 2009.—52 с.—4—66.
6. Горбацевич А. Ф. Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов].—Четвёртый изд., Перераб. и доп.—Мн .: Выш. школа, 1983.—256 с., ил.
7. Мещеряков Р.К. Справочник технолога—машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой—Четвёртый изд.,Перераб. и доп.—М .: Машиностроение, 1986.—496 с., Ил.
8. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущий станков Справочник—7 изд., Перераб. и дополн.—М .: ²Машиностроение², 1979г.
9. Кременчугский государственный политехнический университет «Погрешность установки заготовки в трёхкулачковом самоцентрирующем патроне» Белкин А.Н. Белкина А.А.

10. Фещенко В.Н. Обработка на токарно–револьверных станках: 2–е изд., перераб. и доп.–М., Высшая школа, 1989.
11. Колев Н.С., Красниченко Л.В., Никулин Н.С. Металлорежущие станки. Учеб. пособие для вузов–2–е изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение, 1980.–500 с., ил.
12. Коротун М. М. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з теми «Проектування та розрахунки привода верстатів» / укладачі: М. М. Коротун, О. В. Івченко.–Суми : Сумський державний університет, 2013.–35 с.
13. Коротун М. М. Методичні вказівки до виконання розрахунково–графічної роботи “Кінематичний розрахунок привода металорізальних верстатів ” /Укладач М.М.Коротун.–Суми: Вид–во СумДУ, 2009. – 23 с.
14. Гуров О.И. Токарные многошпиндельные автоматы. / [авт. кол. : Чергикало В.И., Давидович Б.П. та ін. М.: Машиностроение, 1978. — 309 с.: ил.
15. Якушева А.И. Справочник контроллера машиностроительного завода. Допуски посадки, линейные измерения / Под ред. А.И. Якушева–3–е изд., Перераб. И доп.–Машиностроение 1980.–52 с.
16. Канарев Ф.М. Охрана труда / Ф.М.Канарев, М.А.Пережогин.–М.: Колос, 1982.–351 с.
17. В. С. Поляков, И.Д.Барбаш, О. А. Ряховский Справочник по муфтам/ Под ред. В. С. Полякова. 2–е изд., испр. и доп.–Л.: Машиностроение, Ленингр. отдел., 1979.–344 с., ил.
18. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов/ Под редакцией В. Э. Пуша.–М.: Машиностроение, 1985.–256 с., ил.
19. Справочник по сопротивлению материалов/ Писаренко Г. С., Яковлев А. П., Матвеев В. В.; Отв. ред. Писаренко Г. С.–2–е изд., перер. и доп.–Киев: Наук. думка, 1988.–736 с.
20. Allbest [Електронний ресурс]: Выбери лучшее – Режим доступа: <https://allbest.ru/o-2c0a65635b3bd68a4d43b89521316d27.html>

ДОДАТОК А. ОХОРОНА ПРАЦІ

А.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів під час модернізації токарного автомата 1Б140 з використанням інтернет-технологій для автоматизації

У роботі проводимо аналіз умов праці в кімнаті в якій відбувалася модернізація токарно–револьверного верстата автомата 1Б140 з використанням інтернет технологій для автоматизації.

Нормативна база

Основними нормативно-правовими актами, які регулюють правила охорони праці під час експлуатації ПК можна назвати наступні:

- Наказ Держгірпромнагляду України «Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» від 26 березня 2010 р. № 65;
- Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10 грудня 1998 р. № 7;
- Примірні інструкції з охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин, затверджені наказом Міністерства доходів і зборів України від 5 вересня 2013 р. № 443.

Вимоги до приміщення

Приміщення, в яких планується установка та подальша робота з комп'ютером, повинні відповідати проектній документації будинку, погодженій з уповноваженими державними органами. Крім того, потрібно враховувати санітарні нормативи освітлення, вимоги до параметрів мікроклімату (температура, відносна вологість), ступеня і сили вібрації, звукового шуму і вогнестійкості приміщення, а також характеристики електромагнітного, ультрафіолетового та інфрачервоного полів.

Усі зазначені вище параметри санітарних норм можуть негативно впливати на здоров'я робітників, якщо їх показники не будуть знаходитися в допустимих межах, які можна знайти в Державних санітарних правилах і нормах роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПН 3.3.2.007-98, затверджених Постановою Головного державного санітарного лікаря України №7 від 10 грудня 1998 року.

Вимоги до особистого робочого місця працівника

Розмір одного робочого місця має становити не менше 6 квадратних метрів.

Площа кімнати в якій проводились розрахунки 28 м^2 , а обсяг – 47 м^3 .

Робоче місце розміщено на 1 м від вікна., природне освітлення падає з лівої сторони.

Робота проводиться за ноутбуком.

Розміри робочого столу: висота – 760 мм, довжина – 1200 мм, ширина – 680 мм.

Конструкція робочого місця забезпечує підтримання оптимальної робочої пози (при роботі сидячі): ступні ніг – на підлозі, стегна – в горизонтальній площині, передпліччя – вертикально, лікті – під кутом 90 градусів до площини, зап'ястя під кутом 180 відносно горизонтальної площини, нахил голови – 100 відносно вертикальної площини.

Конструкція крісла створює умови для підтримки фізіологічного раціонального положення зі збереженням природних вигинів хребта, а також забезпечує зниження статичного напруження м'язів шийно-плечової області спини та не ускладнює робочих рухів.

Крісло включає основні елементи: сидіння, спинку, підлокітники.

Розташування екрана дисплея в робочій зоні забезпечує зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом 300 від нормальної лінії погляду.

Відстань від екрана до очей дорівнює розміру екрана по діагоналі 43 см (17 ") = 600 мм.

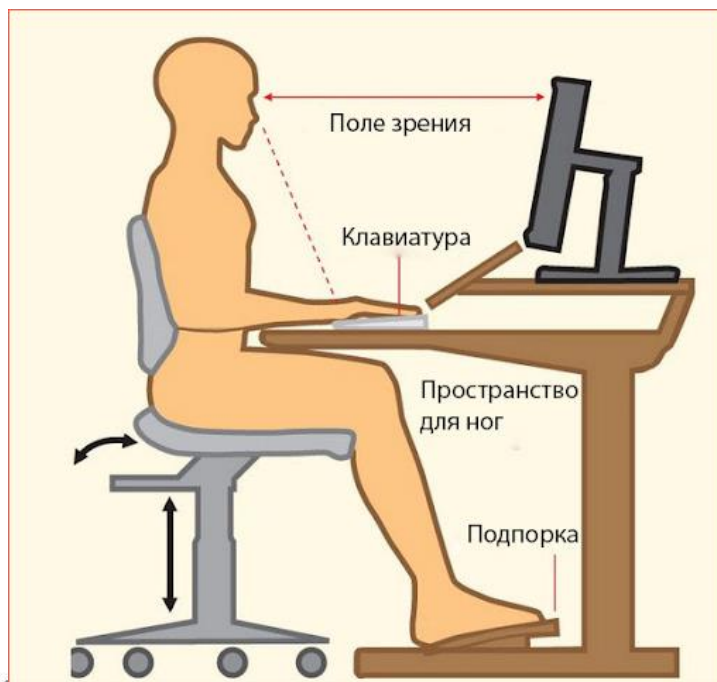


Рисунок Д.1 – Правильне положення працівника при роботі з комп'ютером

Рівень освітленості **Сумський державний університет**

Рівень освітленості на робочому столі 350 лк.
**Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

Рівні шуму і вібрації

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам СН 3223-85, ГОСТ 12.1.003-83, ГР 2411-81.

Кімната знаходиться в будинку, яке не оточене виробничими цехами.

Мікроклімат

Мікроклімат у приміщеннях, головним чином, визначається температурою, швидкістю руху повітря та відносною вологістю повітря. Значення нормативних параметрів мікроклімату визначаються відповідно до ГОСТ 12.1.005 (див. табл. Б.1).

Таблиця Д.1 – Мікроклімат у кімнаті

Параметр	Період часу	Фактична величина	Нормативна величина
Температура, °С	Теплий період	23	22...25
	Холодний період	22	21...23
Відносна вологість, %	Теплий період	40	40...60
	Холодний період	40	40...60
Швидкість руху повітря, м/с	Теплий період	0,1	0,6...1,0
	Холодний період	0,1	0,2...0,4

Чистота повітря

Чистота повітря в робочій зоні відповідає ГОСТу 12.1.005: наявність озону не перевищує 0,1 мг / м³, наявність оксидів азоту не перевищує 5 мг / м³; наявність пилу не перевищує 4 мг/м³.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

А.2 Розрахунок конденсації

Конденсація повітря – це створення і автоматична підтримка в приміщеннях незалежно від зовнішніх умов постійних або змінних за певною програмою температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря, найбільш сприятливих для людей або необхідних для нормального протікання технологічного процесу. На промислових підприємствах конденсація повітря застосовується або для забезпечення комфортних (оптимальних) санітарно-гігієнічних умов, створення яких звичайною вентиляцією неможливо, або як складова частина технологічного процесу.

Розрахунок конденсації проведемо використовуючи формулу для знаходження кратності повітрообміну k :

$$k = \pm \frac{L}{s},$$

де L – кількість повітря, що подається (+) або видаляється (-) з приміщення, $\text{м}^3 / \text{год}$;

s – обсяг приміщення, м^3 .

За цією формулою визначимо необхідний обсяг повітря, що видаляється, обравши кратність з довідника $k = 3$ (повинно бути не менше 3).

Розрахуємо:

$$L = k \cdot s;$$

де $s = 5 \cdot 5 \cdot 4 = 100 \text{ м}^2$;

Отже

$$L = 3 \cdot 100 = 300 (\text{м}^3/\text{год})$$

Тепер використовуючи формулу

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

$$L = 3600 \cdot v \cdot F_n,$$

де L – кількість повітря, що видаляється протягом години витяжкою або парасолькою (ковпаком); v – середня швидкість всмоктування повітря у відкритий проріз шафи (парасольки) $\text{м}/\text{с}$ ($0.5 - 1.7 \text{ м}/\text{с}$ в залежності від токсичності і летючості газів і парів); F_n – площа відкритої щілини, м^2 .

Отже, розрахувавши

$$F_n = \frac{L}{3600 \cdot v};$$

приймавши $v = 0,8 \text{ м}/\text{с}$, знайдемо площу відкритої щілини:

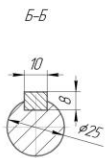
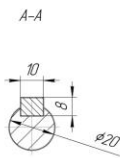
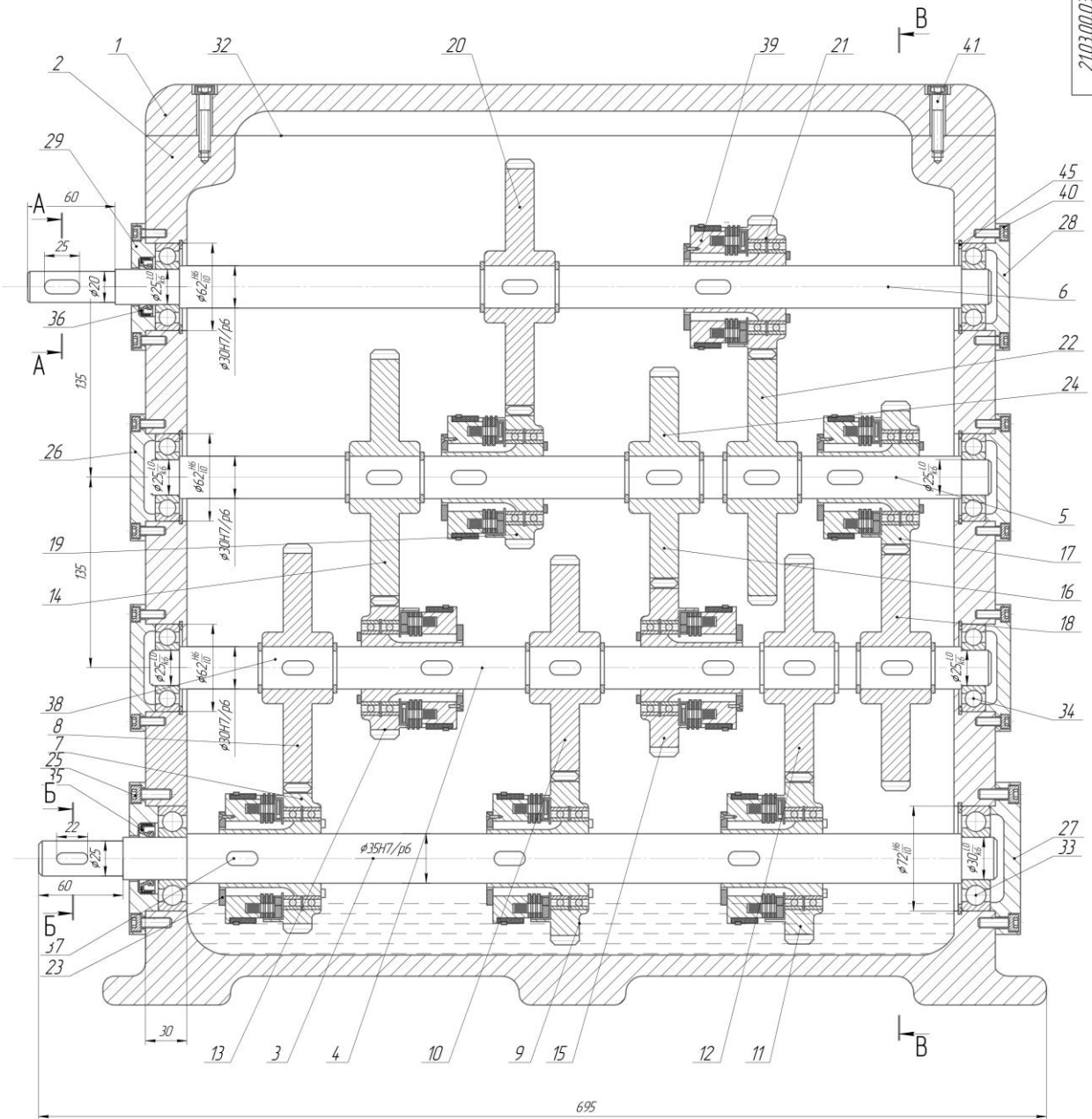
$$F_n = \frac{300}{3600 \cdot 0,8} = 0,104 (\text{м}^2)$$

В результаті цього розрахунку отримали, що кількість повітря, що видаляється протягом години витяжкою, для нашого приміщення повинно бути $360 \text{ м}^3 / \text{год}$, а площа відкритого прорізу – 0.104 м^2 [20].



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приміт.
<i>Документація</i>						
A1			КП МРВ 21.03.00.00 СК	Складальне креслення		
<i>Деталі</i>						
бк	1		КП МРВ 21.03.00.01	Кришка коробки	1	
бк	2		КП МРВ 21.03.00.02	Корпус коробки	1	
бк	3		КП МРВ 21.03.00.03	Вал I	1	
бк	4		КП МРВ 21.03.00.04	Вал II	1	
бк	5		КП МРВ 21.03.00.05	Вал III	1	
бк	6		КП МРВ 21.03.00.06	Вал IV	1	
бк	7		КП МРВ 21.03.00.07	Шестерня z = 30	1	
бк	8		КП МРВ 21.03.00.08	Зубчасте колесо z = 60	1	
бк	9		КП МРВ 21.03.00.09	Шестерня z = 35	1	
бк	10		КП МРВ 21.03.00.10	Зубчасте колесо z = 55	1	
бк	11		КП МРВ 21.03.00.11	Шестерня z = 40	1	
бк	12		КП МРВ 21.03.00.12	Зубчасте колесо z = 50	1	
бк	13		КП МРВ 21.03.00.13	Шестерня z = 26	1	
бк	14		КП МРВ 21.03.00.14	Зубчасте колесо z = 64	1	
бк	15		КП МРВ 21.03.00.15	Шестерня z = 40	1	
бк	16		КП МРВ 21.03.00.16	Зубчасте колесо z = 50	1	
бк	17		КП МРВ 21.03.00.17	Шестерня z = 34	1	
бк	18		КП МРВ 21.03.00.18	Зубчасте колесо z = 56	1	
бк	19		КП МРВ 21.03.00.19	Шестерня z = 22	1	
бк	20		КП МРВ 21.03.00.20	Зубчасте колесо z = 68	1	
бк	21		КП МРВ 21.03.00.21	Шестерня z = 25	1	
бк	22		КП МРВ 21.03.00.22	Зубчасте колесо z = 65	1	
21.03.00.03 СК						
Інв. № підл.	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
	Розроб.		Коротич В.В.			
	Перевір.		Коротич М.М.			
	Н.контр.					
	Затв.					
Коробка швидкостей 15140				СумДУ ВІМ-91		
				Літ.	Аркуш	Аркушів
				Н		1

2103.00.03 СК



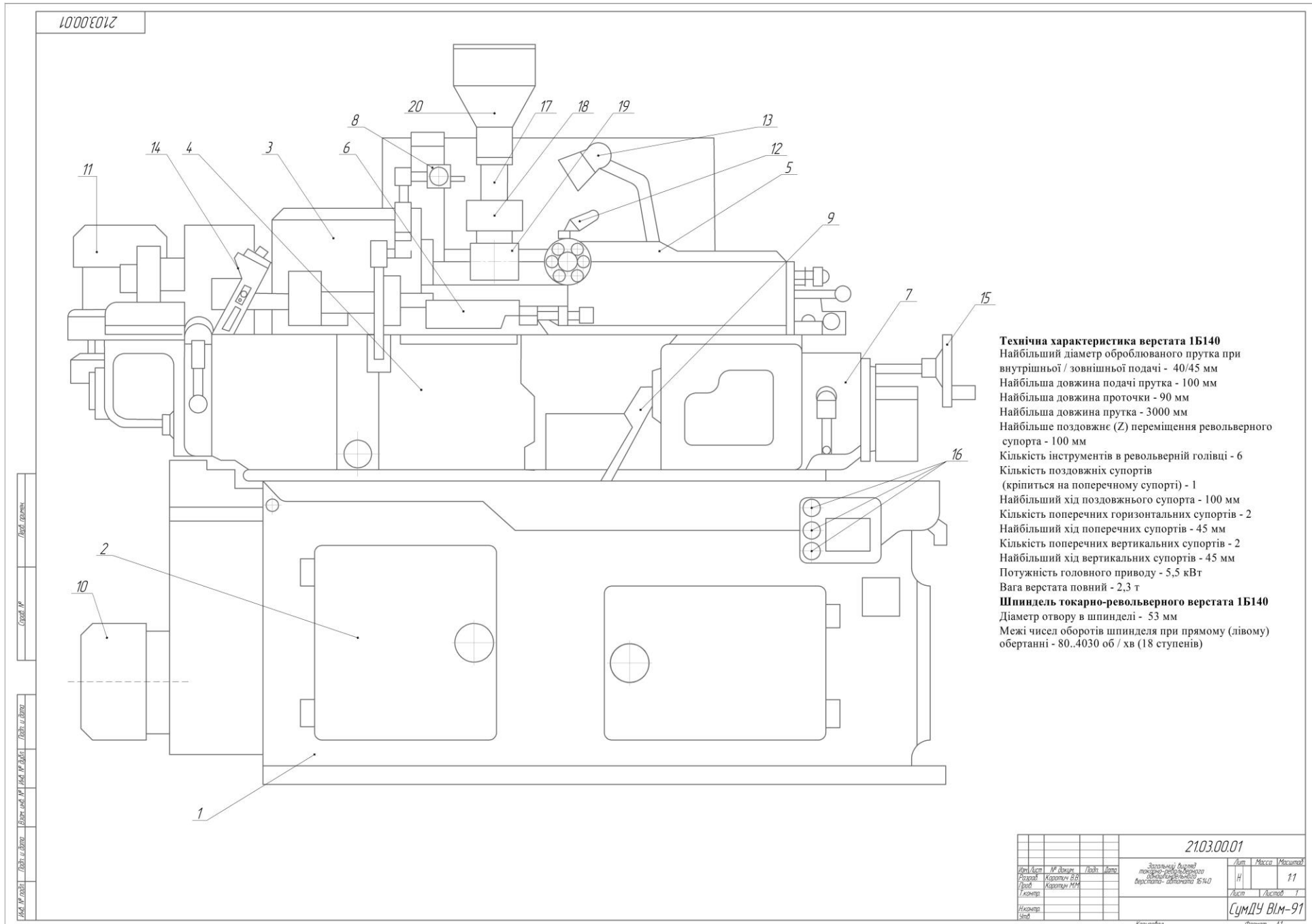
- 1 Необроблені поверхні корпусу та кришок коробки швидкостей лафарбувати: всередині – маслянистою фарбою, зовні – сірою нітроемаллю.
- 2 Площину роз'єму при остаточному складанні коробки покрити герметиком.
- 3 Після складання залити 1 літр масла марки И-30А по ГОСТ 20799-75.
- 4 Вали зібраної коробки швидкостей повинні повертатися від руки плавно, без заїздів. Зібрану коробку обкатати на стенді.

2103.00.03 СК				Лист	Масштаб
Исполнитель	М. Данил	Лист	Дата	11	
Разработчик	Корольчук В. В.	Лист	Дата		
Проектировщик	Корольчук М. М.	Лист	Дата		
Начальник цеха		Лист	Дата		
Материал		Лист	Дата		
Котировка		Лист	Дата		
Формат	А1				

Каробка швидкостей модернізованого верстата 16140 (розгортка)

СумДУ ВІМ-91

Лист 11 з 11
Стор. №
Лист 11 з 11



Технічна характеристика верстата 1Б140
 Найбільший діаметр оброблюваного прутка при внутрішньої / зовнішньої подачі - 40/45 мм
 Найбільша довжина подачі прутка - 100 мм
 Найбільша довжина проточки - 90 мм
 Найбільша довжина прутка - 3000 мм
 Найбільше поздовжнє (Z) переміщення револьверного супорта - 100 мм
 Кількість інструментів в револьверній голівці - 6
 Кількість поздовжніх супортів (кріпиться на поперечному супорті) - 1
 Найбільший хід поздовжнього супорта - 100 мм
 Кількість поперечних горизонтальних супортів - 2
 Найбільший хід поперечних супортів - 45 мм
 Кількість поперечних вертикальних супортів - 2
 Найбільший хід вертикальних супортів - 45 мм
 Потужність головного приводу - 5,5 кВт
 Вага верстата повний - 2,3 т

Шпиндель токарно-револьверного верстата 1Б140
 Діаметр отвору в шпинделі - 53 мм
 Межі чисел оборотів шпинделя при прямому (лівому) обертанні - 80..4030 об / хв (18 ступенів)

Діаг. № 0001 / Діаг. № 0002 / Діаг. № 0003 / Діаг. № 0004 / Діаг. № 0005 / Діаг. № 0006 / Діаг. № 0007 / Діаг. № 0008 / Діаг. № 0009 / Діаг. № 0010 / Діаг. № 0011 / Діаг. № 0012 / Діаг. № 0013 / Діаг. № 0014 / Діаг. № 0015 / Діаг. № 0016 / Діаг. № 0017 / Діаг. № 0018 / Діаг. № 0019 / Діаг. № 0020 / Діаг. № 0021 / Діаг. № 0022 / Діаг. № 0023 / Діаг. № 0024 / Діаг. № 0025 / Діаг. № 0026 / Діаг. № 0027 / Діаг. № 0028 / Діаг. № 0029 / Діаг. № 0030 / Діаг. № 0031 / Діаг. № 0032 / Діаг. № 0033 / Діаг. № 0034 / Діаг. № 0035 / Діаг. № 0036 / Діаг. № 0037 / Діаг. № 0038 / Діаг. № 0039 / Діаг. № 0040 / Діаг. № 0041 / Діаг. № 0042 / Діаг. № 0043 / Діаг. № 0044 / Діаг. № 0045 / Діаг. № 0046 / Діаг. № 0047 / Діаг. № 0048 / Діаг. № 0049 / Діаг. № 0050 / Діаг. № 0051 / Діаг. № 0052 / Діаг. № 0053 / Діаг. № 0054 / Діаг. № 0055 / Діаг. № 0056 / Діаг. № 0057 / Діаг. № 0058 / Діаг. № 0059 / Діаг. № 0060 / Діаг. № 0061 / Діаг. № 0062 / Діаг. № 0063 / Діаг. № 0064 / Діаг. № 0065 / Діаг. № 0066 / Діаг. № 0067 / Діаг. № 0068 / Діаг. № 0069 / Діаг. № 0070 / Діаг. № 0071 / Діаг. № 0072 / Діаг. № 0073 / Діаг. № 0074 / Діаг. № 0075 / Діаг. № 0076 / Діаг. № 0077 / Діаг. № 0078 / Діаг. № 0079 / Діаг. № 0080 / Діаг. № 0081 / Діаг. № 0082 / Діаг. № 0083 / Діаг. № 0084 / Діаг. № 0085 / Діаг. № 0086 / Діаг. № 0087 / Діаг. № 0088 / Діаг. № 0089 / Діаг. № 0090 / Діаг. № 0091 / Діаг. № 0092 / Діаг. № 0093 / Діаг. № 0094 / Діаг. № 0095 / Діаг. № 0096 / Діаг. № 0097 / Діаг. № 0098 / Діаг. № 0099 / Діаг. № 0100

				2103.00.01			
Лист	№	Всього	Листів	Штук	Детальний Акт	Лист	Маса
Розроб.	Корольчук В.В.				токарно-револьверного	Н	11
Вір.	Корольчук В.В.				шпиндельного	Д	
І.Контр.	Корольчук В.В.				верстатного	Л	
Норматив					в/ч.0	Л	
Кінь						Л	
СумДУ ВІМ-91							
Копія						Формат А1	