

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

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

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

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

перший (бакалаврський)
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему *Проектування приводу головного руху із ступінчастим
регулюванням швидкості свердлильного верстака*

Виконав: студент *IV* курсу, групи *ВІ-61*
напряму підготовки (спеціальності)

133 – Галузеве машинобудування

(Металорізальні верстати та системи)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Матяш К.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Швець С.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Коротун М.М.

(прізвище та ініціали)

Суми – 2020

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.01

Державний вищий навчальний заклад «Сумський державний університет»

Інститут, факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування (Металорізальні верстати та системи)
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ Залога В. О.

« _____ » _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Матяш Карина Олегівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування приводу головного руху із ступінчастим регулюванням швидкості свердлильного верстата

керівник проекту Швець Станіслав Володимирович, канд. техн. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «09» квітня 2020 року № 0523-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) « 05 » червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Базова модель верстата 2Н135;

кількість ступенів коробки швидкостей $z=12$; знаменник геометричного ряду $\varphi = 1,26$;

мінімальна частота обертання шпинделя модернізованого приводу $n_1 = 100 \text{ хв}^{-1}$;

частота обертів двигуна $n_{\text{дв}} = 1450 \text{ хв}^{-1}$;

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

4.1 Загальні відомості моделі верстата 2Н135

4.2 Кінематичний розрахунок модернізованого приводу верстата 2Н135

4.3 Проектування конструкції приводу головного руху

4.4 Розрахунок механізмів переключення блоків

4.5 Технологія виготовлення шпиндельної гільзи

4.6 Верстатний пристрій

4.7 Охорона праці

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	28.04.2020	
2	Розрахунок механізмів переключення блоків	05.05.2020	
3	Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	07.05.2020	
4	Оформлення пояснювальної записки	09.05.2020	
5	Підготовка презентації	20.05.2020	
6	Підготовка доповіді	03.06.2020	

Студент

_____ (підпис)

Матяш К.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Швець С.В.

_____ (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет ТеСЕТ

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О. Залога

«_____» _____ 2020 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ ІЗ
СТУПІНЧАСТИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ШВИДКОСТІ
СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА**

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів
Кваліфікаційна робота бакалавра
Спеціальність – 133 Галузеве машинобудування
(Металорізальні верстати та системи)

Студент

Матяш К.О.

Керівник

Швець С.В.

Нормоконтроль

Денисенко Ю.О.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра становить 102 сторінки, в тому числі 27 рисунків, 5 таблиць, бібліографії із 25 джерел на трьох сторінках, шести додатків на 15 сторінках.

Металорізальні верстати складають основну частину технологічного обладнання. В наш час застарілі прилади та верстати все ще використовуються у виробництві, а отже, є потреба в їх модернізації та своєчасному ремонті.

Таким чином, постає проблема в забезпеченні цих робіт необхідними деталями з необхідною точністю.

Метою даного дипломного проекту було проектування приводу головного руху верстата 2Н135. Для рішення цього завдання необхідно було: модернізувати привід головного руху верстата, розрахувати механізм переключення блоків, розробити технологію виготовлення гільзи та верстатний пристрій. Питанням для розділу охорони праці було використано загальні правила роботи за верстатом перед початком роботи, після закінчення роботи та під час роботи, а також у надзвичайних випадках.

ВЕРСТАТ 2Н135, ПРИВІД ГОЛОВНОГО РУХУ, СВЕРДЛІННЯ, ПРИСТРІЙ, ШПИНДЕЛЬНА, ГІЛЬЗА.

РЕФЕРАТ

Квалификационная работа бакалавра составляет 102 страницы, в том числе 27 рисунков, 5 таблиц, библиографии из 25 источников на трех страницах, шести приложений на 15 страницах.

Металлорежущие станки составляют основную часть технологического оборудования. В настоящее время устаревшие приборы и станки все еще используются в производстве, а значит, есть потребность в их модернизации и своевременном ремонте.

Таким образом, возникает проблема в обеспечении этих работ необходимыми деталями с необходимой точностью.

Целью данного дипломного проекта было проектирование привода главного движения станка 2Н135. Для решения этой задачи необходимо было: модернизировать привод главного движения станка, рассчитать механизм переключения блоков, разработать технологию изготовления гильзы и станочный устройство. Вопросам для раздела охраны труда были использованы общие правила работы за станком перед началом работы, после окончания работы и во время работы, а также в исключительных случаях.

СТАНОК 2Н135, ПРИВОД ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ, СВЕРЛЕНИЕ,
УСТРОЙСТВО, ШПИНДЕЛЬНАЯ, ГИЛЬЗА

ABSTRACT

The qualification work of the master is 102 pages, including 27 figures, 5 tables, a list of literature from 25 sources on three pages, six appendices on 15 pages.

Metal-cutting machines are the main part of the technological equipment. Nowadays outdated devices and machines are still used in production, and therefore there is a need for their modernization and timely repair.

Thus, there is a problem in providing these works with the necessary details with the necessary accuracy.

The aim of this thesis project was to design the drive of the main movement of the machine 2N135. To solve this problem it was necessary: to modernize the drive of the main movement of the machine, to calculate the switching mechanism of the blocks, to develop the technology for manufacturing the sleeve and the machine tool. For questions for the labor protection section, the general rules for working with the machine before starting work, after finishing work and during work, as well as in exceptional cases, were used.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

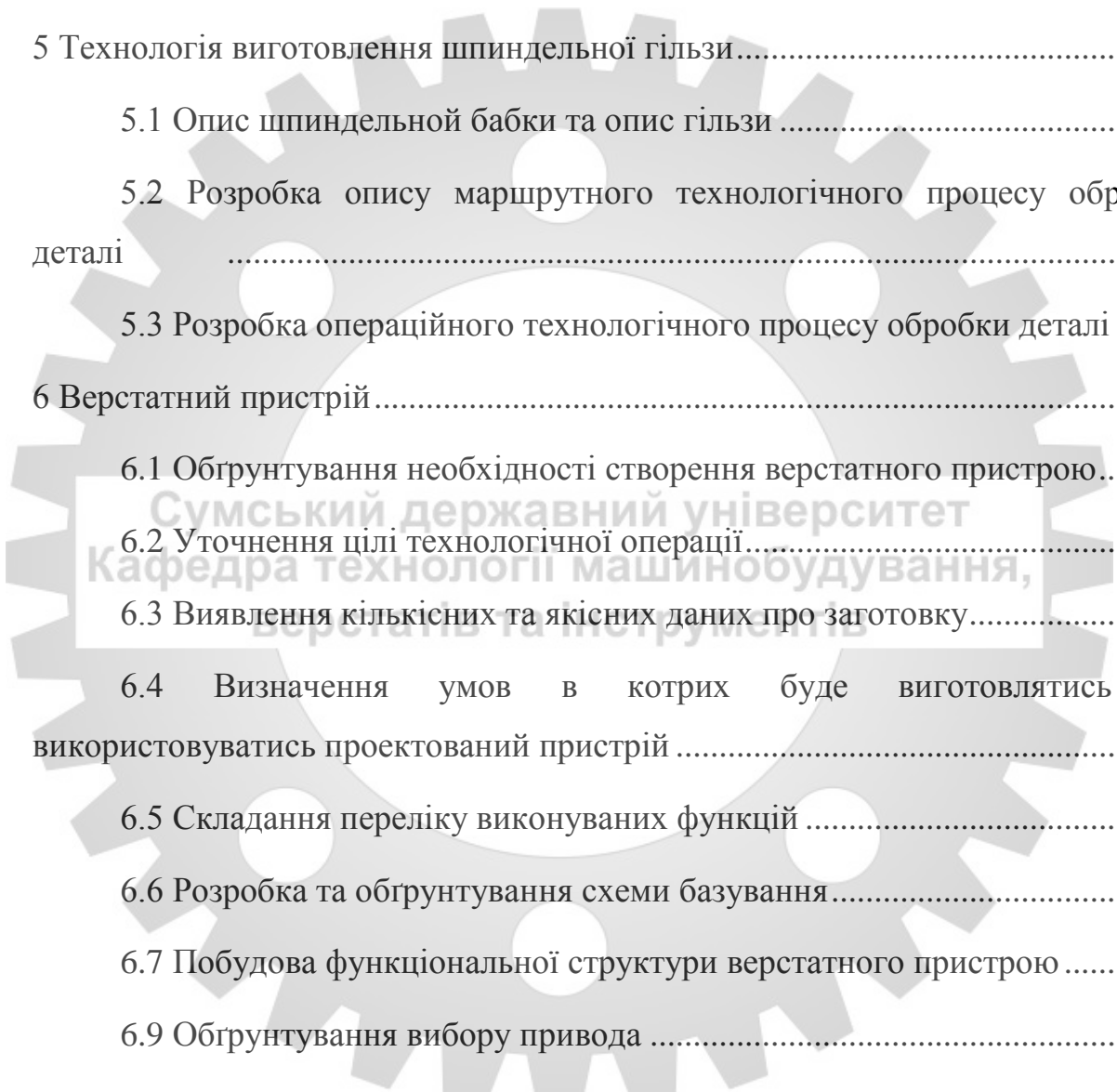
MACHINE 2N135, MAIN MOVEMENT DRIVE, DRILLING, DEVICE,
SPINDLE SHEET

ЗМІСТ

Вступ.....	10
1 Загальні відомості про базову модель верстата.....	11
1.1 Призначення, область застосування	11
1.2 Основні вузли верстата.....	12
1.3 Технічна характеристика верстата 2Н135	13
2 Кінематичний розрахунок модернізованого привода металорізального верстата 2Н135.....	15
2.1 Вибір структурної формули привода.....	15
2.2 Визначення кількості валів у приводі.....	15
2.3 Виконання первісного варіанта кінематичної схеми	16
2.4 Складання структурних формул у розгорнутому вигляді.....	16
2.5 Побудова структурних сіток.....	17
2.6 Аналіз структурних сіток	19
2.7 Побудова графіка частот обертання шпинделя	19
2.8 Визначення кількості зубців зубчастих коліс	22
2.9 Підрахування фактичних частот обертання шпинделя.....	25
2.10 Оцінка точності кінематичного розрахунку	26
2.11 Кінцевий варіант кінематичної схеми привода	27
3 Проектування конструкції привода головного руху	28
3.1 Проектний розрахунок і методика конструювання привода верстата	28

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
Розроб.		Матяш			Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Швець			7		
Реценз.		Коротун			Зміст СумДУ, ВІ-61		
Н. Контр.		Денисенко					
Затв.		Залога					

3.2 Розрахунок валів	32
3.3 Уточнюючий (перевірний) розрахунок валів.....	33
3.4 Геометричний розрахунок зубчастих коліс	37
3.5 Розрахунок зубів коліс на контактну міцність.....	38
4 Розрахунок механізмів переключення блоків	41
5 Технологія виготовлення шпиндельної гільзи.....	47
5.1 Опис шпиндельної бабки та опис гільзи	47
5.2 Розробка опису маршрутного технологічного процесу обробки деталі	48
5.3 Розробка операційного технологічного процесу обробки деталі	57
6 Верстатний пристрій.....	60
6.1 Обґрунтування необхідності створення верстатного пристрою.....	60
6.2 Уточнення цілі технологічної операції.....	60
6.3 Виявлення кількісних та якісних даних про заготовку.....	61
6.4 Визначення умов в котрих буде виготовлятися та використовуватись проєктований пристрій	63
6.5 Складання переліку виконуваних функцій	63
6.6 Розробка та обґрунтування схеми базування.....	64
6.7 Побудова функціональної структури верстатного пристрою	66
6.9 Обґрунтування вибору привода	73
6.10 Розрахунок точності пристрою.....	74
6.11 Опис пристрою та принцип його роботи.....	75
Перелік джерел посилання	77
Додаток А Охорона праці.....	80



Додаток Б Загальний вигляд верстату 2Н135.....	88
Додаток В Кінематика верстату 2Н135.....	89
Додаток Г Розгортка коробки швидкостей верстату 2Н135.....	90
Додаток Д Згортка коробки швидкостей верстату 2Н135	91
Додаток Е Креслення механізму переключення коробки швидкостей.....	92
Додаток Є Креслення гільзи шпиндельного вузла верстату 2Н135	93
Додаток Ж Маршрутний технологічний процес виготовлення гільзи.....	94
Додаток И Операційна наладка на токарно-гвинторізну операцію.....	97
Додаток К Операційна наладка на вертикально-свердлильну операцію	98
Додаток Л Креслення пристрою спеціального	99
Додаток М Специфікація до креслення пристрою спеціального.....	100

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Основним видом заводського устаткування є металорізальні верстати, призначені для виробництва всіх сучасних машин, приладів, інструментів та інших виробів, тому в значній мірі характеризують виробничу потужність країни, кількість металорізальних верстатів та їх технічний рівень.

Значне зростання випуску верстатів, підвищення якості і надійності, збільшення типажу, значне підвищення рівня автоматизації в машинобудуванні, продуктивності праці, задоволення вимог, що безперервно підвищуються, до точності обробки, є основним завданням верстатобудування.

Верстатобудування – це базова галузь машинобудування. Вона в змозі повністю забезпечити потребу всієї нашої промисловості в металорізальному устаткуванні і успіх всієї промисловості країни залежить від рівня його розвитку.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗОВУ МОДЕЛЬ ВЕРСТАТА

1.1 Призначення, область застосування

Верстат універсальний вертикально-свердлильний 2Н135 підходить для підприємств з одиничним і дрібносерійним випуском продукції. Дані верстати призначені для виконання таких операцій: свердління, розвертання, зенкування, зенкерування, розсвердлювання та підрізання торців ножами. Умовний діаметр свердління дорівнює 35 мм.

Числа обертів приводу головного руху та подач дозволяють обробляти різні види отворів на раціональних режимах різання.

На такому верстаті наявна механічна подача шпинделя при ручному управлінні циклами роботи. Що допускає обробку широкого діапазону розмірів в різних деталях з різних матеріалів. Обробку на таких верстатах провоять інструментом з високовуглецевих та швидкорізальних сталей і твердих сплавів.

Верстат 2Н135 обладнаний пристроєм реверсу електродвигуна головного руху. Це дозволяє виконувати на такому верстаті нарізання різі машинними мітчиками при ручній подачі шпинделя.

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.2 Основні вузли верстата

Основні вузли верстата показані на рисунку 1.1.

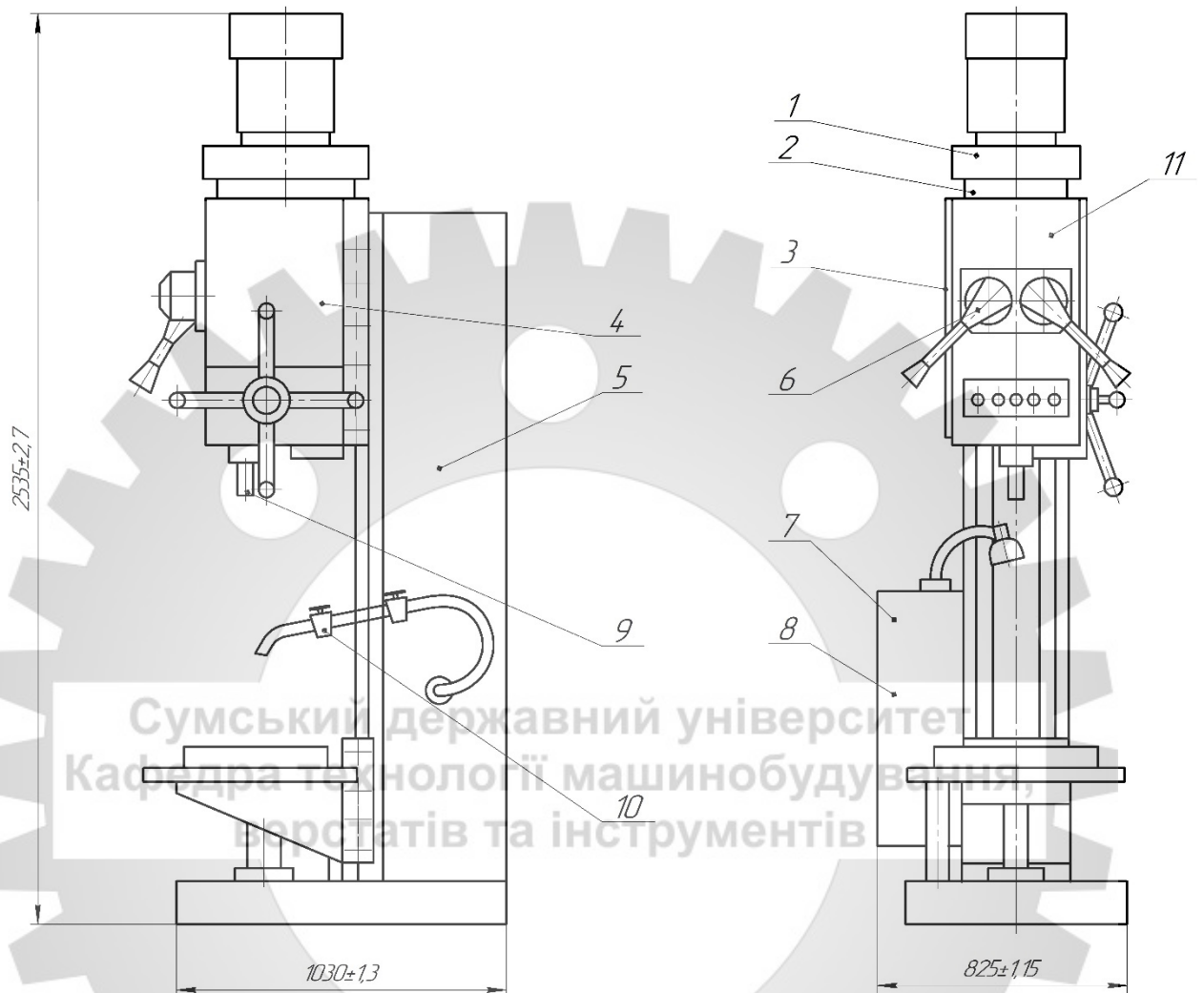


Рисунок 1.1 – Загальний вид базової моделі верстата 2Н135

Основні вузли базової моделі верстата:

1 – Привід свердлильного верстата; 2 – коробка швидкостей; 3 – насос плунжерний; 4 – коробка подач, 5 – колона, стіл, плита; 6 – механізм керування швидкостями та подачами; 7 – електрошафа; 8 – електрообладнання; 9 – шпиндель, 10 – система охолодження верстату; 11 – свердлильна головка верстату.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист

12

1.3 Технічна характеристика верстата 2Н135

Технічні характеристики верстата 2Н135 показано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики верстату

Основні параметри верстата	
Найбільший діаметр свердління в сталі 45, мм	35
Найменша і найбільша відстань від торця шпинделя до столу, мм	30..750
Найменша і найбільша відстань від торця шпинделя до плити, мм	700...1120
Відстань від осі вертикального шпинделя до напрямних стійки (виліт), мм	300
Робочий стіл	
Розміри робочої поверхні стола, мм	450 x 500
Число Т-образних пазів	3
Найбільше вертикальне переміщення столу (вісь Z), мм	300
Шпиндель	
Найбільше переміщення (установче) головки шпинделя, мм	170
Найбільше переміщення (хід) шпинделя, мм	250
Переміщення шпинделя на одну поділку лімба, мм	1
Переміщення шпинделя на один оборот маховика-рукоятки, мм	122,46
Частота обертання шпинделя, об / хв	31,5...1400
Кількість швидкостей шпинделя	12
Найбільший допустимий крутний момент, Нм	400
Конус шпинделя	Морзе 4
Механіка верстату	
Число ступенів робочих подач	9
Межі вертикальних робочих подач на один оберт шпинделя, мм	0,1...1,6

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 1.1

Управління циклами роботи	Ручне
Найбільша допустима сила подачі, кН	15
Динамічне гальмування шпинделя	є
Привід	
Електродвигун приводу головного руху, кВт	4,0
Електронасос охолоджуючої рідини	X14-22M
Розміри верстата	
Габарити верстата, мм	2535 x 825 x 1030
Маса верстата, кг	1200

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

2 КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДА МЕТАЛОРИЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТА 2Н135

Модернізацію привода за завданням потрібно виконати за такими вихідними даними: $n_{дв} = 1450 \text{ хв}^{-1}$, $n_{min} = 100 \text{ хв}^{-1}$, $\varphi = 1,26$, $Z = 12$.

2.1 Вибір структурної формули привода

Структурна формула привода має такий вигляд:

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

де Z – кількість швидкісних ступенів коробки швидкостей за завданням;
 i – порядок розміщення деякої групи в напрямку передачі руху;
 P – кількість передач у групі.

Якщо кількість передач $Z = 12$, то структурні формули для такої кількості можуть бути такими: $Z = 6 \cdot 2$; $Z = 3 \cdot 2 \cdot 2$; $Z = 4 \cdot 3$; $Z = 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 1$, та деякі інші варіанти. Формули є рівнозначними з математичної точки зору, тому що відповідають вимогам $Z = 12$. Найбільш оптимальним варіантом з усіх представлених являється варіант $Z = 3 \cdot 2 \cdot 2$.

2.2 Визначення кількості валів у приводі

У приводі верстата можливість визначення валів пов'язана із структурною формулою. За формулою визначемо цю залежність, яка є дуже простою.

$$B = m + 1,$$

де m – кількість груп передач привода.

Для обраної оптимальної структурної формули $Z = 3 \cdot 2 \cdot 2$, $m = 3$, тоді за формулою кількість валів $B = 4$.

2.3 Виконання первісного варіанта кінематичної схеми

Кінематична схема коробки швидкостей верстата в первісному вигляді зображено на рисунку 2.1.

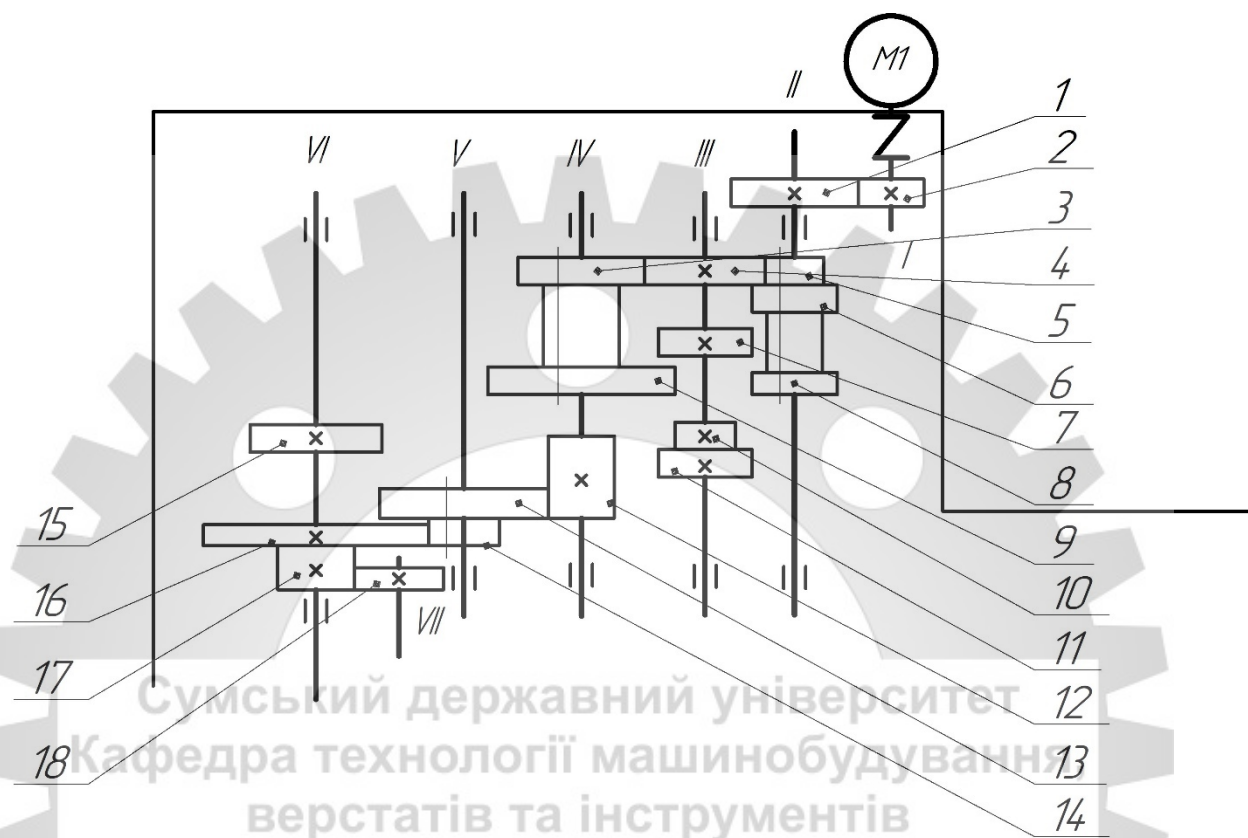


Рисунок 2.1 – Кінематична схема коробки швидкостей верстата в первісному вигляді

2.4 Складання структурних формул у розгорнутому вигляді

У розгорнутому вигляді структурна формула містить в собі й характеристику і має такий вигляд:

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

Запишемо формули спочатку у загальному вигляді:

$$1) \quad Z = P_1 (X_1) \cdot P_2 (X_2) \cdot P_3 (X_3)$$

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

$$2) \quad Z = P_1 (X_1) \cdot P_2 (X_2) \cdot P_3 (X_3)$$

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

$$3) \quad Z = P_1(X_1) \cdot P_2(X_2) \cdot P_3(X_3)$$

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

$$4) \quad Z = P_1(X_1) \cdot P_2(X_2) \cdot P_3(X_3)$$

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

$$5) \quad Z = P_1(X_1) \cdot P_2(X_2) \cdot P_3(X_3)$$

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

$$6) \quad Z = P_1(X_1) \cdot P_2(X_2) \cdot P_3(X_3)$$

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

Отримаємо такі значення після підстановки кількості переключень:

$$1) \quad Z = 3(4) \cdot 2(2) \cdot 2(1)$$

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

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

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

$$3) \quad Z = 3(4) \cdot 2(1) \cdot 2(2)$$

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

$$4) \quad Z = 3(2) \cdot 2(1) \cdot 2(6)$$

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

$$5) \quad Z = 3(1) \cdot 2(3) \cdot 2(6)$$

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

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

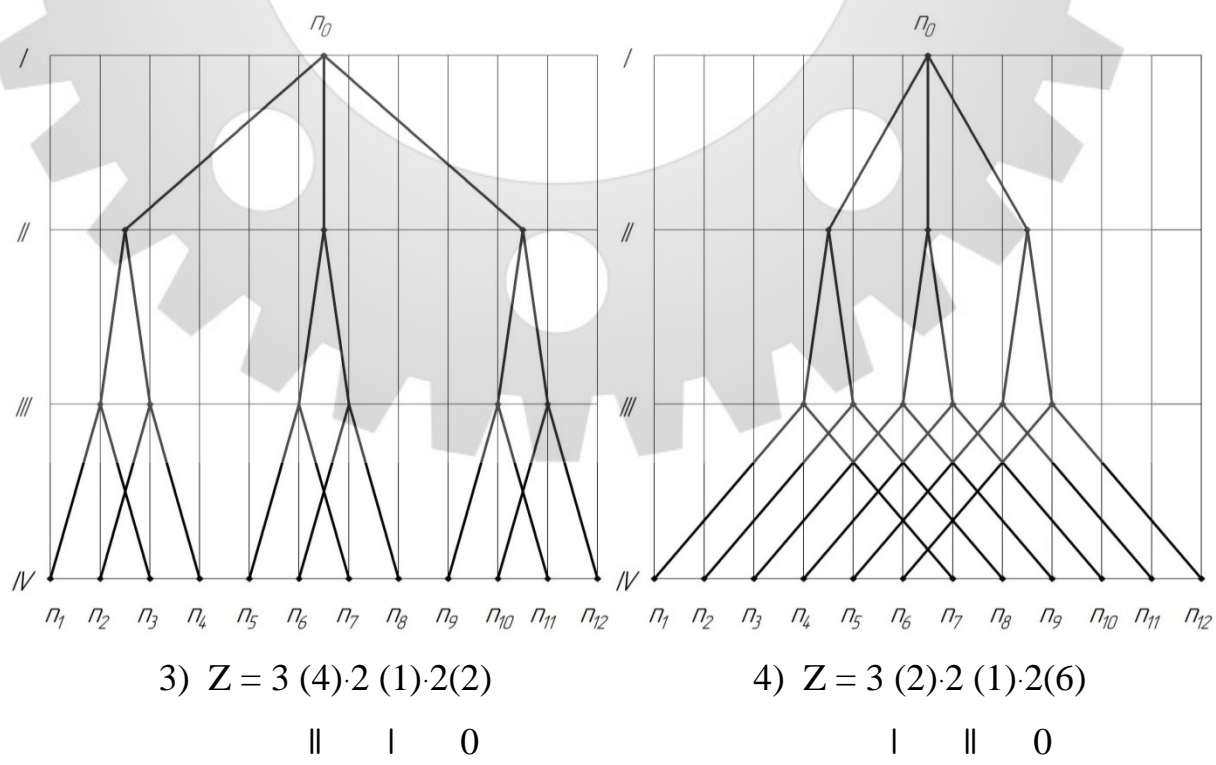
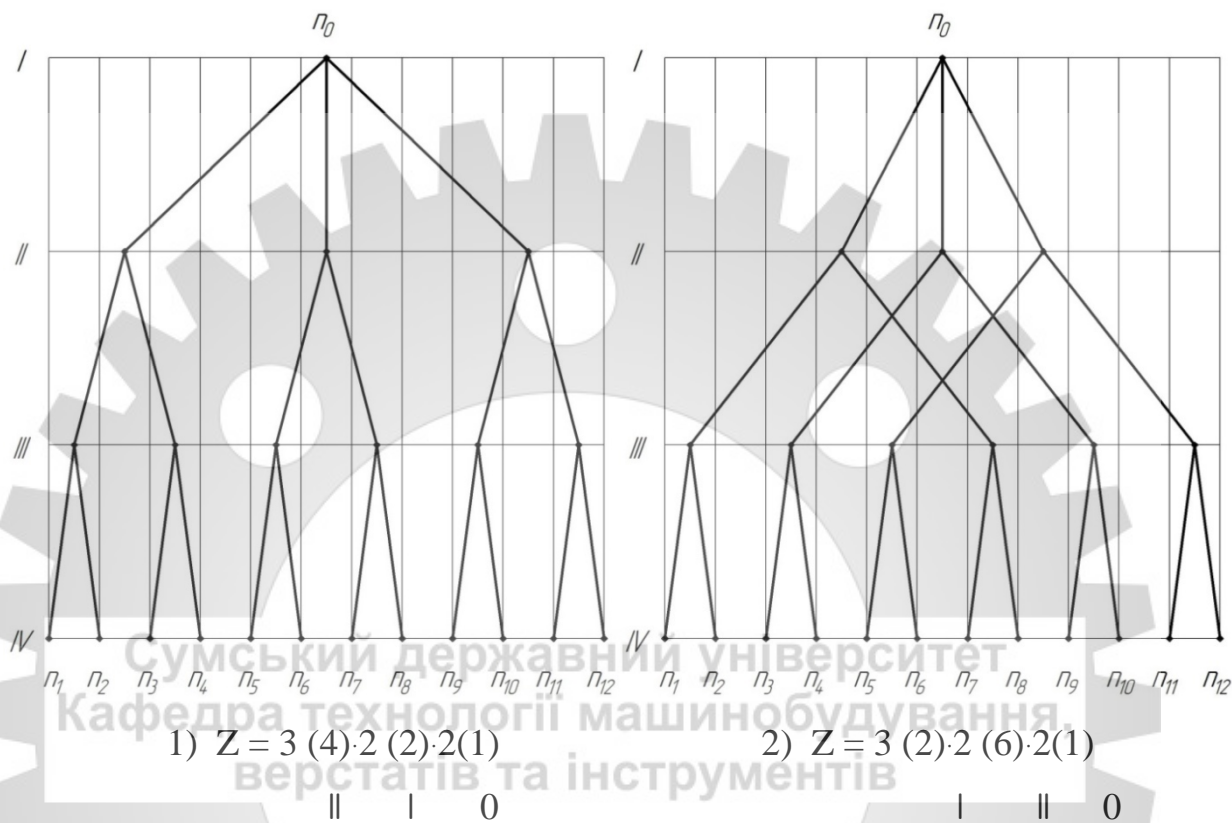
$$0 \quad \parallel \quad |$$

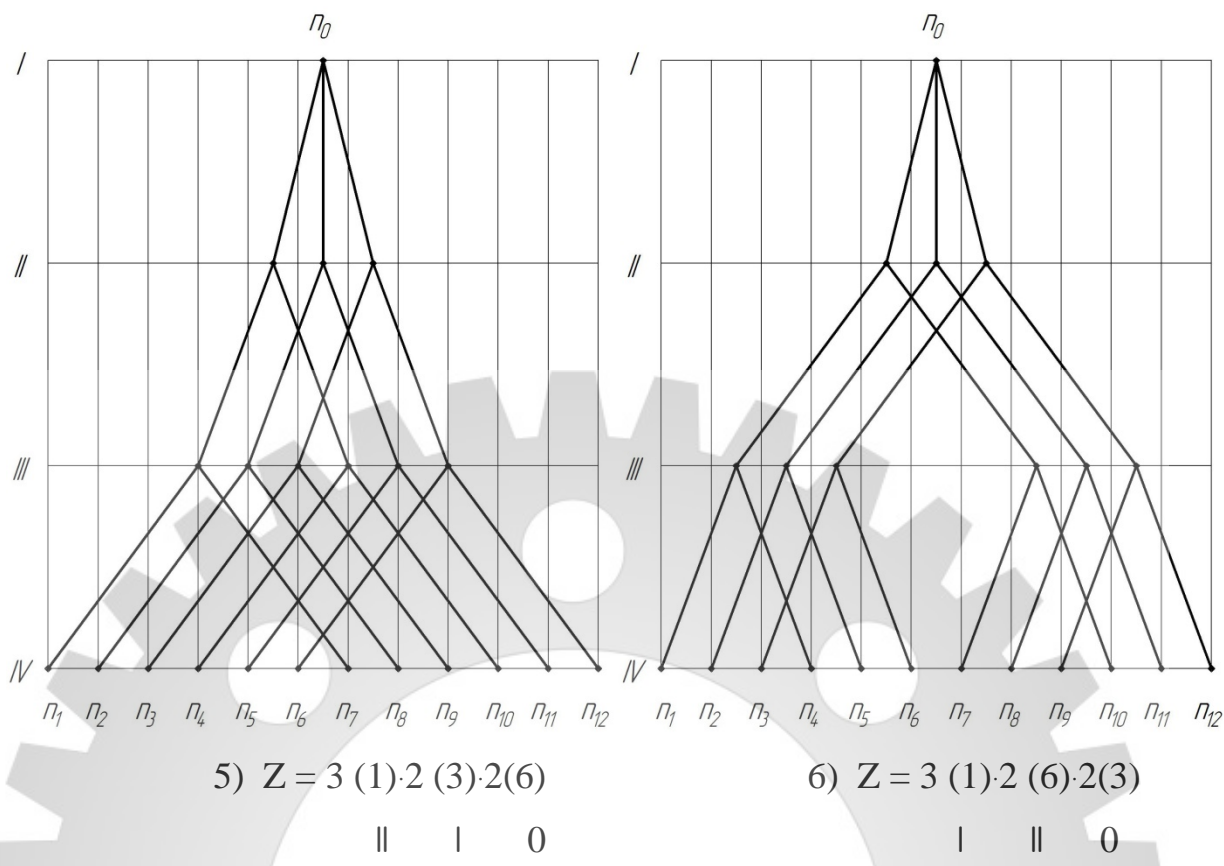
2.5 Побудова структурних сіток

Структурні сітки – це симетричні діаграми, котрі у розгорнутому вигляді відображають структурні формули та кількість груп переключень, характер переключень взаємності від того, яку група відіграє роль (основну, 1 – її множини, 2 – її і т.д.) також вказують на кількість валів. Сітка будується на фоні або ж на полі сітки, котре в свою чергу складається із вертикальних ліній, кількість яких відповідає кількості швидкісних ступенів привода та

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

горизонтальних, які визначають вали. Нульова точка частот розміщується посередині лінії, оскільки сітка симетрична діаграма, що відповідає першому валу. Відстань береться між вертикалями такою, що рівна характеристиці $X=1$.





2.6 Аналіз структурних сіток

При побіжному порівнянні структурних сіток видно, що вони виглядають по різному. Варіант вважається оптимальним, у котрого відрізки, які визначають передатне відношення між валами, розходяться поступово від першого валу до четвертого. Серед показаних найкращий п'ятий варіант, котрий було визначено при порівнянні наведених варіантів, а третій – найгірший. Оптимальним варіантом структурних сіток є п'ятий, а отже варто зупинитися на ньому для подальшого графоаналітичного розрахунку

2.7 Побудова графіка частот обертання шпинделя

Мінімальна частота $n_{\min} = 100 \text{ хв}^{-1}$, знаменник ряду частот обертання $\phi = 1,26$, а кількість передач $Z = 12$. З цих даних розраховуємо геометричний ряд частот та отримуємо такі значення: $n_1 = 100$, $n_2 = 125$, $n_3 = 160$, $n_4 = 200$, $n_5 = 250$, $n_6 = 315$, $n_7 = 400$, $n_8 = 500$, $n_9 = 630$, $n_{10} = 800$, $n_{11} = 1000$, $n_{12} =$

1250. Частота обертання двигуна $n_{дв} = 1450 \text{ хв}^{-1}$.

Передавальних відношень передач в групах та фактичних значень частот обертання, структурна сітка не дає. Щоб визначити ці величини треба побудувати другий графік – графік частот обертання. Фактичною картиною частот обертання вважається графік частот обертання приводу.

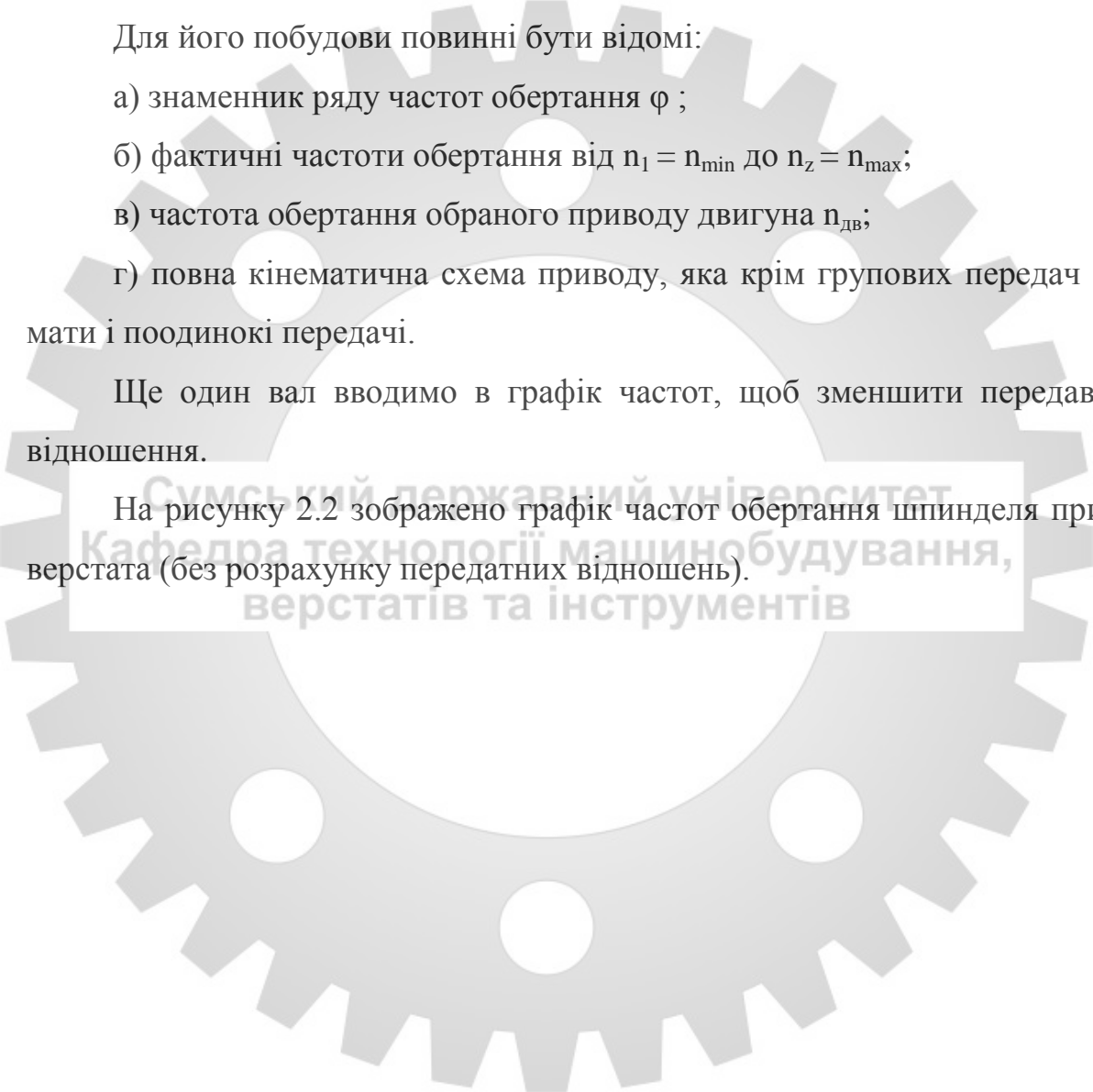
Щоб його побудувати повинні бути відомі:

Для його побудови повинні бути відомі:

- а) знаменник ряду частот обертання φ ;
- б) фактичні частоти обертання від $n_1 = n_{\min}$ до $n_z = n_{\max}$;
- в) частота обертання обраного приводу двигуна $n_{дв}$;
- г) повна кінематична схема приводу, яка крім групових передач може мати і поодинокі передачі.

Ще один вал вводимо в графік частот, щоб зменшити передавальні відношення.

На рисунку 2.2 зображено графік частот обертання шпинделя привода верстата (без розрахунку передатних відношень).



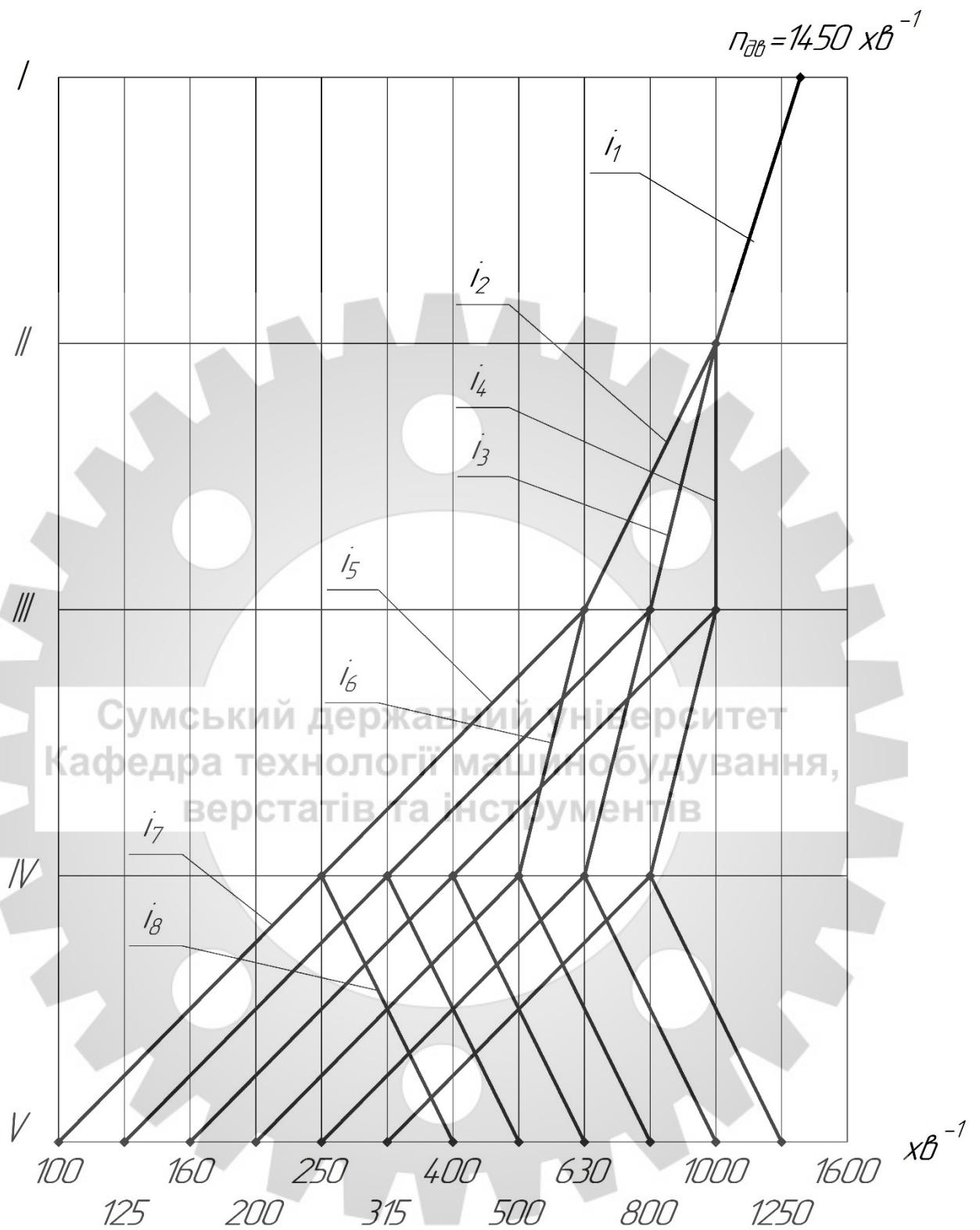


Рисунок 2.2 – Графік частот обертання шпинделя привода верстата (без розрахунку передатних відношень)

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист

21

В першу чергу при розробці кінематичної схеми верстата потрібно вирішити питання вибору типу приводу. Привід - джерело руху і сукупність механізмів, котрі до кінцевих ланок верстата передають рух.

Верстат може мати кілька джерел руху або один. Механізувати та автоматизувати верстат, спростити управління, скоротити кінематичні ланцюги дозволяє застосування декількох двигунів. Від загального двигуна вони повинні отримувати рух, якщо потрібно суворий взаємозв'язок між окремими кінематичними ланцюгами. При проектуванні нового верстата вибір приводу має істотне значення, так як це є одним з основних умов створення високоякісної й економічної продукції.

2.8 Визначення кількості зубців зубчастих коліс

На первісному варіанті кінематичної схеми позначені як Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 і т. д., можна визначити кількість зубців зубчастих коліс у кожній парі, коли побудовано ГЧО. Також існують правила для визначення кількості зубців зубчастих коліс. Перше правило заключається у тому, що у двоваловій передачі залишається незмінною сума зубів зубчастих коліс, тобто можна написати, що $\Sigma Z = Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4 = Z_5 + Z_6 = \text{const}$ (між першим та другим валами, наприклад). Найменша кількість зубів на одному колесі може бути 18 – 20, виходячи з цього визначають суму Z . Тоді $\Sigma Z_{\text{max}} \approx 120$, відповідно $\Sigma Z_{\text{min}} \approx 40$. Друге правило заключається у тому, що передатні відношення записують через кількість зубів зубчастих коліс і прирівнюють їх до передатних відношень з ГЧО через знаменник геометричного ряду. Це має такий вигляд:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{1}{\varphi^2}; \quad \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{1}{\varphi}; \quad \frac{Z_5}{Z_6} = \frac{1}{\varphi^0} = \frac{1}{1} = 1.$$

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

									Лист
									22
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

$$z_1 = \frac{\Sigma z}{1+\varphi^2}, \quad Z_2 = \Sigma Z - Z_1.$$

Для визначення реальних значень потрібно задати ΣZ .

$$i_1 = \frac{n_0}{n_{дв}} = \frac{1000}{1450} = 0,689.$$

Обираємо число зубів на першому колесі $z_1=20$, тоді:

$$Z_2 = Z_1 / i_1 = 20 / 0,689 = 29.$$

$$i_2 = \frac{1}{\varphi^2}, \quad \sum Z = 80, \quad Z_3 = \frac{80}{1 + 1,59} = 31; \quad Z_4 = 80 - 31 = 49. \quad \frac{31}{49}$$

$$i_3 = \frac{1}{\varphi}, \quad \sum Z = 80, \quad Z_5 = \frac{80}{1 + 1,26} = 35; \quad Z_6 = 80 - 35 = 45. \quad \frac{35}{45}$$

$$i_4 = \frac{1}{1}, \quad \sum Z = 80. \quad \frac{40}{40}$$

$$i_5 = \frac{1}{\varphi^4}, \quad \sum Z = 72, \quad Z_9 = \frac{72}{1 + 2,52} = 20; \quad Z_{10} = 72 - 20 = 60. \quad \frac{20}{52}$$

$$i_6 = \frac{1}{\varphi}, \quad \sum Z = 72, \quad Z_{11} = \frac{72}{1 + 1,26} = 32; \quad Z_{12} = 72 - 32 = 49. \quad \frac{32}{40}$$

$$i_7 = \frac{1}{\varphi^4}, \quad \sum Z = 80, \quad Z_{13} = \frac{80}{1 + 2,52} = 23; \quad Z_{14} = 80 - 23 = 57. \quad \frac{23}{57}$$

$$i_8 = \frac{1}{\varphi^2}, \quad \sum Z = 80, \quad Z_{16} = \frac{80}{1 + 1,59} = 31; \quad Z_{15} = 80 - 31 = 49. \quad \frac{49}{31}$$

На рисунку 2.3 зображено графік частот обертання шпинделя з підібраними передаточними відношеннями(колесами).

$$n_{об} = 1450 \text{ хв}^{-1}$$

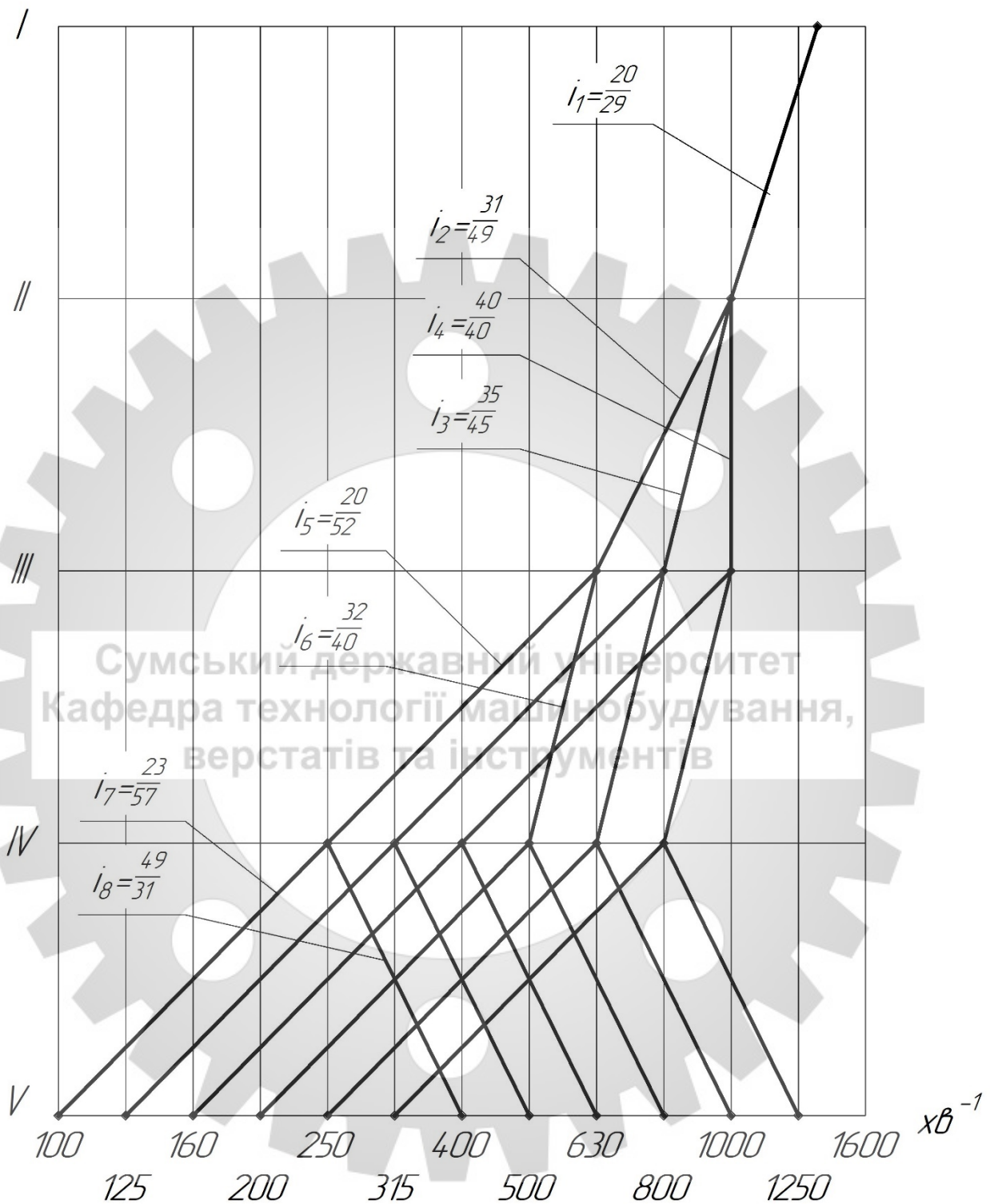


Рисунок 2.3 - Графік частот обертання шпинделя з підібраними передаточними відношеннями(колесами)

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист

24

2.9 Підрахування фактичних частот обертання шпинделя

Шляхом складання відповідних рівнянь кінематичного балансу, можна визначити фактичні частоти обертання шпинделя, якщо прораховані усі передатні відношення привода. Користуючись ГЧО можна скласти такі рівняння. На структурних сітках точка на валу одна і відповідає точці n_0 , тому вихідною точкою для таких розрахунків є частота 1000 хв⁻¹. Якщо перемножити передатні відношення i_1, i_4, i_6 , можна отримати першу або найменшу частоту. Потрібно записати так:

$$n_1 = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{31}{49} \cdot \frac{20}{52} \cdot \frac{23}{57} = 98,18 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_2 = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{35}{45} \cdot \frac{20}{52} \cdot \frac{23}{57} = 120,7 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_3 = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{20}{52} \cdot \frac{23}{57} = 155,2 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_4 = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{31}{49} \cdot \frac{32}{40} \cdot \frac{23}{57} = 204,22 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_5 = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{35}{45} \cdot \frac{32}{40} \cdot \frac{23}{57} = 251,07 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_6 = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{32}{40} \cdot \frac{23}{57} = 322,81 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_7 = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{31}{49} \cdot \frac{20}{52} \cdot \frac{49}{31} = 384,62 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_8 = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{35}{45} \cdot \frac{20}{52} \cdot \frac{49}{31} = 472,84 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_9 = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{20}{52} \cdot \frac{49}{31} = 607,94 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{10} = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{31}{49} \cdot \frac{32}{40} \cdot \frac{49}{31} = 800 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{11} = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{35}{45} \cdot \frac{32}{40} \cdot \frac{49}{31} = 983,51 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{12} = 1450 \cdot \frac{20}{29} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{32}{40} \cdot \frac{49}{31} = 1264,52 \text{ хв}^{-1},$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

2.10 Оцінка точності кінематичного розрахунку

Визначимо похибку між фактичними числами обертів вихідного вала та стандартизованими використовуючи формулу:

$$\Delta = \pm \frac{n_{\phi} - n_{cm}}{n_{cm}} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де n_{ϕ} , n_{cm} – відповідно фактичні та стандартизовані частоти обертання шпинделя.

Відповідність всіх частот обертання шпинделя перевіримо за формулою 2.1:

$$\Delta_1 = \frac{100 - 98,18}{100} \cdot 100\% = 0,018 \cdot 100\% = -1,8\%,$$

$$\Delta_2 = \frac{125 - 120,71}{125} \cdot 100\% = 0,025 \cdot 100\% = 2,5\%,$$

$$\Delta_3 = \frac{160 - 155,2}{160} \cdot 100\% = 0,023 \cdot 100\% = 2,3\%,$$

$$\Delta_4 = \frac{200 - 204,22}{200} \cdot 100\% = -0,021 \cdot 100\% = -2,1\%,$$

$$\Delta_5 = \frac{250 - 251,07}{250} \cdot 100\% = -0,0042 \cdot 100\% = -0,42\%,$$

$$\Delta_6 = \frac{315 - 322,81}{315} \cdot 100\% = -0,0247 \cdot 100\% = -2,47\%,$$

$$\Delta_7 = \frac{400 - 384,62}{400} \cdot 100\% = 0,0252 \cdot 100\% = 2,52\%,$$

$$\Delta_8 = \frac{500 - 472,84}{500} \cdot 100\% = 0,0257 \cdot 100\% = 2,57\%,$$

$$\Delta_9 = \frac{630 - 607,94}{630} \cdot 100\% = 0,024 \cdot 100\% = 2,4\%,$$

$$\Delta_{10} = \frac{800 - 800}{800} \cdot 100\% = 0\%,$$

$$\Delta_{11} = \frac{1000 - 983,51}{1000} \cdot 100\% = 0,0164 \cdot 100\% = 1,64\%,$$

$$\Delta_{12} = \frac{1250 - 1264,52}{1250} \cdot 100\% = -0,0116 \cdot 100\% = -1,16\%,$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

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

Можна зробити висновок, що розрахунок виконаний вірно, після оцінки точності кінематичного розрахунку.

2.11 Кінцевий варіант кінематичної схеми привода

З дотриманням вимог ГОСТ 2.770 – 68 і 2.703 – 68 виконують кінцевий варіант кінематичної схеми, перший з яких є стандартом на умовні позначення на кінематичних схемах, а другий – правилом виконання кінематичних схем. На рисунку 2.4 подано приклад кінцевого варіанта кінематичної схеми привода.

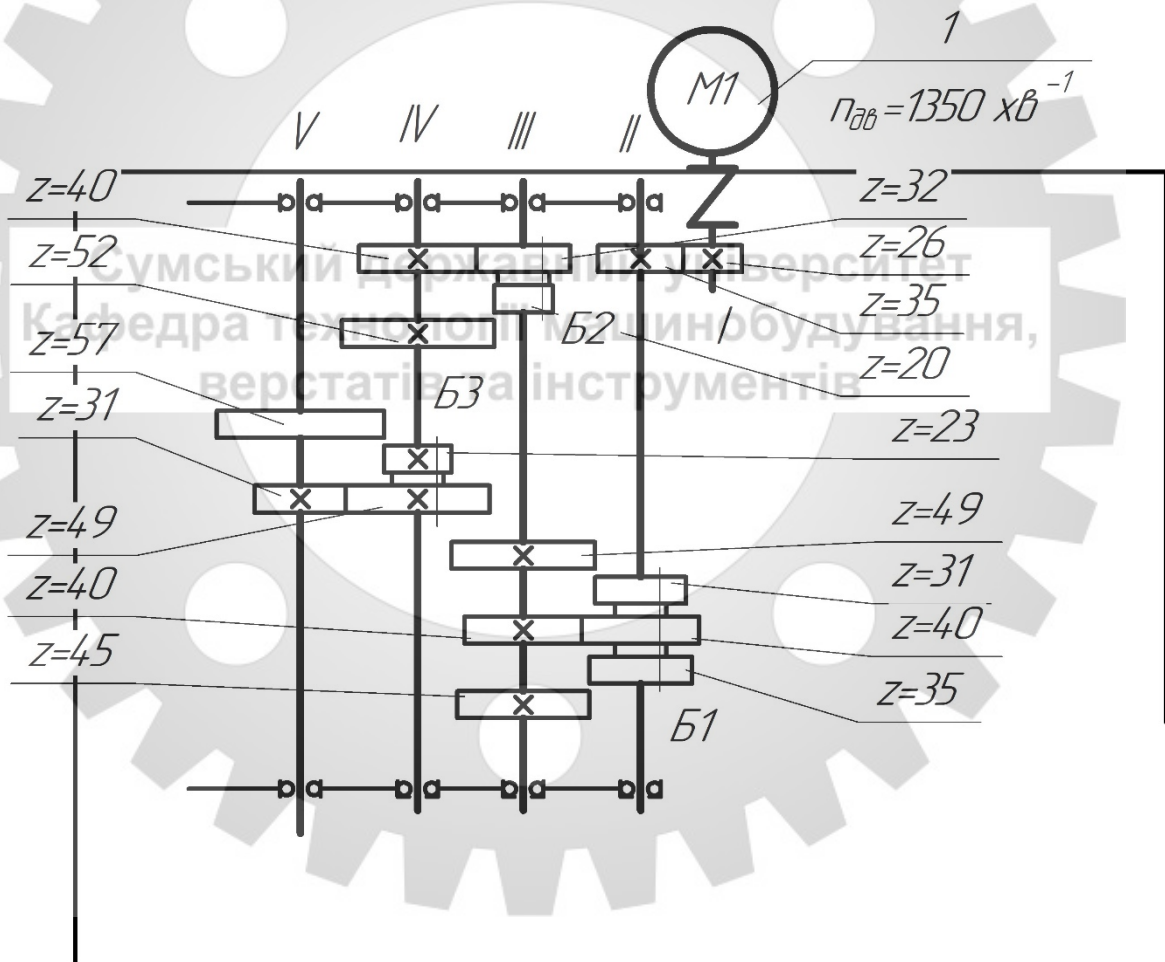


Рисунок 2.4 – Кінцевий варіант кінематичної схеми привода

3 ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ

3.1 Проектний розрахунок і методика конструювання привода верстата

Починаємо із того, що між валами майбутньої коробки швидкостей визначимо міжцентрову відстань.

Для цього використовують відому формулу:

$$a_{wi} = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} = 0,5 \cdot \sum z \cdot m, \quad (3.1)$$

де m – модуль зубчастих коліс, мм;

z_1 – кількість зубців на шестерні;

z_2 – кількість зубців на колесі;

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

У такої формули є особливість використання, невідоме значення модуля і його треба прийняти заздалегідь, умовно із джерел технічної літератури (паспорт верстата), заручившись досвідом проектування коробок швидкостей.

Модулі від 2,5 – 3,0 мм до 6,0 – 8,0 мм мають зубчасті передачі, котрі використовуються у коробках швидкостей частіше на верстатах середніх розмірів.

За формулою 3.1 знайдемо міжцентрову відстань між валами, використовуючи дані за кількістю зубів із кінематичного розрахунку і як приклад візьмемо значення модуля 4,0 мм між всіма валами, тобто:

$$\text{між валом I та II: } a_{wi} = 0,5 \cdot 49 \cdot 4 = 98 \text{ мм}$$

$$\text{між валом II та III: } a_{wi} = 0,5 \cdot 80 \cdot 4 = 160 \text{ мм}$$

$$\text{між валом III та IV: } a_{wi} = 0,5 \cdot 72 \cdot 4 = 144 \text{ мм}$$

$$\text{між валом IV та V: } a_{wi} = 0,5 \cdot 80 \cdot 4 = 160 \text{ мм}$$

До розрахунку діаметрів валів логічно перейти після визначення міжцентрових відстаней.

Щоб зробити розрахунок валів та зубчастих коліс необхідно знайти навантаження на них, тобто крутні моменти та діючі сили. Для цього необхідно при найбільших режимах розрахувати сили різання та знайти потужність двигуна. При розробленні оригінальної конструкції верстата та при індивідуальному завданні можливі будуть такі розрахунки. Можна використати потужність базової моделі для типових моделей верстата. Не номінальні, а розрахункові навантаження використовують та вводять під час розрахунку коробок швидкостей:

$$T_{pi} = T_j \cdot K, \quad (3.2)$$

$$F_p = F_t \cdot K, \quad (3.3)$$

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

T_j – момент на попередньому валу, Н· м;

F_t – колова сила, що прикладена до валу, Н;

K – коефіцієнт навантаження, $K = 1,2$.

Без урахування коефіцієнта навантаження крутний момент розраховують за такою формулою:

$$T_j = \frac{P}{\omega}, \quad (3.4)$$

де ω – кутова швидкість.

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (3.5)$$

Без урахування коефіцієнта навантаження колову силу розраховують за такою формулою:

$$F_t = \frac{2T_j}{d_z}, \quad (3.6)$$

де d_z – ділительний діаметр зубчатого колеса.

$$d_z = m \cdot z_i, \quad (3.7)$$

Для першого валу розрахуємо колову силу та крутний момент за формулами:

Для першого валу $n = 1450 \text{ хв}^{-1}$ та P – потужність двигуна $P = 4 \text{ кВт}$.

Для першого валу (також для інших валів) за формулою 3.5 розрахуємо кутову швидкість.

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1450}{30} = 151,76 \text{ рад/с}$$

За формулою 3.4 розраховують крутний момент без урахування коефіцієнта навантаження (також для інших валів).

$$T_1 = \frac{4 \cdot 10^3}{151,76} = 26,35 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

За формулою 3.2 розраховується розрахунковий крутний момент (також для інших валів).

$$T_{p1} = 26,35 \cdot 1,2 = 31,62 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

За формулою 3.7 визначимо дільний діаметр зубчастого колеса (також для інших валів).

$$d_1 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ мм}$$

Колова сила без урахування коефіцієнта навантаження розраховується за формулою 3.6 (також для інших валів).

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot 26,35 \cdot 10^3}{80} = 658 \text{ Н}$$

За формулою 3.3 визначаємо розрахункову колову силу (також для інших валів).

$$F_{p1} = 658 \cdot 1,2 = 790 \text{ Н}$$

Для другого валу:

$$\omega_2 = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104,67 \text{ рад/с}$$

$$T_2 = \frac{4 \cdot 10^3}{104,67} = 38,21 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_{p2} = 38,21 \cdot 1,2 = 45,85 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$d_2 = 4 \cdot 35 = 140 \text{ мм}$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot 45,85 \cdot 10^3}{140} = 545 \text{ Н}$$

$$F_{p2} = 545 \cdot 1,2 = 655 \text{ Н}$$

Для третьего вала:

$$\omega_3 = \frac{3,14 \cdot 630}{30} = 65,94 \text{ рад/с}$$

$$T_3 = \frac{4 \cdot 10^3}{65,94} = 60,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_{p3} = 60,6 \cdot 1,2 = 72,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$d_3 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ мм}$$

$$F_{t3} = \frac{2 \cdot 83,41 \cdot 10^3}{80} = 1516 \text{ Н}$$

$$F_{p3} = 1516 \cdot 1,2 = 1819 \text{ Н}$$

Для четвертого вала:

$$\omega_4 = \frac{3,14 \cdot 250}{30} = 26,17 \text{ рад/с}$$

$$T_4 = \frac{4 \cdot 10^3}{26,17} = 152,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_{p4} = 152,8 \cdot 1,2 = 183,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$d_4 = 4 \cdot 31 = 124 \text{ мм}$$

$$F_{t4} = \frac{2 \cdot 152,8 \cdot 10^3}{124} = 2465 \text{ Н}$$

$$F_{p4} = 2465 \cdot 1,2 = 2958 \text{ Н}$$

Для пятого вала:

$$\omega_5 = \frac{3,14 \cdot 100}{30} = 10,47 \text{ рад/с}$$

$$T_5 = \frac{4 \cdot 10^3}{10,47} = 382,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_{p5} = 382,1 \cdot 1,2 = 458,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$d_5 = 4 \cdot 23 = 92 \text{ мм}$$

Сумський державний університет
Кафедра технологій машинобудування,
верстатів та інструментів

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

$$F_{t5} = \frac{2 \cdot 525,48 \cdot 10^3}{92} = 5711 \text{ Н}$$

$$F_{p5} = 5711 \cdot 1,2 = 6853 \text{ Н}$$

3.2 Розрахунок валів

Розрахунок проводимо в два етапи:

- попередній розрахунок;
- уточнюючий розрахунок.

Орієнтовий діаметр валу визначають при попередньому розрахунку та уточнюють його конструкцію. При допустимому напруженні $[\tau] = 20 \text{ МПа}$ діаметр вихідного кінця валу знаходять за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T_p}{0,2 \cdot [\tau]}} \quad (3.8)$$

За формулою 3.8 визначаємо для першого валу діаметр вихідного кінця валу (також для інших валів)

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{26,35 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 22,1 \text{ мм}$$

Під підшипники візьмемо діаметр валу $d_1 = 25 \text{ мм}$.

Для другого валу:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{45,8 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 25,07 \text{ мм}$$

Під підшипники візьмемо діаметр валу $d_2 = 25 \text{ мм}$.

З кінематичного розрахунку відомо, що вал II шліцьовий. Тому за ГОСТом 1139 – 81 призначаємо шліци за розмірами 6x 8x32 із центруванням за внутрішнім діаметром валу. Посадка для рухомого з'єднання блок – вал може бути такою: $d - 6 \times 28\text{H}7/\text{g}6 \times 32\text{H}12/\text{a}11 \times 7\text{D}9/\text{f}7$.

Для третього валу:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{72,8 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 29,25 \text{ мм}$$

Під підшипники візьмемо діаметр валу $d_3 = 30$ мм.

Вал III також шліцьовий. Посадка для рухомого з'єднання блок – вал може бути такою: $d - 8 \times 32H7/g7 \times 36H12/d10 \times 6D9/f8$.

Для четвертого валу:

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{183,4 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 39,8 \text{ мм}$$

Під підшипники візьмемо діаметр валу $d_4 = 40$ мм.

Вал IV також шліцьовий. Посадка для рухомого з'єднання блок – вал може бути такою: $d - 8 \times 42H7/g6 \times 46H12/d10 \times 8D9/f7$.

Для п'ятого валу:

$$d_5 = \sqrt[3]{\frac{458,6 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 54,02 \text{ мм}$$

Під підшипники візьмемо діаметр валу $d_5 = 55$ мм.

3.3 Уточнюючий (перевірний) розрахунок валів

На основі виконаної конструкції коробки швидкостей для небезпечних перерізів валу виконується розрахунок коефіцієнта запасу міцності після проектного розрахунку.

Умова міцності валу визначається за формулою

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} \geq [S], \quad (3.9)$$

де $[S]$ – допустимий коефіцієнт запасу міцності; значення $[S]$ знаходиться у межах 1,3–1,5; можна взяти $[S] = 1,4$;

S_σ – коефіцієнт запасу міцності за нормальними напруженнями;

S_τ – коефіцієнт запасу міцності за дотичними напруженнями;

S – загальний (розрахунковий) коефіцієнт запасу міцності. Його й потрібно визначити.

Складова попередньої формули – коефіцієнт запасу міцності за нормальним напруженням S_σ – визначається за формулою

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

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

K_σ – коефіцієнт, для шліцьового валу $K_\sigma = 1,65$;

$\varepsilon_\sigma = 0,92$ – масштабний фактор;

$\psi_a = 0,15$ – 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 780 МПа з, тоді $\sigma_{-1} \approx 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 780 = 335$ МПа;

σ_V – амплітуда нормальних напружень на згинання – визначається формулою

$$\sigma_V = \frac{M}{W_{\text{нетто}}}, \quad (3.10)$$

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

Сумарний згинальний момент M_Σ на валу необхідно знайти для розрахунку σ_V . Для визначення діючих сил та реакцій побудуємо схему (рисунок 3.1) і визначимо реакції опор у площинах XZ, YZ

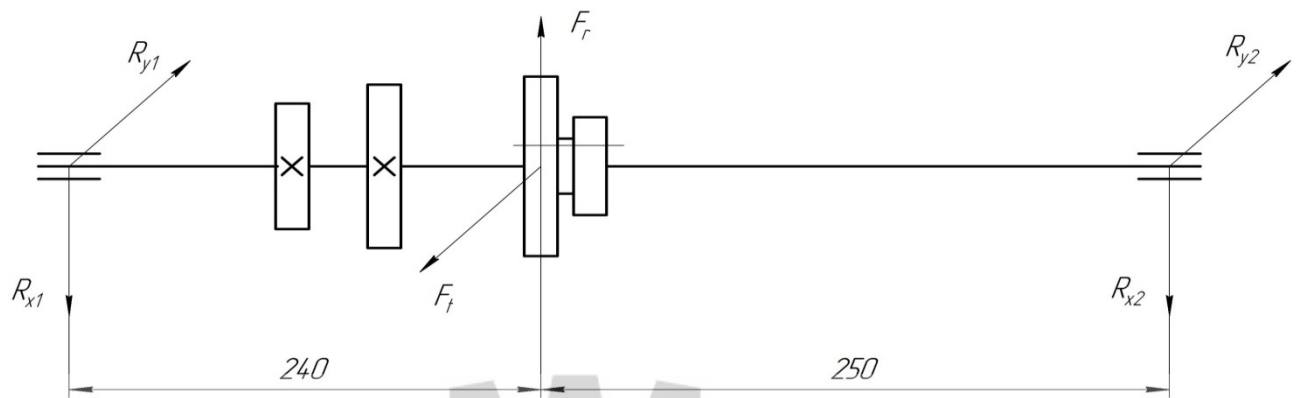


Рисунок 3.1 – Схема діючих сил та реакцій опор IV валу коробки

Реакції опор у площині XZ:

$$R_{y1} = \frac{F_t \cdot 240}{240 + 250} = \frac{6853 \cdot 240}{240 + 250} = 3356 \text{ Н,}$$

$$R_{y2} = \frac{F_t \cdot 250}{240 + 250} = \frac{6853 \cdot 250}{240 + 250} = 3496 \text{ Н.}$$

Реакції опор у площині YZ:

$$R_{x1} = \frac{F_r \cdot 240}{240 + 250} = \frac{6853 \cdot 240}{240 + 250} = 3356 \text{ Н,}$$

$$R_{x2} = \frac{F_r \cdot 250}{240 + 250} = \frac{6853 \cdot 250}{240 + 250} = 3496 \text{ Н.}$$

Згинальні моменти:

$$M_x = R_{x1} \cdot 240 = 8,05 \cdot 10^5 \text{ Нмм,}$$

$$M_y = R_{y1} \cdot 240 = 8,05 \cdot 10^5 \text{ Нмм.}$$

Сумарний згинальний момент

$$M_z = \sqrt{(8,05 \cdot 10^5)^2 + (8,05 \cdot 10^5)^2} = 11,5 \cdot 10^5 \text{ Нмм}$$

На рисунку 3.2 зображено епюри згинальних та крутних моментів при уточнюючому розрахунку валу.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

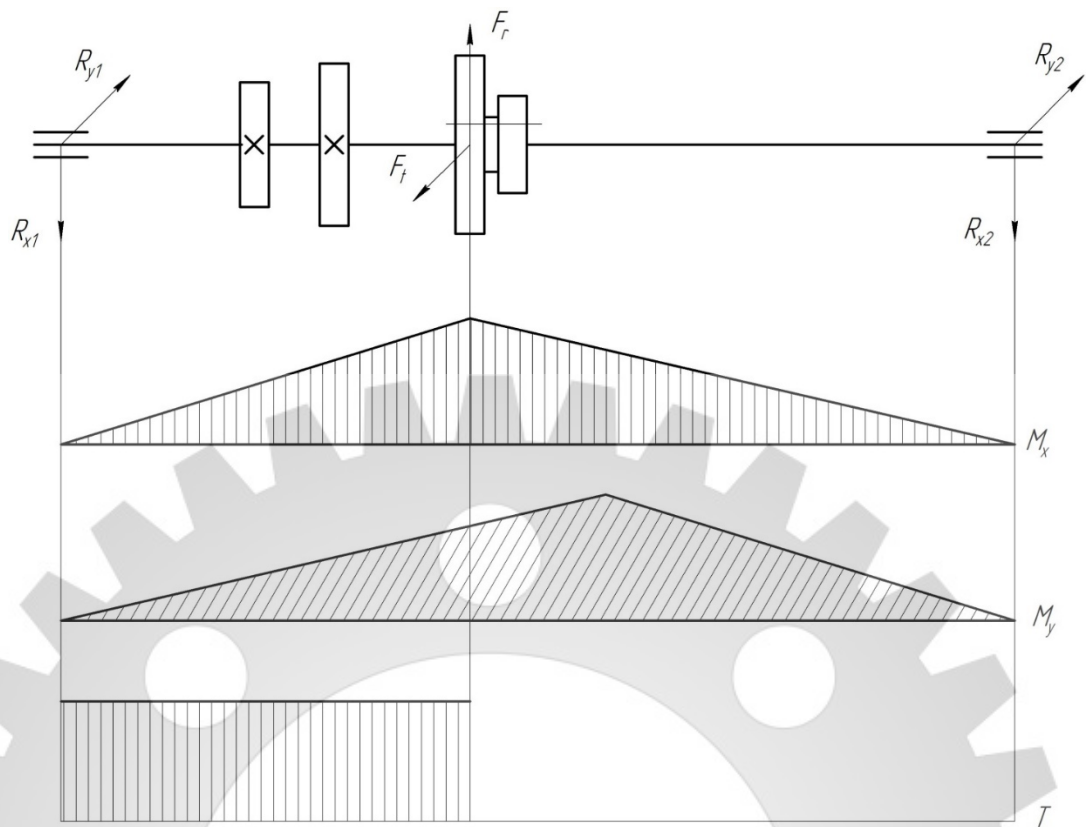


Рисунок 3.2 - Епюри згинальних та крутного моментів при уточнюючому розрахунку валу

Також визначено сумарний згинальний момент. За формулою 3.10 розраховуємо амплітуду нормальних напружень на згинання:

$$\sigma = \frac{M_{\Sigma}}{W_{\text{нетто}}} = \frac{8,05 \cdot 10}{1,25 \cdot 10} = 6,44 \text{ МПа,}$$

де $W_{\text{нетто}}$ – розраховано як

$$W_{\text{нетто}} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 28^3}{32} - \frac{6 \cdot 4 \cdot (28 - 4)^2}{2 \cdot 28} = 1,25 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

За рекомендаціями окремі значення параметрів такі:

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

Підстановка значень у формулу дає результат:

$$S_{\tau} \approx 11,7$$

За формулою 3.9 розрахуємо загальний коефіцієнт запасу міцності:

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

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

3.4 Геометричний розрахунок зубчастих коліс

Розрахуємо зовнішні та внутрішні діаметри зубчастих коліс майбутньої коробки швидкостей. Зовнішні діаметри колес розрахуємо за формулою:

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

Внутрішні діаметри розрахуємо за формулою:

$$d_{a2} = d_{w1} - 2,5 \cdot m.$$

Результати занесемо у таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Розрахунок діаметрів коліс привода

Кількість зубців коліс	Ділильний діаметр $m \cdot z$, мм	Зовнішній діаметр $m \cdot (z+2)$, мм	Внутрішній діаметр $m \cdot (z-2,5)$, мм
$Z_1 = 20$	80	88	70
$Z_2 = 29$	116	124	106
$Z_3 = 31$	124	132	114
$Z_4 = 40$	160	168	150
$Z_5 = 35$	140	148	130
$Z_6 = 32$	128	136	118
$Z_7 = 20$	80	88	70
$Z_8 = 49$	196	204	186
$Z_9 = 40$	160	168	150
$Z_{10} = 45$	180	188	170
$Z_{11} = 40$	160	168	150
$Z_{12} = 52$	208	216	198
$Z_{13} = 23$	92	100	82
$Z_{14} = 49$	196	204	186
$Z_{15} = 57$	228	236	218
$Z_{16} = 31$	124	132	114

3.5 Розрахунок зубів коліс на контактну міцність

Допустимі контактні напруження підраховують за формулою

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{S_H} \cdot z_r \cdot z_v \cdot K_L \cdot K_{XH}, \quad (3.11)$$

де σ_{Hlimb} – межа контактної міцності поверхневих шарів зубів;
для вуглецевих сталей із твердістю поверхонь зубів менше HB 350:

$$\sigma_{Hlimb} = 2HB + 70$$

де K_{HL} – коефіцієнт довговічності, для верстатів дорівнює 1;
 S_H – коефіцієнт безпеки, при однорідній структурі матеріалу 1,1 ;
 z_r – коефіцієнт шорсткості;
 z_v – коефіцієнт швидкості;
 K_L – коефіцієнт змащування;
 K_{XH} – коефіцієнт розміру коліс.

З практичних міркувань

$$z_r \cdot z_v \cdot K_L \cdot K_{XH} = 0,9$$

Тоді за формулою 3.11 визначимо допустимі контактні напруження:

$$[\sigma_{H1,2}] = \frac{2 \cdot 230 + 70}{1,1} \cdot 0,9 = 434 \text{ МПа}$$

3.6 Розрахунок зубів зубчастих коліс на згинання

Допустимі контактні напруження на згинання

$$\sigma_{Hlimb} [\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb} \cdot K_{FL}}{S_F} \cdot K_{Fc}, \quad (3.12)$$

де σ_{Flimb} – границя тривалості зуба на згинання,

$$\sigma_{Flimb} = HB + 250 ;$$

K_{FL} – коефіцієнт довговічності, для верстатів $K_{FL} = 1$;

S_F – коефіцієнт безпеки, $S_F = 1,7$;

K_{Fc} – коефіцієнт, що враховує одностороннє навантаження $K_{Fc} = 1$;

Тоді за формулою 3.12 визначимо допустимі контактні напруження:

$$[\sigma_F] = \frac{230 + 250}{1,7} \cdot 1 = 282 \text{ МПа}$$

Приймаємо значення $[\sigma_F] = 282 \text{ МПа}$

Розрахунок зубів коліс на згинання виконують за формулою

$$\sigma_F = 2 \cdot Y_F \cdot Y_E \cdot Y_\beta \cdot \frac{T \cdot K_F}{z \cdot b \cdot m^2} \leq [\sigma_F], \quad (3.13)$$

де Y_F – коефіцієнт, що враховує форму зуба и залежить від еквівалентної кількості зубів, $Y_F = 4,25$;

Y_E – коефіцієнт, що враховує перекриття зубів. Для прямозубих коліс

$$Y_E = \frac{1}{E} = \frac{1}{\left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2}\right)\right]} = \frac{1}{\left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{28} + \frac{1}{32}\right)\right]} = 0,55;$$

$Y_\beta = 1$ – для прямозубих коліс;

K_F – коефіцієнт, який складається з таких складових

$$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{FV},$$

де $K_{F\beta}$ – коефіцієнт розподілу навантаження по ширині вінця,

$$K_{F\beta} = 1,0;$$

K_{FV} – коефіцієнт, що враховує динамічні навантаження, $K_{FV} = 1,25$

Тоді за формулою 3.13 виконаємо розрахунок зубів на згинання:

$$\sigma_F = 2 \cdot 4,25 \cdot 0,55 \cdot 1 \cdot \frac{89 \cdot 1,25}{28 \cdot 15 \cdot 3^2} = 36 \text{ МПа} \leq 282 \text{ МПа}$$

На рисунку 3.3 зображено конструкцію модернізованої коробки верстата.

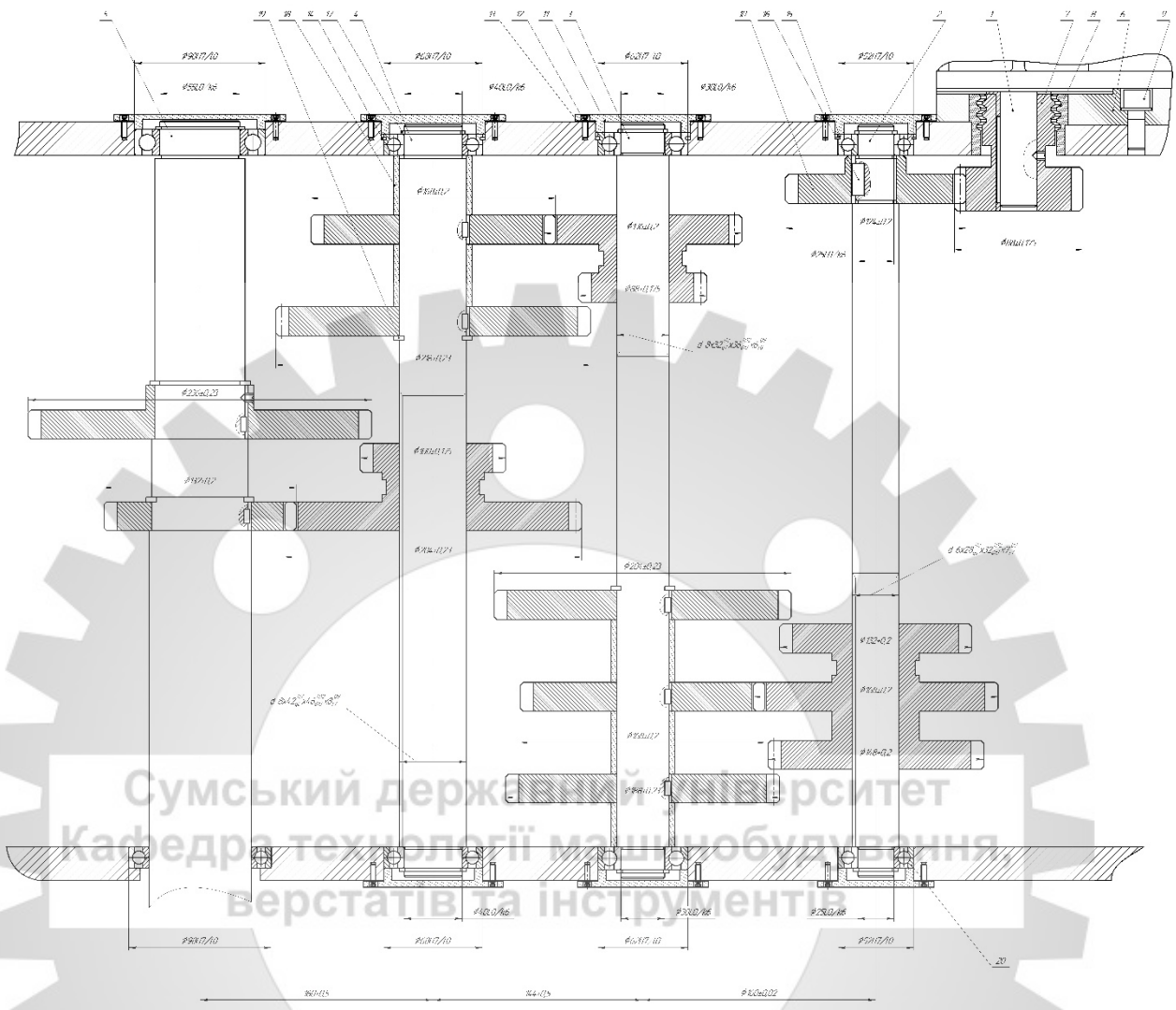


Рисунок 3.3 – Конструкція модернізованої коробки швидкостей верстата

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

4 РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗМІВ ПЕРЕКЛЮЧЕННЯ БЛОКІВ

Система управління верстатом складається з механічних, електричних, гідравлічних та пневматичних пристроїв, що використовуються для передачі команди виконавчому органу; керуючого органу - рукоятки, кнопки, кінцевого перемикача і т.п.; виконавчого органу (вилки, рейки, важеля та ін.), переміщаючи відповідну частину станка.

Системи управління можна розділити на ручні та автоматичні. При ручному управлінні всі перемикачі циклу здійснюються робочим за допомогою рукояток, важелів, штурвалів або кнопок. Перемикач циклу здійснюється за допомогою рукояті та перемикача.

На рисунку 4.1 зображено конструкцію перемикачів коробки швидкостей .

В коробці швидкостей даного верстату використовується ручний механізм перемикачів швидкостей. Перемикач діапазону швидкостей здійснюється за допомогою рукояток, які переміщують рухливі блоки коліс. В якості виконавчого органу для перемикачів блоку використовується повзун з вилкою. При цьому повзун з вилкою рухається по направляючій скалці і за допомогою вилки переміщує блок. У цій конструкції при повороті рукоятки поворотний зубчатий сектор, який у свою чергу через повзун пересуває блок зубчатих коліс.

При переміщенні важеля 5 здійснюється поворот зубчатого сектору 6. Рух передається за допомогою вісі 4. Вісь закріплена в втулці яка в свою чергу закріплена в корпусі коробки швидкостей 1. Важіль закручується в корпус 3. Корпус з'єднується з віссю за допомогою штифтів. Також в корпусі знаходиться механізм фіксації 7. Він призначений для фіксування важеля в потрібних положеннях для здійснення зачеплення однієї з пар зубчатих коліс. Механізм фіксації складається з кульки та пружини яка постійно давить на неї. В кільці 2 в двох позиція (всі блоки коробки складаються з 2 зубчатих

									Лист
									41
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

коліс) зроблені заглиблення. При повороті важеля в ці позиції кулька фіксується в заглибленнях і не дає повернути важіль далі. Вісь з'єднана з зубчатим сектором штифтом.

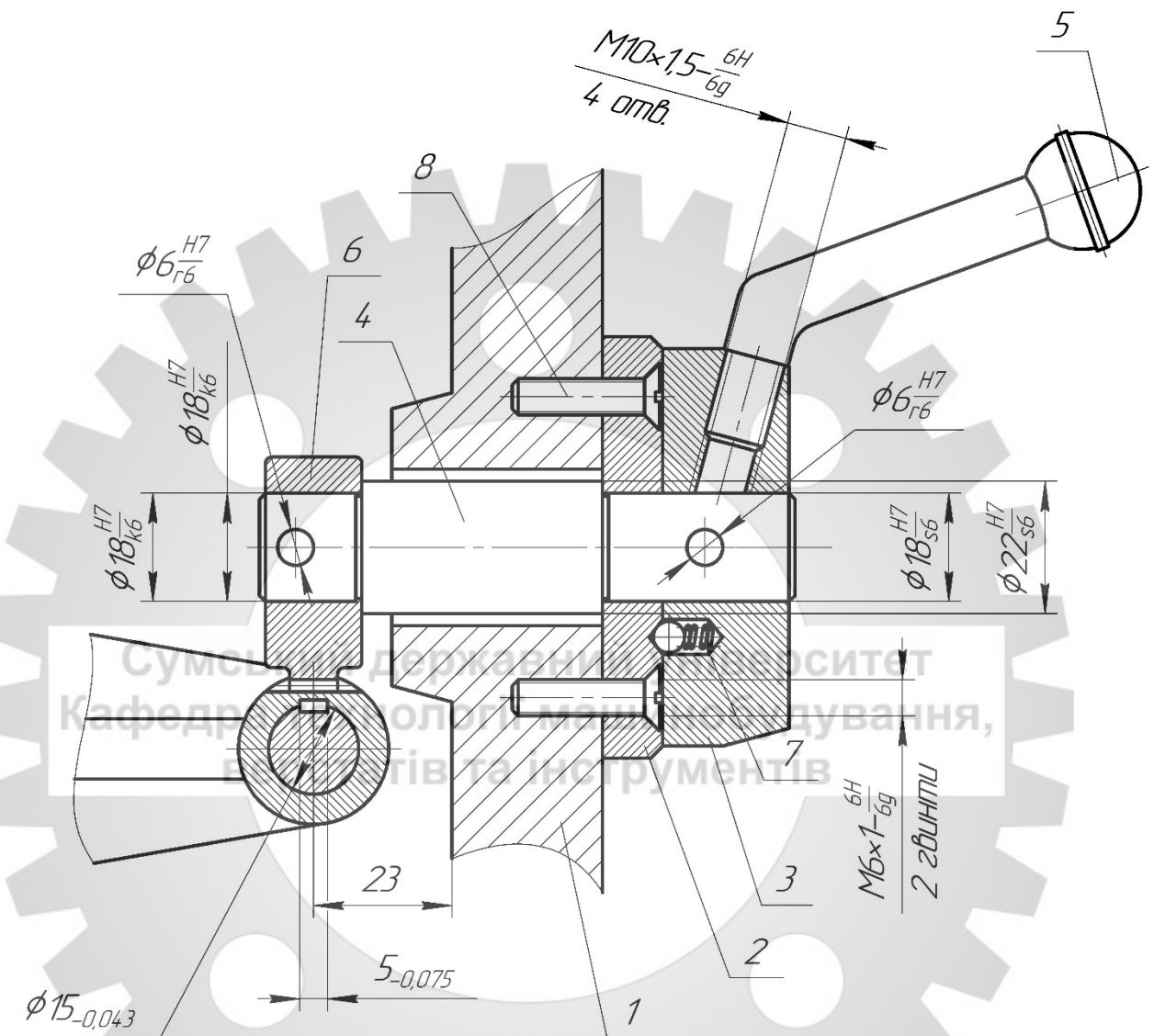


Рисунок 4.1 – Конструкція перемикачів коробки швидкостей

Для розрахунку потрібно знати робочий хід блоків переключення та точки в яких колеса блоків входять в повне зачеплення з зубчатыми колесами. Рухомі блоки знаходяться на III, IV та V валах. На III та IV валах розміщуються блоки з трьома зубчатыми колесами, а на V валі розміщені 2 блоки з двома зубчатыми колесами на кожному. При конструюванні коробки швидкостей було вирішено використати однаковий робочий хід для однакових блоків. Для блоків з 2 переключеннями робочий хід дорівнює 43

									Лист
									42
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

мм, а для блоків з 3 переключеннями 86 мм.

Принцип роботи механізму переключення блоків полягає в відносному переміщенні вилки по відношенню до повзуна. Повзун рухається по направляючій круглої форми. Тобто робоча ділянка повзуна дорівнює робочому ходу блоку.

Для визначення кута на який повинна повертатися вилка для включення однієї з пар зубчатих коліс використаємо формулу для визначення довжини дуги кола.

$$l = \frac{\pi \cdot r}{180} \cdot \alpha ,$$

де l – довжина дуги кола (вилки);

r – радіус кола (вилки);

α – кут дуги.

З конструкції відомо що довжина дуги l дорівнює довжині робочої ділянки повзуна. Радіус вилки дорівнює 27 мм.

Перетворимо формулу та підставимо відомі значення для визначення кута α на всіх блоках.

Для блоків з двома зубчастими колесами:

$$\alpha = l / \left(\frac{\pi \cdot r}{180} \right) = 43 / \left(\frac{3,14 \cdot 27}{180} \right) = 91,29^\circ .$$

Розділимо кут на 2 так як блок має 2 робочих положення. Також для забезпечення нормальної роботи механізм додамо запасну зону с кожного боку вилки та на повзуні.

На рисунку 4.2 зображено механізм переключення блоків коробки швидкостей з двома зубчастими колесами.

На рисунку 4.3 зображено положення рукоятки для переключення юлоків з двома зубчастими колесами.

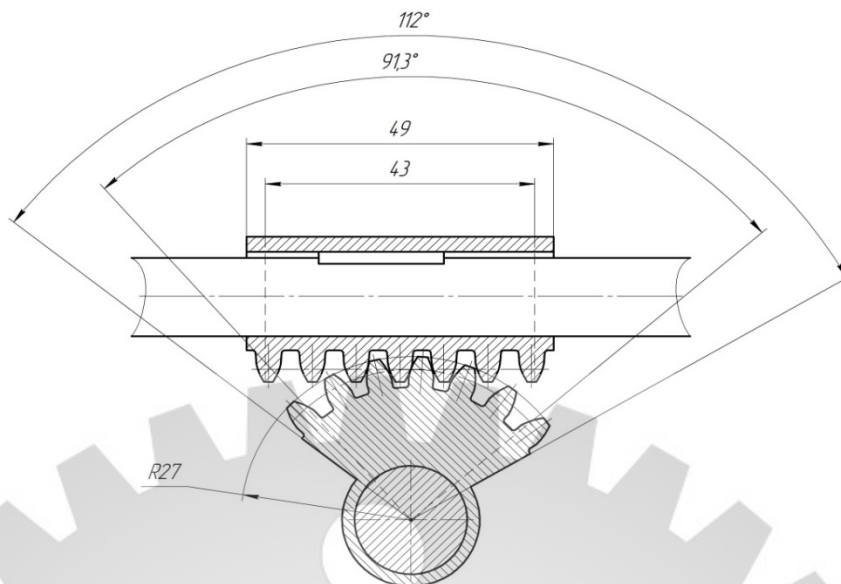


Рисунок 4.2 – Механізм переключення блоків коробки швидкостей з двома зубчатыми колесами

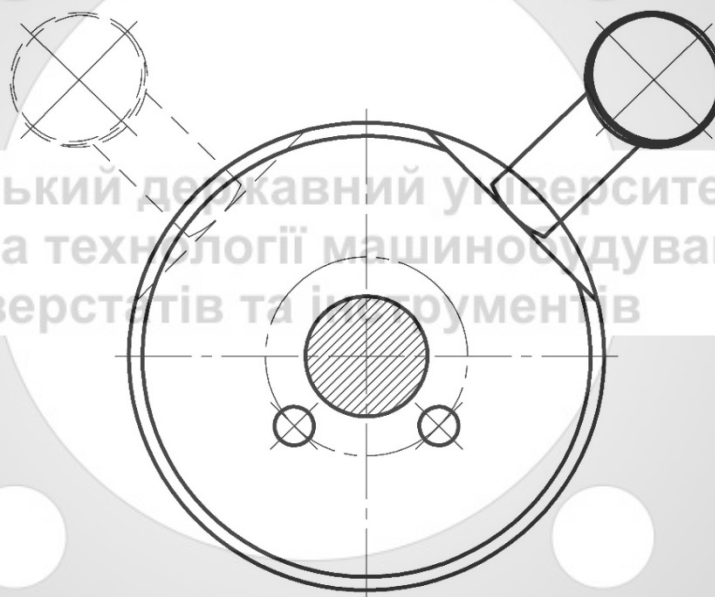


Рисунок 4.3 – Положення рукоятки для переключення блоків з двома зубчатыми колесами

Для блоків з трьома зубчатыми колесами:

$$\alpha = l / \left(\frac{\pi \cdot r}{180} \right) = 86 / \left(\frac{3,14 \cdot 27}{180} \right) = 182,59^\circ .$$

Розділимо кут на 3 так як блок має 3 робочих положення. Також для забезпечення нормальної роботи механізм додамо запасну зону с кожного боку вилки та на повзуні.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

На рисунку 4.4 показано механізм переключення блоків коробки швидкостей з трьома зубчатыми колесами.

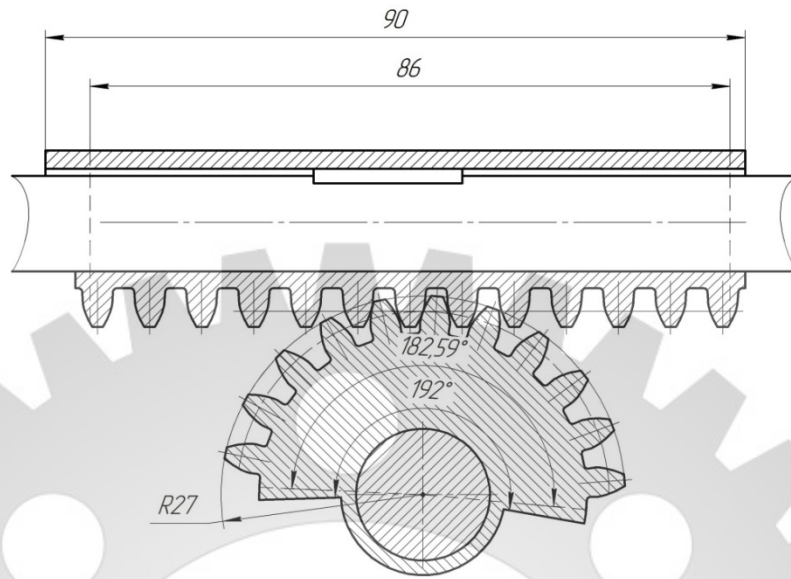


Рисунок 4.4 – Механізм переключення блоків коробки швидкостей з трьома зубчатыми колесами

На рисунку 4.5 показано положення рукоятки переключення блоків коробки швидкостей з трьома зубчатыми колесами

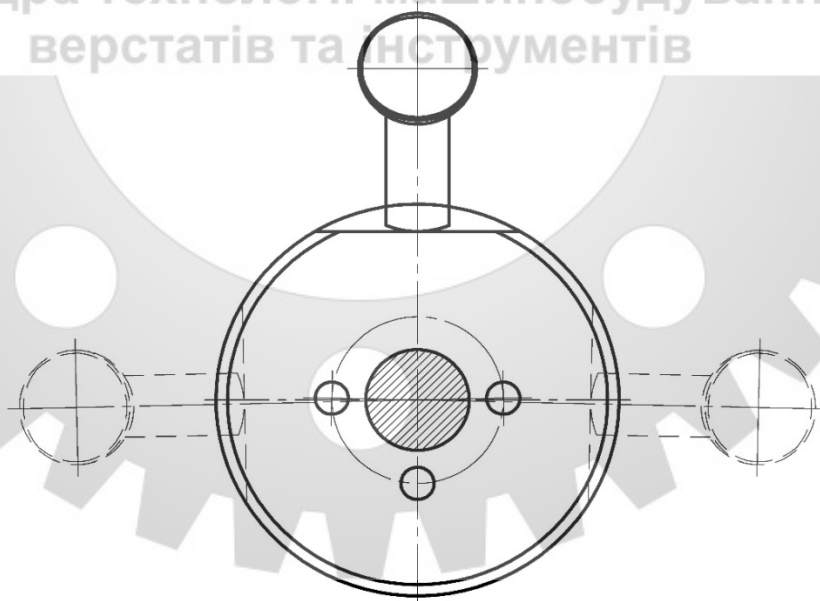


Рисунок 4.5 – Положення рукоятки переключення блоків коробки швидкостей з трьома зубчатыми колесами

На рисунку 4.6 показано положення рукояток при вмиканні різних частот обертання шпинделя.

<i>Положение рукояток</i>			<i>Частота об/хв</i>
			100
			125
			200
			250
			315
			400
			500
			630
			800
			1000
			1250
			1600

Рисунок 4.6 – Положення рукояток при вмиканні різних частот обертання шпинделя

5 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ШПИНДЕЛЬНОЇ ГІЛЬЗИ

5.1 Опис шпindelної бабки та опис гільзи

Шпindelна бабка є одним з основних вузлів верстата і складається з корпусу, шпинделя, рукоятки механізму переміщення гільзи, маховика точного переміщення гільзи, напрямних, гільзи.

Корпус шпindelної бабки має дві V-подібних призматичних напрямних за допомогою яких коробка переміщується по двом вертикальним напрямним вузлам – блока напрямних.

В шпindelній бабці змонтована гільза з розточувальним шпинделем, механізмом подачі гільзи і рукоятки ручного переміщення. Рукоятки влаштовані так, що якщо на них натиснути «від себе», відбудеться включення фрикційної муфти, змонтованої в корпусі черв'ячного колеса, в результаті чого гільза отримає механічний рух від привода подач. Якщо рукоятки потягнути «на себе» - муфта вимкнеться, тоді можна, обертаючи їх, здійснювати швидке переміщення гільзи. Повільне переміщення для точної установки гільзи здійснюється маховиком.

Гільза шпинделя це деталь верстату яка виконує дві функції:

- закріплення шпинделя верстата;
- переміщення шпинделя верстата по одній з осей.

Гільза це деталь циліндричної форми з сквозним отвором через всю довжину деталі, в ній розміщується шпindel верстата. Шпindel встановлюється за допомогою підшипників кочення. Для переміщення шпинделя верстата на гільзі передбачена зубчаста рейка на яку через зубчасте колесо передається крутний момент. Для підводу мастила до вузла шпинделя в гільзі передбачені канавки та отвір через який потрапляє мастило.

Так як гільза утримує шпindel який має пряме відношення до процесу різання то вона повинна бути з достатньою твердістю та

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

зносостійкими властивостями. Тому для виготовлення таких гільз використовують леговану конструкційну сталь 12ХН2 та закаляють її до твердості 60 HRC.

5.2 Розробка опису маршрутного технологічного процесу обробки деталі

5.2.1 Технологічний маршрут механічної обробки гільзи свердлильного верстата

Складаємо маршрутну технологію обробки деталі.

005 Заготівельна.

На цій операції проводиться відрізання заготовки $\varnothing 114$ мм та довжиною 565 мм із труби. Матеріал труби – сталь 12ХН2. Верстат на операції - СЛП-8535.

010 Токарно-гвинторізна.

На операції виконується обточування зовнішньої поверхні до $\varnothing 110$ мм.

015 Токарна з ЧПУ.

На даній операції підрізаються торці в розмір 554 мм. Зняття фасок під кутом 60° . Також розточуються отвори $\varnothing 80$ мм з обох боків на довжину 50 мм з одного боку та 86 мм з іншого. В отворах також знімаються фаски.

020 Термічна.

На даній операції заготовка нормалізується при температурі $860-880^\circ\text{C}$ протягом 1 години.

025 Токарно-гвинторізна.

На даній операції здійснюється чистове обточування зовнішньої поверхні до $\varnothing 105,5$ мм під шліфування.

030 Токарна з ЧПУ.

На даній операції проводиться напівчистове підрізання торців в розмір 552,5 мм. Зняття фасок під кутом 45° . Також проводиться напівчистова обробка отворів з припуском під чистове точіння та шліфування.

									Лист
									48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

035 Фрезерна з ЧПУ.

На даній операції проводиться чистове фрезерування паза шириною 13 мм і впадини на зовнішній поверхні. Також на даній операції проводиться чистове фрезерування поздовжньої канавки шириною 3 мм, довжиною 100 мм. Також на операції відбувається чистове фрезерування кільцевої мастильної канавки шириною 3 мм по дузі 210°. Також на операції проводимо фрезерування зубів рейки модуля 3 мм під шліфування.

040 Слюсарна.

На операції проводиться зачистка задирок та таврування.

045 Термічна.

На даній операції відбувається нормалізація при температурі 920-940°C.

050 Термічна.

Цементація заготовки.

055 Свердлильна.

На даній операції проводиться обробка отвору Ø72, який проходить через всю деталь. Розмір після обробки Ø74.

060 Вертикально-свердлильна.

На цій операції відбувається свердління отвору та нарізання різьблення М6.

065 Слюсарна.

На даній операції відбувається зняття задирок та кромок.

070 Термічна.

На даній операції відбувається гартування (отвір и паз ізолюються).

075 Термічна.

На даній операції відбувається відпуск при температурі 180-200°C.

080 Свердлильна.

На даній операції проводиться обробка отвору Ø72, який проходить через всю деталь. Розмір після обробки Ø75.

						КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			49

085 Круглошліфувальна.

На даній операції проводиться напівчистове шліфування зовнішньої поверхні $\varnothing 105$ мм до $\varnothing 105,3_{-0,1}$ мм (відхилення від круглості та профіля поздовжнього перерізу не більше 0,1 мм).

090 Токарна з ЧПУ.

На даній операції проводиться чистове розточування отворів.

095 Термічна.

На даній операції проводиться старіння в мастильній ванні при температурі 140-150°C з витримкою 48 годин.

100 Круглошліфувальна.

На даній операції проводиться шліфування зовнішньої поверхні $\varnothing 105$ мм (відхилення від круглості та профілю поздовжнього перерізу не більше 0,003 мм).

105 Внутрішньошліфувальна.

На даній операції проводиться шліфування отворів $\varnothing 75$ та $\varnothing 95$ та торців.

110 Слюсарна.

На даній операції проводиться запресовка кілець в отвір гільзи (охолодження в сухому льоді).

115 Круглошліфувальна.

На даній операції проводиться чистове шліфування зовнішньої поверхні $\varnothing 105$ мм (відхилення від круглості та профілю поздовжнього перерізу не більше 0,002 мм).

120 Токарно-гвинторізна.

На даній операції відбувається нарізання спеціального різьблення $88 \times 2,5$ мм.

125 Різешліфувальна.

На даній операції проводиться чистове шліфування зубів рейки.

130 Різешліфувальна.

										Лист
										50
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

На даній операції проводиться чистове шліфування вершин зубів рейки.

135 Внутрішньошліфувальна.

На даній операції проводиться чистове шліфування отворів Ø75 та Ø87 мм в запресованих втулках; шліфування торців.

140 Термічна.

На даній операції проводиться старіння.

145 Шліфувальна.

На даній операції проводиться доведення зовнішньої поверхні Ø105h6 мм до 10-го класу чистоти.

150 Контрольна.

На даній операції проводиться контроль всіх отриманих розмірів.

5.2.2 Підбір верстатів

005 Заготівельна.

Верстат відрізний GN4240.

010 Токарно-гвинторізна.

Токарно-гвинторізний верстат CU-500.

015 Токарна з ЧПУ.

Токарний оброблювальний центр HAAS ST-30.

020 Термічна.

Електропіч.

025 Токарно-гвинторізна.

Верстат токарно-гвинторізний моделі CU-500.

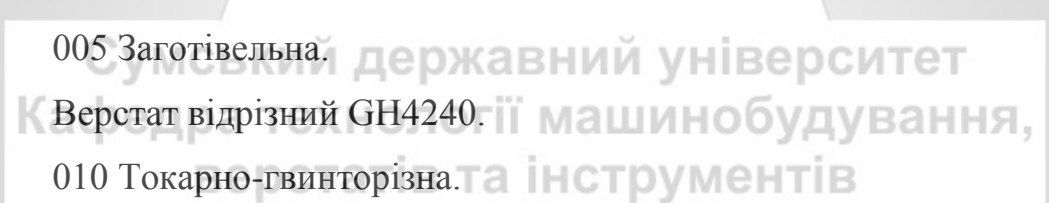
030 Токарна з ЧПУ.

Токарний оброблювальний центр HAAS ST-30.

035 Фрезерна з ЧПУ.

Оброблювальний центр HAAS TL-2.

045 Термічна.



Електропіч.

050 Термічна.

Електропіч.

055 Свердлильна.

Верстат глибокого свердління IMSA B4S.

060 Вертикально-свердлильна.

Вертикально-свердлильний верстат 2Н135.

070 Термічна.

Електропіч.

075 Термічна.

Електропіч.

080 Свердлильна.

Верстат глибокого свердління IMSA B4S.

085 Круглошліфувальна.

Верстат круглошліфувальний 3М150.

090 Токарна з ЧПУ.

Токарний оброблювальний центр HAAS TL-2.

095 Термічна.

Електропіч.

100 Круглошліфувальна.

Верстат круглошліфувальний 3М150.

105 Внутрішньошліфувальна.

Шліфувальний верстат IED-400.

115 Круглошліфувальна.

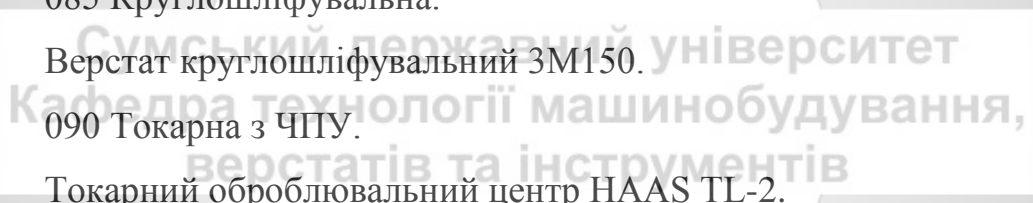
Верстат круглошліфувальний 3М150.

120 Токарно-гвинторізна.

Верстат токарно-гвинторізний моделі CU-500.

125 Різешліфувальна.

Різешліфувальний верстат 5Д822В.



					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

130 Різешліфувальна.
Різешліфувальний верстат 5Д822В.
135 Внутрішньошліфувальна.
Шліфувальній верстат ІЕD-400.
145 Шліфувальна.
Верстат круглошліфувальний 3М150.

5.2.3 Підбір ріжучого інструменту.

005 Заготівельна.

Пила у вигляді замкнутої стрічки.

010 Токарно-гвинторізна.

Різець прохідний PCLNR2020K12 BK8 ГОСТ 3882-74.

015 Токарна з ЧПУ.

Розточний різець 2141-0004 ГОСТ 18883-73.

020 Термічна.

Щіпці.

025 Токарно-гвинторізна.

Різець прохідний PCLNR2020K12 T5K10 ГОСТ 3882-74.

030 Токарна з ЧПУ.

Розточний різець C15P-PTUBR9M2 T5K10 ГОСТ 3882-74.

035 Фрезерна з ЧПУ.

Фреза дискова 2250-0105 ГОСТ 3964-69.

Фреза дискова 2250-0001 ГОСТ 3964-69.

Фреза фасонна для нарізання зубців рейки модуля 3 мм.

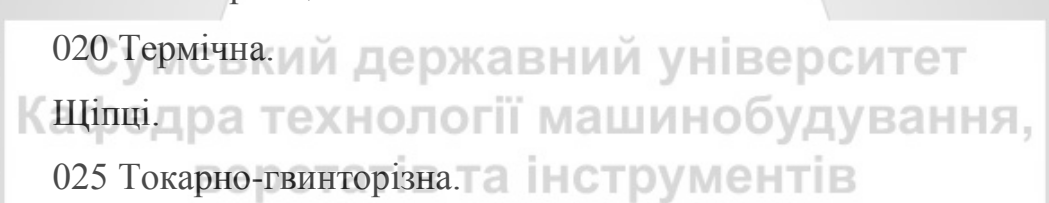
045 Термічна.

Щіпці.

050 Термічна.

Щіпці.

055 Свердлильна.



Розточна оправка В3220.№6.070-090.З2.СС12 з двома пластинами
ССМТ120412-Е47 WSM20S. Перехідний адаптер А100М.1.50.020.63.
060 Вертикально-свердлильна.

Свердло 2300-0303 ГОСТ 10902-77. Мітчик 2621-1153 ГОСТ 3266-81.
070 Термічна.

Щіпці.

075 Термічна.

Щіпці.

080 Свердлильна.

Розточна оправка В3220.№6.070-090.З2.СС12 з двома пластинами
ССМТ120412-Е47 WSM20S. Перехідний адаптер А100М.1.50.020.63.

085 Круглошліфувальна.

Круг шліфувальний 250х40х76 ПП 25А СМ5К6 ГОСТ 2424-83.

090 Токарна з ЧПУ.

Розточний різець SCFCL12CA-12 Т15К6 ГОСТ 3882-74.

100 Круглошліфувальна.

Круг ПП 16Ч10Ч6 24А15 25 СМ1 К8.

105 Внутрішньошліфувальна.

Круг ПП 16Ч10Ч6 24А15 25 СМ1 К8.

115 Круглошліфувальна.

Круг ПП 16Ч10Ч6 24А15 25 СМ1 К8.

120 Токарно-гвинторізна.

Різець для нарізання спеціальної різі.

125 Різешліфувальна.

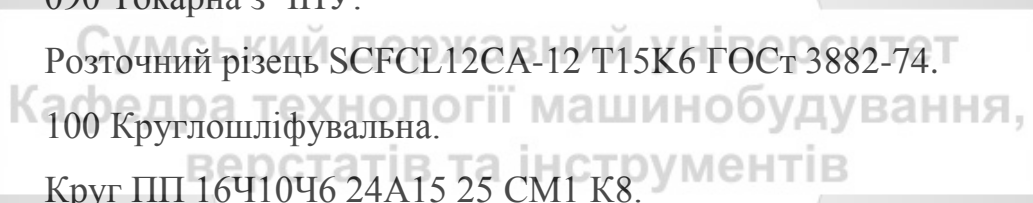
Багатонитковий шліфувальний круг 250х60х76 2546L26 ГОСТ 2424-83.

130 Різешліфувальна.

Багатонитковий шліфувальний круг 250х60х76 2546L26 ГОСТ 2424-83.

135 Внутрішньошліфувальна.

Круг ПП 16Ч10Ч6 24А15 25 СМ1 К8.



					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

145 Шліфувальна.

Притир

5.2.4 Підбір вимірювального інструменту.

005 Заготівельна. Штангенциркуль ШЦ-ІІ-600-0,1 ГОСТ 166-89.

010 Токарно-гвинторізна. Штангенциркуль ШЦ-ІІ-125-0,1ГОСТ 166-89.

015 Токарнак з ЧПУ. Штангенциркуль ШЦ-ІІ-125-0,1ГОСТ 166-89.

025 Токарно-гвинторізна. Штангенциркуль ШЦ-ІІ-125-0,1ГОСТ 166-89.

030 Токарна з ЧПУ. Штангенциркуль ШЦ-ІІ-125-0,1ГОСТ 166-89.

035 Фрезерування з ЧПУ. Мікрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-90.

Профілограф. Шаблон для контролю зубців.

055 Свердлильна. Штангенциркуль ШЦ-ІІ-125-0,1ГОСТ 166-89.

060 Вертикально-свердлильна. Штангенциркуль ШЦ-ІІ-125-0,1
ГОСТ 166-89. Шаблон для контролю різблення.

080 Свердлильна. Штангенциркуль ШЦ-ІІ-125-0,1ГОСТ 166-89.

085 Круглошліфувальна. Мікрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-90.

090 Токарна з ЧПУ. Штангенциркуль ШЦ-ІІ-125-0,1 ГОСТ 166-89.

100 Круглошліфувальна. Мікрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-90.

105 Внутрішньошліфувальна. Нутромір НИ 50-100-4 ГОСТ 868-82.

115 Круглошліфувальна. Мікрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-90.

120 Токарно-гвинторізна.

Штангенциркуль ШЦ-ІІ-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Шаблон спеціальний.

125 Різешліфувальна. Мікрометр різьбовий 50-75 МК75-1

Нормалемір НЦ-1 ГОСТ 7760-59.

130 Різешліфувальна. Мікрометр різьбовий 50-75 МК75-1

Нормалемір НЦ-1 ГОСТ 7760-59.

135 Внутрішньошліфувальна. Нутромір НИ 50-100-4 ГОСТ 868-82.

145 Шліфувальна. Мікрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-90.

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

5.2.5 Обладнання.

010 Токарно-гвинторізна.

Закріплення деталі у трикулачковому патроні та центрі.

015 Токарна з ЧПУ.

Закріплення деталі у трикулачковому патроні та люнеті.

025 Токарно-гвинторізна.

Закріплення деталі у спеціальній оправці та центрі.

030 Токарна з ЧПУ.

Закріплення деталі у трикулачковому патроні та люнеті.

035 Фрезерна з ЧПУ.

Деталь закріплюється у трикулачковому патроні та люнеті.

055 Свердлильна.

Деталь закріплюється у трикулачковому патроні та люнеті.

060 Вертикально-свердлильна.

Деталь закріплюється в спеціальному пристрої.

080 Свердлильна.

Деталь закріплюється у трикулачковому патроні та люнеті.

085 Круглошліфувальна.

Деталь закріплюється в спеціальній оправці та центрі.

090 Токарна з ЧПУ.

Деталь закріплюється у трикулачковому патроні та люнеті.

100 Круглошліфувальна.

Деталь закріплюється в спеціальній оправці та центрі.

105 Внутрішньошліфувальна.

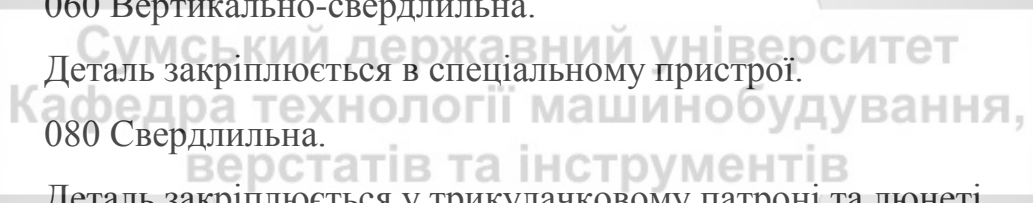
Деталь закріплюється у повідкомому патроні та люнеті, центрі.

115 Круглошліфувальна.

Деталь закріплюється в спеціальній оправці та центрі.

120 Токарно-гвинторізна.

Деталь закріплюється у повідкомому патроні та люнеті, центрі.



125 Різешліфувальна.

Деталь закріплюється у спеціальній оправці та центрі.

130 Різешліфувальна.

Деталь закріплюється у спеціальній оправці та центрі.

135 Внутрішньошліфувальна.

Деталь закріплюється у повідкому патроні та люнеті, центрі.

145 Шліфувальна.

Деталь закріплюється у спеціальній оправці та центрі.

5.3 Розробка операційного технологічного процесу обробки деталі

В даному пункті проведемо розробку операційних ескізів для двох операцій, підберемо різальний та вимірювальний інструмент, назначимо для різального інструменту режими різання.

Операційний технологічний процес виконуємо для операцій 010 та 060.

Операцію 010 – Токарно-гвинторізна.

Обробка на операції відбувається на токарно-гвинторізному верстаті моделі CU-500. Технічні характеристики даного верстата повністю задовольняють умови обробки деталі.

На операції виконується чорнова обробка зовнішнього діаметру заготовки.

Закріплення деталі відбувається у трикулачковому патроні з однієї сторони та грибковому центрі з іншої. Обробка деталі відбувається в 2 установи. Операційний ескіз на операцію показано на рис. 5.2.

Різальний інструмент:

- різець прохідний PCLNR2020K12 BK8 ГОСТ 3882-74.

Обладнання: трикулачковий патрон 7100-0002 ГОСТ 2675-80, центр А-1-4-У ГОСТ 8742 -75.

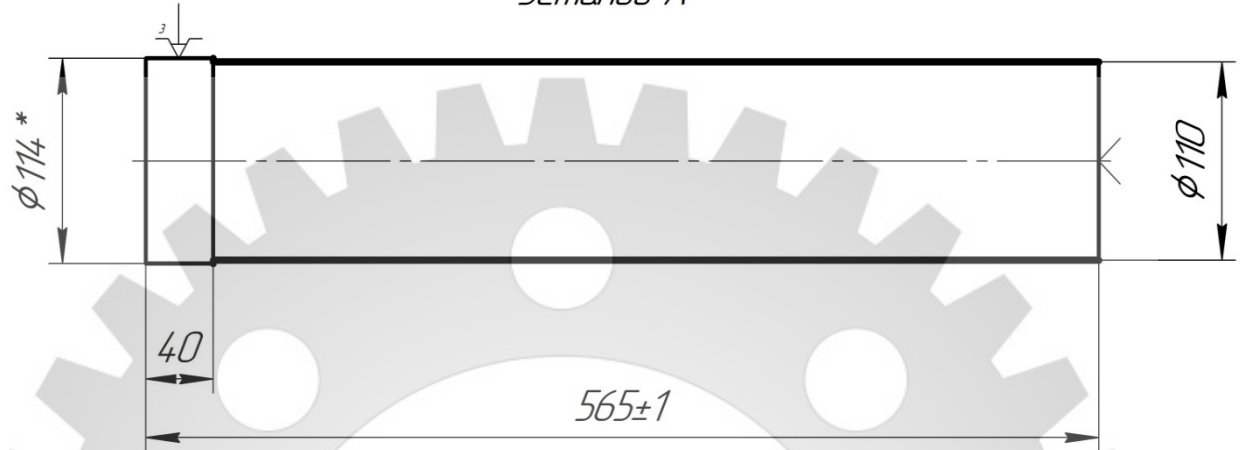
Для контролю отриманих на операції розмірів використовуємо штангенциркуль ШЦ I - 125-0,1 ГОСТ 166-89.

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

Режими різання на операції:

- для прохідного різця: швидкість різання $V=113$ м/хв, подача $S=0,2$ мм/об, глибина різання $t = 2$ мм, частота обертання шпинделя при такій швидкості різання становить $n = 315$ об/хв; кількість проходів на операції становить - 2.

Установ А



Установ Б

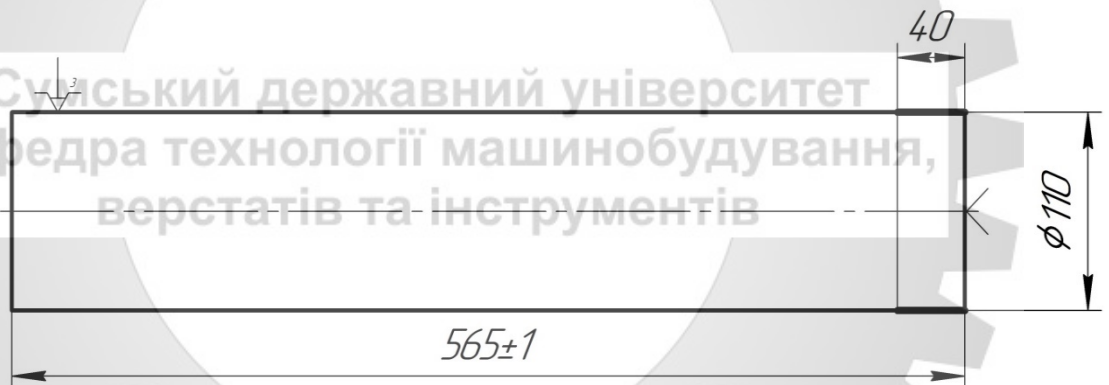


Рисунок 5.1 – Операційний ескіз на операцію 010

Операція 060 – Вертикально-свердлильна.

Обробка на операції відбувається на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н135. Технічні характеристики даного верстата повністю задовольняють умови обробки деталі.

На операції проводиться обробка отвору та нарізання в ньому різі М6х1.

Деталь на операції закріплюється в спеціальний пристрій, а саме в призми. Обробка проводиться в 1 установ. Операційний ескіз на операцію показано на рис. 5.2.

									Лист
									58
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

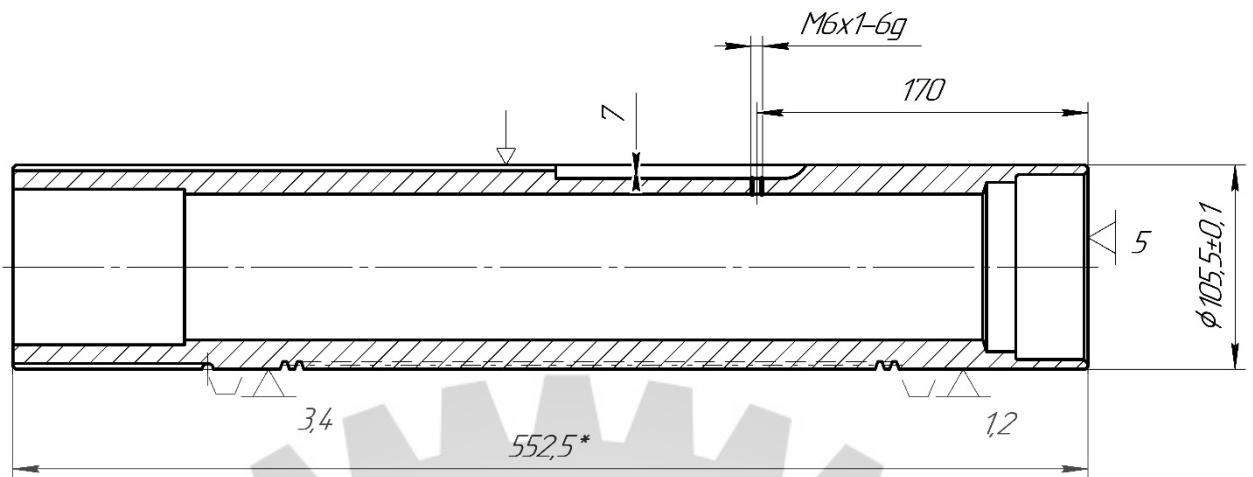


Рисунок 5.2 – Операційний ескіз 060 операції

Різальний інструмент: свердло 2300-0303 ГОСТ 10902-77, мітчик 2621-1153 ГОСТ 3266-81.

Для контролю отриманих на операції розмірів використовуємо штангенциркуль ШЦ I - 125-0,1 ГОСТ 166-89 та шаблон для контролю різьблення.

Режими різання на операції:

- для свердла: швидкість різання $V=12$ м/хв, подача $S=0,1$ мм/об, глибина різання $t=2,45$ мм, частота обертання шпинделя $n = 650$ об/хв; кількість проходів на операції становить - 1.

- для мітчика: швидкість різання $V=6$ м/хв, подача $S=0,07$ мм/об, глибина різання $t=0,55$ мм, частота обертання шпинделя $n = 315$ об/хв; кількість проходів на операції становить - 1.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист

59

6 ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ

6.1 Обґрунтування необхідності створення верстатного пристрою

Задачою даного розділу являється проектування спеціального пристрою для вертикально-свердлильної операції. На операції оброблюється отвір $\varnothing 4,9$ мм.

За допомогою спроектованого спеціального верстатного пристрою для операції можливо буде скоротити час на установку заготовки, її базування та закріплення в пристрої. Також за допомогою пристрою можна знизити розряд оператора верстата. Всі ці фактори зменшать допоміжний час, та як результат зменшить собівартість деталі. Також даний пристрій дасть змогу збільшити точність та стабільність параметрів отриманих на операції (шорсткість, форма та розміщення).

6.2 Уточнення цілі технологічної операції

6.2.1 Точність розмірів

На вертикально-свердлильній операції проводиться обробка отвору $\varnothing 4,9$ мм.

Для того щоб була досягнена необхідна точність обробки потрібно точно забазувати оброблювану деталь в пристрої, так як шпиндель верстата попередньо прив'язується до центру спроектованого спеціального пристрою. Це є одним з факторів які впливають на точність обробки деталі.

Виходячи з креслення деталі робимо висновок, що до поверхні даного отвору не пред'являються жосткі вимоги по якості обробленої поверхності та її точності.

На операції оброблюється поверхня $\varnothing 4,9$ мм по допуску Н14 .

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

6.2.2 Точність форми

Похибка форми циліндричної поверхні $\varnothing 4,9H14$ характеризує відхилення від циліндричності (ГОСТ 24642-81*) і нормується за ГОСТ 24643-81.

Приймаємо незазначений допуск в межах 30% від загального допуску на діаметр отвору.

$$T = 0,3 \cdot T_{\varnothing 4,9} = 0,3 \cdot 140 = 42 \text{ (мкм)}$$

Найближче стандартне значення допуску циліндричності дорівнює:

$T = 40$ (мкм), що відповідає 11 ступеню точності.

6.2.3 Точність розміщення поверхонь

Розглянемо допуск паралельності осі отворів до осі деталі $\varnothing 4,9H14$

$$T_{\varnothing 4,9} = 140 \text{ мкм}$$

Значення потрапляє в межі допуску на розмір в 60%.

$$T = 0,6 \cdot T_{\varnothing 4,9} = 0,6 \cdot 140 = 84 \text{ (мкм)}$$

Найближче стандартне значення $T=100$ мкм, що відповідає 13 ступеню точності.

6.2.4 Шорсткість оброблюваних поверхонь

Шорсткість поверхні отвору складає $Ra=6,3$ мкм.

6.3 Виявлення кількісних та якісних даних про заготовку

Для базування деталі в пристрої потрібно використовувати базові начисто оброблені поверхні. Вони повинні бути відкритими. Це полегшить проектування та виготовлення даного пристрою.

Для базування необхідно приймати базові начисто оброблені поверхні, котрі розвинуті та відкриті, що дозволить полегшити проектування та виготовлення пристрою. Тому приймаємо отвір $\varnothing 5H14$.

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

6.3.1 Точність розмірів

Знайдемо допуски на вище зазначені розміри:

$$T_{\phi 5} = 140 \text{ мкм};$$

Це означає, що діаметр базового розміру виконаний з параметрами: $\phi 5H14 (+0,014)$.

6.3.2 Точність форми

Похибка форми циліндричного отвору $\phi 5H14$, також характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Дані допуски не вказані в технічних вимогах і на кресленні до отвору. Тому встановлюємо допуск циліндричності та круглості в межах допуску на розмір.

$$T_{\phi 5} = 0,3 \cdot 140 = 42 \text{ мкм}$$

Найближчим стандартним значенням допуском являється:

$$T_{\phi 5} = 40 \text{ мкм},$$

що відповідає 11 ступеню точності.

6.3.3 Точність розміщення

Розглянемо, які можуть бути похибки для радіального биття отвору $\phi 5H14$.

$$T_{\phi 5} = 0,6 \cdot 140 = 84 \text{ мкм},$$

округлимо до стандартного ряду:

$$T_{\phi 5} = 100 \text{ мкм},$$

що відповідає 13 ступеню точності.

6.3.4 Шорсткість

Шорсткість базового отвору $Ra=6,3 \text{ мкм}$.

6.4 Визначення умов в котрих буде виготовлятися та використовуватись проектований пристрій

Спеціальний пристрій повинен виконати понад 2100 робочих циклів.
Даний пристрій буде примінятись на верстаті моделі 2Н135.

Основні технічні характеристики верстата:

- розміри робочої поверхні стола - 450x500 мм;
- найбільший хід стола – 300 мм;
- найбільший діаметр свердління - 35 мм;
- найбільший хід шпинделя – 250 мм;
- частота обертання шпинделя – 1400 об/хв;
- подача – 1,6 мм/об;
- потужність електродвигуна головного приводу - 4 кВт;
- габаритні розміри - 2535x825x1030 мм;
- маса - 1200 кг.

6.5 Складання переліку виконуваних функцій

Цей перелік функцій дозволить ознайомитись з об'ємом робіт, які описують використання спеціального пристрою. Також він дозволить зробити аналіз цих функцій.

- 0 – Попередня орієнтація та переміщення пристрою спеціального.
- 1 – Базування деталі.
- 2 – Закріплення деталі.
- 3 – Базування пристрою на верстаті.
- 4 – Закріплення пристрою на столі верстата.
- 5 – Підвід та відвід енергоносіїв.
- 6 – Утворення сили закріплення.
- 7 – Управління енергоносіями.
- 8 – Обробка отвору.

9 – Досягнення безпечних умов праці.

10 – Об'єднання функціональних вузлів.

Виходячи з умов реалізації вище наведених вимог та функцій, конструктор повинен шукати рішення з прототипів та з накопленого запасу технічних рішень. Перевагу віддаємо перевіреним конструкціям раніше сконструйованих пристроїв. Також потрібно при проектуванні розглядати пристрій з економічної сторони. Розробка спеціальних конструкцій вузлів потребує спеціального обґрунтування.

6.6 Розробка та обґрунтування схеми базування

На операції для якої конструюється пристрій проводиться обробка отвору за один установ.

Велику роль в точності обробки на даній операції грає правильність встановлення та закріплення оброблюваної деталі на верстаті. Встановлення складається з таких факторів: базування (орієнтація заготовки відносно виконавчих органів верстата), траєкторії переміщення інструменту, закріплення (прикладання сили до оброблюваної деталі для її подальшої фіксації (фіксації положення, яке було досягнуте при базуванні).

Поверхня на якій буде базуватися деталь повинна відповідати таким вимогам:

- великі розміри, геометрично правильна форма;
- низька шорсткість поверхні (без задирів, напливів, буртиків, залишків литникової системи і т.д.);
- безпосередньо розмірний зв'язок з оброблюваною поверхнею, близьке розташування до оброблюваної поверхні;
- відсутність значних деформацій і низької жорсткості поверхонь які являються базовими;
- можливість просто і зручно закріпити оброблювану деталь.

Аналіз і обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

На рисунку 6.1 приведена схема базування деталі в пристрої.

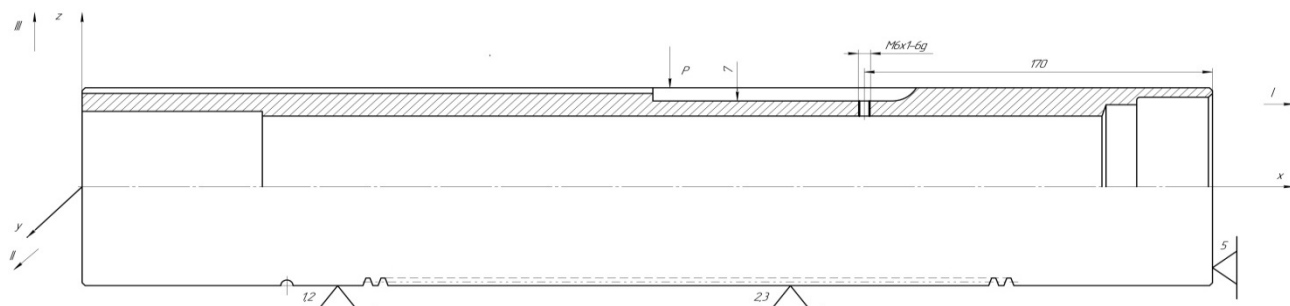


Рисунок 6.1 – Схема базування деталі в пристрої спеціальною.

За такою схемою базування оброблювана деталь буде позбавлена 5 степенів свободи. Схема базування складається з подвійної напряної бази (позбавляє заготовку 4 ступенів свободи) та з опорної бази яка лишає деталь одного ступеня свободи.

Таблиця 6.1 - Таблиця відповідності

Точки	Ступені вільності	База
1,2,3,4	II, III, V, VI	ДНБ
5	I	ОБ

Таблиця 6.2 - Матриця зв'язків

	x	y	z	
l	0	1	1	ДНБ
α	0	1	1	
l	1	0	0	ОБ
α	0	0	0	

Таблиця 6.3 – Реакція односторонніх зв'язків

Індекс координати		x	x	y	y	z	z	W_x	W_x	W_y	W_y	W_z	W_z
Спосіб реалізації	Реакції		R	R	R	-	R	-	-	R	R	R	R

6.7 Побудова функціональної структури верстатного пристрою

З тих функцій які були представлені вище потрібно виділити ті, які будуть реалізовані саме при використанні даного верстатного пристрою, а саме: 0,1,2,5,6,7,10. Третя та четверта функції впливають на підготовчий час, дев'ята та одинадцята впливають на штучний час операції.

Складемо структуру функцій з урахуванням послідовності їх реалізації (рисунок 6.2).

Номера функцій на схемі які не мають штриха відповідають прямій функції (закріплення деталі в пристрої), ті які мають штрих відповідають зворотній функції (розкріплення).

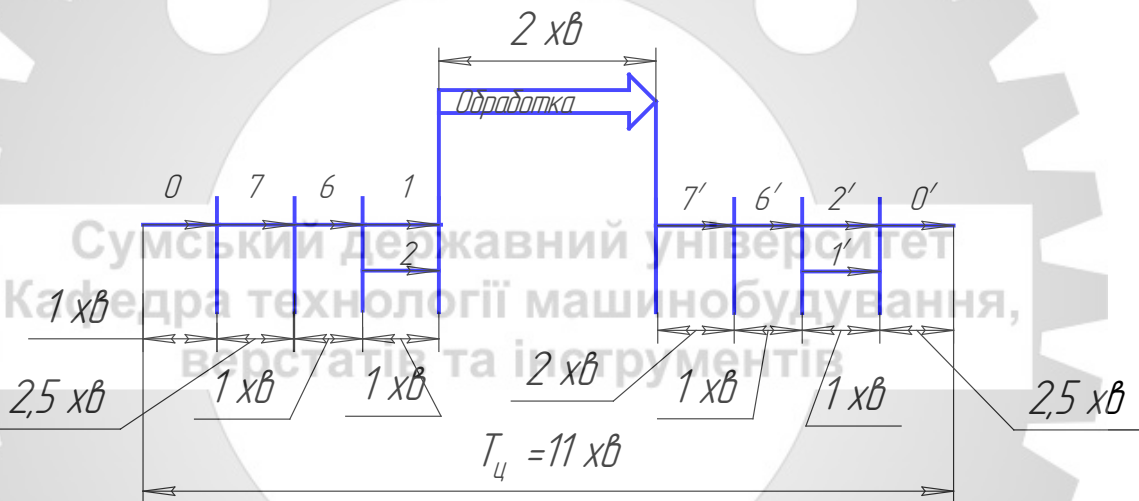


Рисунок 6.2 – Схема послідовної реалізації функції

Як зазначено вище номер функції яка не має штриха позначає пряму функцію, таку як, «закріпити», з штрихом – зворотню, таку як, «розкріпити». Через те що при послідовній структурі реалізації потоку роботи пристрою тривалість операції дуже велика побудуємо функціональну структуру яка зменшить час використання даного спеціального пристрою (рис. 6.3).

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

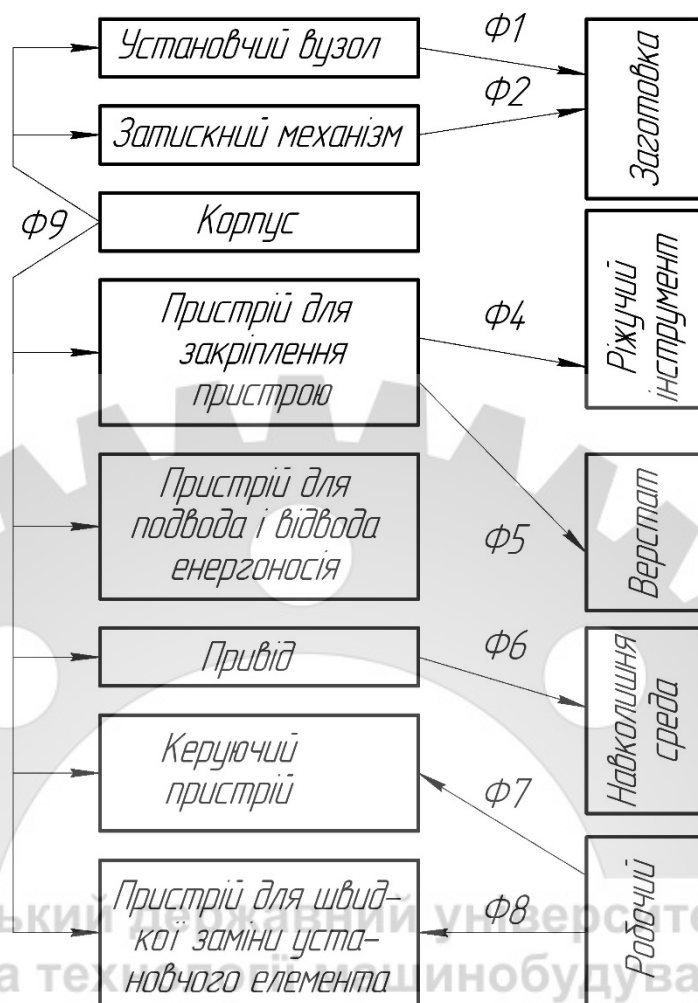


Рисунок 6.3 – Функціональна структура спеціального пристрою

6.8 Розробка та обґрунтування схеми закріплення

6.8.1 Аналіз структури полів збудовуючих сил

Для того щоб знайти поле сил побудуємо графічну модель збудовуючих сил на операції (рис. 6.4).

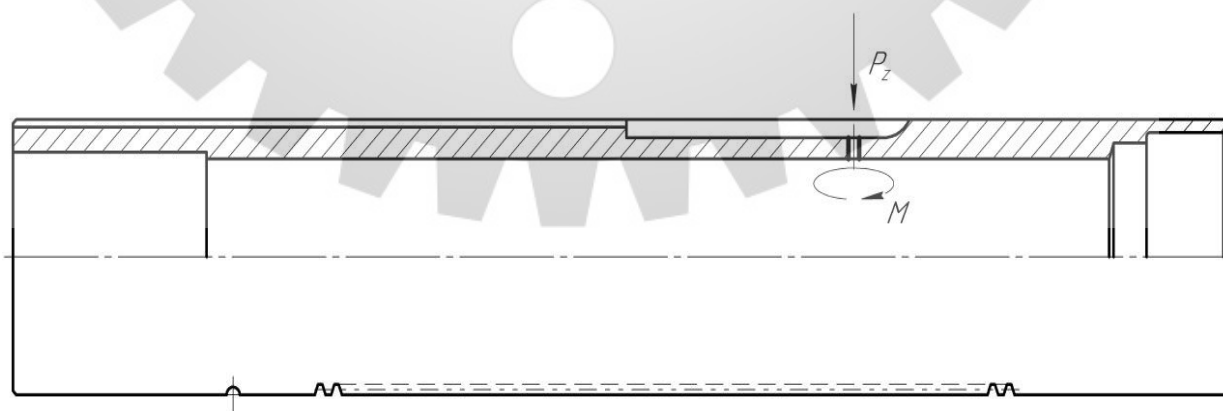


Рисунок 6.4 – Структура поля збудовуючих сил

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

6.8.2 Аналіз структури поля зрівноважувальних сил

На рисунку 6.4 видно, що складові сил різання не знаходяться в рівновазі. Через це деталь потребує прикладення допоміжних сил для закріплення. Виникає необхідність розрахунку величини сумарного зусилля за умови неповороту від сили P_0 , яка створює момент (рис. 6.5).

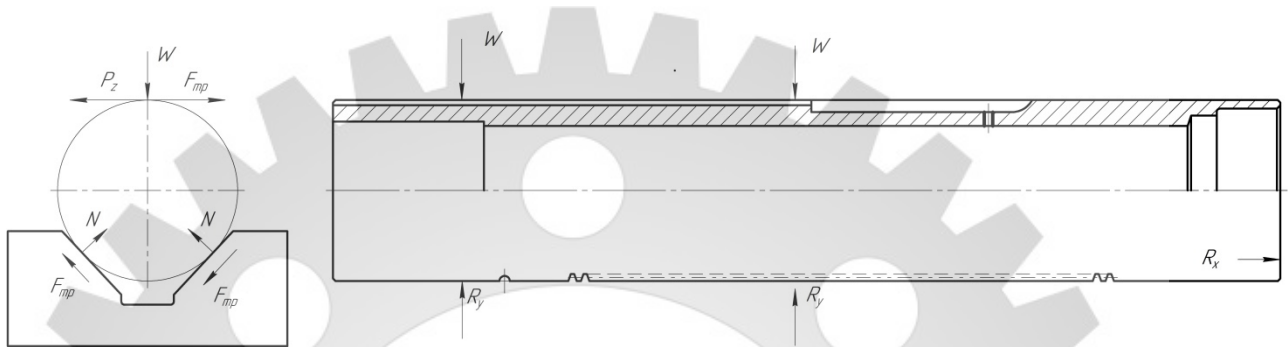


Рисунок 6.5 – Структура зрівноважувальних сил

6.8.3 Розрахунок сил закріплення

Аналітичним методом розрахуємо свердління отвору $\varnothing 5H14$.

Вихідні дані: на операції виконується свердління отвору $\varnothing 5H14$ та глибиною $L = 8$ мм. Тип свердла – спіральне з циліндричним хвостовиком. Оброблюваний матеріал – сталь 12ХН2 з межею міцності $\sigma_B = 710$ МПа, свердло із швидкоріжучої сталі Р6М5.

Глибина обробки дорівнює $t = 2,45$ мм. Подача ріжучого інструменту $S=0,1$ мм/об, швидкість різання $V=12$ м/хв, частота обертання шпинделя при цьому складає 650 об/хв, що відповідає паспорту верстата; кількість проходів на операції – 1.

Сила різання при свердлінні визначається за формулою 6.1:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D_q \cdot S_y \cdot K_p, \quad (6.1)$$

де $C_p = 68$; $q = 1$; $y = 0,7$; $K_p = 1$

Підставимо значення в формулу 6.1:

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 4,9^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} = 664,8 \text{ Н}$$

Умова міцності механізму подачі виконується, оскільки

$$P_0 < P_{max} | 664,8 < 2000 |$$

Визначаю крутний момент, діючий під час свердлування по формулі:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D_{qm} \cdot S_{ym} \cdot K_p, \quad (6.2)$$

де $C_M = 0,0345$; $q_m = 2,0$; $y_m = 0,8$;

Коефіцієнт, що залежить від властивостей оброблюваного матеріалу K_p , визначають по формулі:

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.3)$$

де $\sigma_B = 710 \text{ МПа}$ – межа міцності оброблюваного матеріалу;

$n = 0,75$ – показник степені

Тоді розрахуємо коефіцієнт за формулою 6.3:

$$K_{Mp} = \left(\frac{710}{750} \right)^{0,75} = 0,96$$

А момент визначимо за формулою 6.2:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4,9^{2,0} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,96 = 1,3 \text{ (Н·м)}$$

При затиску момент сили тертя, що виникає між заготовкою та оправкою, повинен бути більше моменту кручення при обробці:

$$M_{тр} = M_{кр} \cdot K, \quad (6.4)$$

де $M_{тр}$ – момент тертя,

K – коефіцієнт запасу по формулі:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (6.5)$$

де $K_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу сил затиску;

$K_1 = 1,0$ – стан технологічної бази;

$K_2 = 1,5$ – збільшення сили різання від прогресуючого затуплення інструмента;

$K_3 = 1,0$ – ударне навантаження на РІ;

$K_4 = 1,0$ – стабільність силового приводу;

$K_5 = 1,0$ – зручність розташування рукояток у ручних затискних механізмах пристрою;

$K_6 = 1,25$ – наявність моментів, що прагнуть повернути заготовку.

Тоді розраховуємо коефіцієнт запасу за формулою 6.5:

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,25 = 3,75$$

Момент тертя розраховуємо за формулою 6.4

$$M_{тр} = 1,3 \cdot 3,75 = 4,875 \text{ (Н}\cdot\text{м)},$$

Під час розрахунку $M_{тр}$ розглядаю точку на поверхні заготовки:

$$R = 55,25$$

Також момент тертя дорівнює добутку:

$$M_{тр} = F_{тр} \cdot R$$

де $F_{тр}$ - сила тертя розраховується по формулі:

$$F_{тр} = Q' \cdot f$$

де Q' складова сили Q , прагнуча повернути заготовку;

$f=0,16$ – коефіцієнт тертя

Виконуючи математичні операції над формулами виводжу формулу для обчислення сили Q :

$$Q = \frac{M_{кр} \cdot K}{R \cdot f}, \quad (6.6)$$

Згідно цій формулі 6.6 маємо:

$$Q = \frac{1300 \cdot 3,75}{55,25 \cdot 0,16} = 551,47 \text{ (Н)}.$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

6.8.4 Розрахунок на міцність

Для розрахунку приймаємо деталь – прихоп. Розрахуємо її на міцність при згині. Матеріал прихопа – конструкційна Сталь 45.

Умова міцності при згині розраховується за формулою 6.7:

$$\sigma_{зг \max} = M_{зг \max} / W_x \leq [\sigma_{зг}], \quad (6.7)$$

де $M_{зг \max}$ - максимальний згинальний момент, Нм

W_x – осьовий момент опору перерізу, Нм

$[\sigma_{зг}]$ – допустиме напруження, кН/см²

Допустиме напруження для Сталі 45

$$[\sigma_{зг}] = 175 \text{ МПа} = 17.5 \text{ кН/см}^2$$

На рисунку 6.6 зображено епюру згинальних моментів

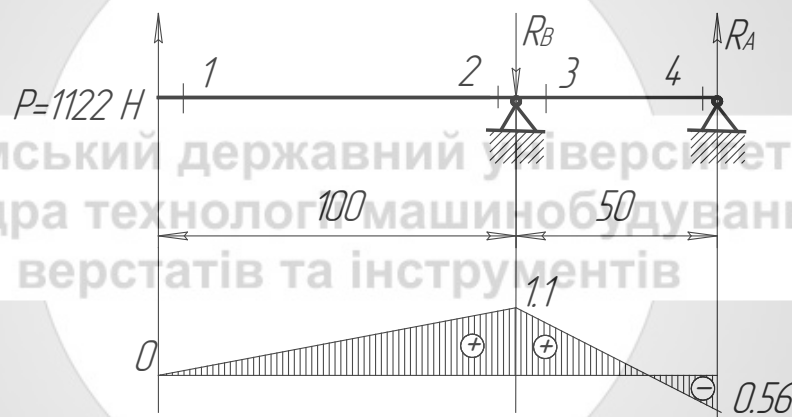


Рисунок 6.6 - Епюра згинальних моментів.

Розрахунок реакцій опор:

$$\sum M_A = R_B \cdot 50 - P \cdot 150 = 0$$

$$R_B = P \cdot 150 / \sum M_A$$

$$R_B = 1122 \cdot 150 / 50 = 3366 \text{ H}$$

$$\sum M_B = R_A \cdot 50 - P \cdot 100 = 0$$

$$R_A = 1122 \cdot 100 / 50 = 2244 \text{ H}$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Розраховується згинальний момент:

$$M_{зг}(1) = 0$$

$$M_{зг}(2) = P \cdot a = 1122 \cdot 100 = 1,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{зг}(3) = P \cdot a - R_B \cdot 0 = 1122 \cdot 100 = 1,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{зг}(4) = P \cdot a - R_B \cdot 50 = 112200 - 3366 \cdot 50 = -0,56 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

За найбільшим значенням згинального моменту $M_{зг}$ вибирається небезпечний перетин. Епюра згинальних моментів показує (рис. 6.6), що найбільший згинальний момент дорівнює $M_{зг \max} = 1,1 \text{ кН} \cdot \text{м} = 110 \text{ кН} \cdot \text{см}$.

Змінюємо формулу 6.7 і отримаємо рівняння:

$$W_x \geq M_{зг \max} / [\sigma_{зг}]$$

$$W_x = 110 / 16,7 = 6,59 \text{ см}^3$$

Поперечним перерізом деталі приймаємо прямокутник $h=0,5b$.

$$W_x = b \cdot h^2 / 6 = b \cdot (0,5b)^2 / 6 = b^3 / 24 = 6,59 \text{ см}^3$$

$$b = \sqrt[3]{24 \cdot \omega_x} = \sqrt[3]{24 \cdot 6,59} = 49,2 \text{ см}$$

Приймаємо: $b = 50 \text{ см}$, $h=0,5 b=25 \text{ см}$

Зобразимо поперечний переріз на рисунку 6.7.

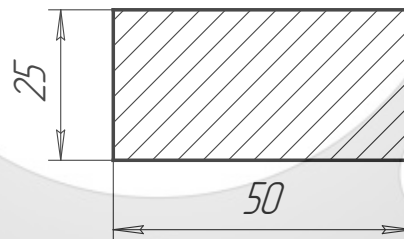


Рисунок 6.7 - Поперечний переріз деталі

$$W_x = 50 \cdot 25^2 / 6,95 \text{ см}^3$$

$$\sigma_{зг \max} = 110 / 6,95 = 15,8 \text{ кН/см}^2$$

Так як $15,8 \leq 17,5$ то умова міцності виконується, отже, міцність деталі «прихоп» забезпечена.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

6.9 Обґрунтування вибору привода

Пневмоциліндр двусторонньої дії використовується в пристрої в якості пневмопривода.

Для визначення діаметра поршня та штока потрібно знайти величину зусилля на штоці пневмоциліндра. Сила закріплення оброблюваної деталі показана на схемі 6.8.

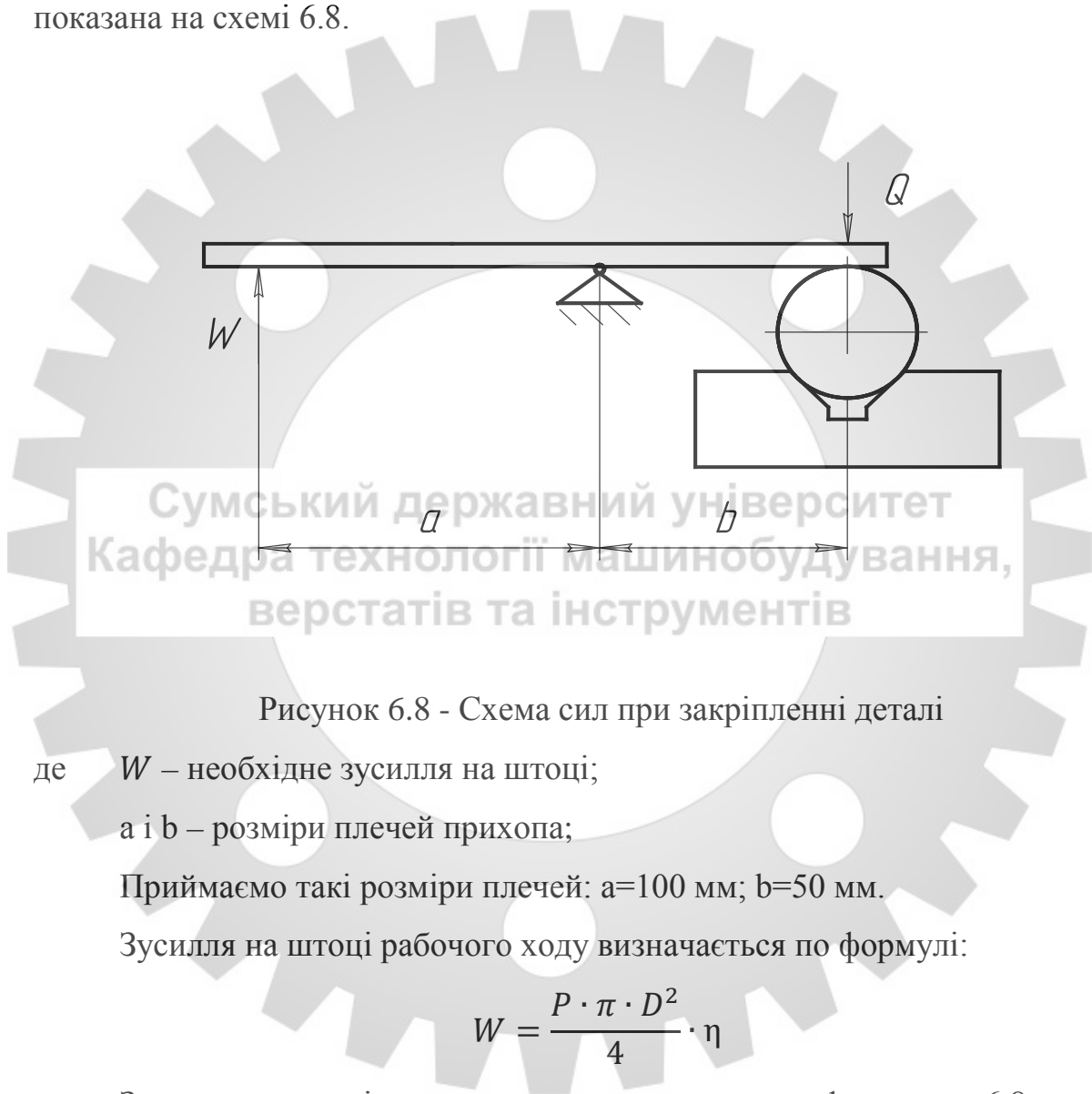


Рисунок 6.8 - Схема сил при закріпленні деталі

де W – необхідне зусилля на штоці;

a і b – розміри плечей прихопа;

Приймаємо такі розміри плечей: $a=100$ мм; $b=50$ мм.

Зусилля на штоці робочого ходу визначається по формулі:

$$W = \frac{P \cdot \pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta$$

Зусилля на штоці холостого ходу визначаємо за формулою 6.8:

$$W = \frac{P \cdot \pi (D^2 - d^2)}{4} \cdot \eta, \quad (6.8)$$

де P – розрахунковий тиск стисненого повітря $P = 0,4$ МПа;

η – ККД системи $\eta = 0,9$;

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

d – діаметр штока;

D – діаметр поршня.

Підставимо значення для розрахунку в формулу 6.8:

$$W = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot (63^2 - 18^2)}{4} \cdot \frac{50}{100} \cdot 0,9 = 515 \text{ Н}$$

При розрахунку зусилля враховуємо розміри плечей прихопа:

$$W \cdot a = Q \cdot b$$

Отримуємо мінімальне зусилля на штоці:

$$W_m \geq 1320 \cdot 50/100 = 660 \text{ Н}$$

Розрахуємо дійсне зусилля на штоці:

$$W_d = 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 632/4 = 1122 \text{ Н}$$

Розрахуємо дійсну силу зижиму:

$$Q_d = W \cdot a/b = 1122 \cdot 63/50 = 2244 \text{ Н}$$

Розрахуємо коефіцієнт запасу міцності:

$$K_3 = W_d / W_{min} = 1122/660 = 1,7$$

6.10 Розрахунок точності пристрою

Загальну похибку спеціального пристрою розраховуємо за формулою 6.9:

$$\varepsilon_{пр} \leq T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{поз}^2}, \quad (6.9)$$

де $T = 140$ мкм – найбільший допуск на розмір, одержуваний на операції ($\varnothing 4,9$ по 14 квалітету);

$K_T = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

$K_{T1} = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_6 = 0$ – похибка базування оброблюваної деталі в пристрої (технологічна і вимірювальна бази співпадають);

$\varepsilon_3 = 0$ – похибка закріплення деталі в пристрої, виникає в результаті зміщення оброблюваних поверхонь деталі від дії затискаючої сили (не збігається напрям сили закріплення до допуску розміру, що вимірюється);

$\varepsilon_y = 0,005$ мкм – похибка встановлення пристрою спеціального на столі верстата;

$\varepsilon_n = 0$ – похибка перекосу інструменту;

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки.

$\omega = 100$ мкм – середня економічна точність обробки (допуск по 11 квалітету на розмір $\varnothing 4,9$).

$\varepsilon_{\text{поз}} = 0$ – похибка позиціонування (заготовка не повертається);

ε_u – похибка, що виникає внаслідок зношування установчих деталей пристрою. Визначається за формулою 6.10:

$$\varepsilon_u = N \cdot \beta \quad (6.10)$$

де $\beta = 0,001$ – сталий коефіцієнт, який залежить від виду установчих елементів та умов контакту установчих поверхонь;

$N = 2000$ шт – кількість контактів деталі з установчою опорою на рік.

$$\varepsilon_u = 2000 \cdot 0,001 = 2 \text{ мкм.}$$

Підставляємо значення в формулу 6.9:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,4 - 1,2 \sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0,12^2 + 0,034^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 0,058)^2 + 0,033^2 + 0,02^2} = 0,83 \text{ мм}$$

Оберемо допуск паралельності зі стандартного ряду допусків:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,83 \text{ мм}$$

6.11 Опис пристрою та принцип його роботи

Оброблювана деталь встановлюється в призми. Стиснене повітря подається в нижню камеру пневмоциліндра. При цьому поршень підіймається у своє верхнє положення та рухає шток (поз. 7) вгору. Шток через важіль закріплює оброблювану деталь.

Для розкріплення оброблюваної деталі в верхню камеру пневмоциліндра подається стиснене повітря, а з нижньої повітря виходить. Це призводить до того, що поршень рухає шток вниз, та повертає його в вихідне положення.

Щоб важіль при розкріпленні деталі не падав вниз його підтримує пружина (поз. 6). Стійка різьбова закріплюється своєю різьбовою частиною в опору (поз. 12) та може регулюватися по висоті. На опори закріплюються самі призми за допомогою штифтів (поз. 17) та гвинтів (поз. 22).

Для того, щоб точно закріпити пристрій на стіл верстата використовуються дві шпонки (поз. 27). Вони закріплюються знизу до плити гвинтами (поз. 16). Потім вони базують пристрій по пазам стола верстата.

Для того, щоб уникнути витоку повітря з пневмоциліндра, на шток встановлюються: манжета з гумовою прокладкою.

Для транспортування в конструкції пристрою спеціального виконані рим-болти (поз. 19). Вони закріплені в плиту пристрою.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бушуев, В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. – М. : Машиностроение, 2006. – 448 с.
2. Проников, А. С. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем. Т. 1. Проектирование станков / А. С. Проников и др. – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1994. – 356 с.
3. Пуш В. Э. Конструирование металлорежущих станков / В. Э. Пуш. – М. : Машиностроение, 1977. – 390 с.
4. Кузьмин А. В. и др. Расчеты деталей машин : справ. пос. / А. В. Кузьмин и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : Вышш. шк., 1986. – 400 с.
5. Кочергин А. И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование : учеб. пос. / А. И. Кочергин. – Минск : Вышэйшая школа, 1991. – 382 с.
6. Справочник технолога – машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. М. Дальского и др. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2001. – Т. 2. – 944 с.
7. Орликов М. Л. Металлорежущие станки. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пос. / М. Л. Орликов. – К. : Вища школа, 1987. – 152 с.
8. Станок 2Н135. Руководство по эксплуатации.
9. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи « Кінематичний розрахунок привода металорізальних верстатів » /Укладач М.М.Коротун. – Суми: Вид – во СумДУ, 2009. – 23 с.
10. 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

11. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений / В.С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.

12. Проектирование станочных приспособлений: Учебное пособие для учащихся техникумов. – 3-е издание., перераб. и доп.– М.: Высш. Школа, 1980. – 240 с.

13. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора: Справочник – Л.: Машиностроение, Ленингр. 1983. – 464 с.

14. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.

15. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машностроения – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.

16. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.

17. Методические указания к выполнению контрольной работы по проектированию станочных приспособлений, Г. С. Чумаков - Сумы, СумГУ, 1997 – 34с.

18. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.

19. Сторож Б.Д., Карпик Р.Т., Гордеев А.І. Точність верстатних пристроїв машинобудівного виробництва: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ; Хмельницький: ХНУ, 2004. – 230 с.

20. Пашкевич М.Ф., Мрочек Ж.А., Кожуро Л.М., Пашкевич В.М. Технологическая оснастка: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов, 2002. – 320 с.

21. Боровик А. І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва. – К.: Кондор, 2007 – 726 с.

									Лист
									78
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

22. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 /М.: Экономика, 1990. – 472 с.

23. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, [Текст] : в 2 ч. Ч. 1 /М.: Экономика, 1989. - 402 с.

24. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.

25. Анурьев В.И. Справочник конструктора. В 3-х томах. – М.: Машиностроение, 1979.



Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист

79

ДОДАТОК А ОХОРОНА ПРАЦІ

Інструкція з охорони праці при роботі на свердлильному верстаті

1. Загальні вимоги охорони праці

1.1 До самостійної роботи на свердлильних верстатах допускаються особи:

– які досягли 18 років, пройшли обов'язковий періодичний медичний огляд та не мають медичних протипоказань для роботи на свердлильних верстатах;

– отримали спеціальне навчання або мають відповідний досвід роботи;

– пройшли вступний інструктаж з електробезпеки з присвоєнням III групи допуску;

– ознайомлені з даною інструкцією, з вимогами інструкції з охорони праці у відповідному приміщенні (місці установки верстата).

1.2 Працюючий на свердлильному верстаті зобов'язаний суворо дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку та режиму роботи загальноосвітнього навчального закладу.

1.3 До небезпечних факторів при роботі на свердлильному верстаті відносяться:

– фізичні (висока напруга в електричній мережі; рухомі й обертові частини верстата; наявність задирок на заготовках, відлітаюча стружка при обробці крихких матеріалів; сильний шум; вібрація; система вентиляції);

– хімічні (пил);

– психофізіологічні (напруга уваги).

1.4 Під час роботи на свердлильному верстаті повинен використовуватися наступний спецодяг та засоби індивідуального захисту: халат бавовняний, берет, захисні окуляри від попадання стружки та пилу в

						КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			80

очі. На підлозі біля верстата обов'язково має бути дерев'яна решітка з діелектричним килимком.

1.5 Працюючий на свердлильному верстаті зобов'язаний дотримуватися правил пожежної безпеки, знати місця розташування первинних засобів пожежогасіння.

1.6 Працюючий на верстаті зобов'язаний знати місце розташування аптечки та вміти надавати першу долікарську допомогу потерпілому.

1.7 В процесі виконання роботи працівник зобов'язаний дотримуватися правил носіння спецодягу, користування засобами індивідуального і колективного захисту, дотримуватися правил особистої гігієни, утримувати в чистоті своє робоче місце.

1.8 Свердлильний верстат повинен бути обладнаний захисним огороженням, спеціальним склом або корпусом.

1.9 Корпус свердлильного верстата повинен бути заземлений.

1.10 Робоче місце і робоча зона повинні мати хороше освітлення. Світло не має бути занадто яскравим, щоб не сліпити очі співробітнику, який виконує роботу.

1.11 Для зміни свердел, очищення верстата, прибирання робочого місця необхідно використовувати допоміжні інструменти (ключ, гачок, щітка, совок, скребок тощо).

1.12 Про всі несправності свердлильного верстата працівник зобов'язаний негайно повідомити заступникові директора з АГР, а в разі його відсутності – черговому адміністратору установи, зробити запис у журналі заявок.

1.13 У разі отримання травми працівник зобов'язаний негайно проінформувати про те, що трапилося, чергового адміністратора та шкільну медичну сестру, при необхідності – самостійно надати долікарську допомогу.

2. Вимоги охорони праці перед початком роботи на свердлильному верстаті

2.1 Перед початком роботи на свердлильному верстаті необхідно надіти спецодяг, ретельно заправити волосся під головний убір та перевірити справність засобів індивідуального захисту (захисні окуляри; діелектричні килимки).

2.2 Добре оглянути робоче місце, позбутися зайвих предметів, що заважають, переконатися у справності роботи системи вентиляції.

2.3 Провести огляд верстата і переконатися:

- у вільному доступі до пускового пристрою;
- цездатності гальмівного пристрою і блокувань (блокування має забезпечувати неприпустимість самостійного включення верстата при відкритій дверці огорожі);

- у справності педального механізму і маслосистеми (потрібної кількості масла в насосі, перевірити, чи немає витоків мастила);

- у правильній освітленні свого робочого місця.

2.4 Короткочасним включенням перевірити справність роботи свердлильного верстата.

Якщо була виявлена несправність верстата або робочої системи вентиляції, працівник зобов'язаний негайно сповістити інженера з охорони праці, заступника директора з АГР, а за їх відсутності на робочому місці – директора школи або чергового адміністратора та зробити відповідний запис у журналі реєстрації заявок.

2.5 Перед підключенням верстата до електромережі, при необхідності, стати на діелектричний килимок (якщо покриття підлоги виконане із струмопровідного матеріалу).

2.6 Забороняється включати верстат в електричну мережу мокрими і вологими руками.

2.7 Не приступати до виконання роботи у разі виявлення відхилень від правил безпеки робочого місця, встановлених у цьому розділі інструкції, а також при неможливості виконання зазначених у даному розділі підготовчих до роботи дій.

3. Вимоги охорони праці під час роботи на свердлильному верстаті.

3.1 Під час роботи на свердлильному верстаті необхідно суворо дотримуватися справжньої інструкції з охорони праці при виконанні робіт на свердлильному верстаті.

3.2 Наявність напруги в електромережі перевіряти тільки спеціальним показчиком напруги.

3.3 Стежити за справною роботою верстата, системи вентиляції, цілісністю ізоляції та наявності неушкодженого заземлення.

3.4 Працюючий на свердлильному верстаті зобов'язаний:

- виконувати роботу на свердлильному верстаті тільки у захисних окулярах та при включеній витяжній вентиляції;
- надійно закріплювати оброблювану деталь затискачами, а не тримати її руками;
- подачу свердла на деталь проводити плавно, без ривків;
- при обробці деталей великої довжини (понад 1,5 м.) користуватися спеціальними підставками;
- стружки із висвердленого отвору видаляти тільки за допомогою спеціальної щітки;
- не видаляти стружку при працюючому верстаті;
- матеріали та деталі акуратно складати у встановленому місці так, щоб вони не заважали подальшому виконанню роботи;
- не зупиняти і не гальмувати руками вимкнений, але ще продовжуючий обертатися шпиндель свердлильного верстата;
- особливу увагу і обережність приділяти наприкінці свердління (при

						КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			83

виході свердла з матеріалу заготовки, зменшити подачу).

3.5 Під час виконання роботи на свердлильному верстаті забороняється:

- перемикати електричні роз'єми при включеному електроживленні;
- торкатися проводів та інших струмоведучих частин, які знаходяться під напругою;
- продовжувати роботу на верстаті в разі його несправності, іскріння, задимлення, порушення ізоляції та заземлення;
- закривати верстат папером, тканиною та сторонніми предметами, що може призвести до його несправності або отриманні травми робочим;
- працювати на верстаті в не призначених для даного виду робіт рукавичках або рукавицях;
- гальмувати руками патрон або обертове свердло верстата;
- гальмувати шпindel натисканням деталі;
- нахилити голову близько до обертового шпинделя верстата і свердла;
- тримати руками деталь при свердлінні, деталь повинна бути закріплена лише лещатами;
- охолоджувати свердло під час роботи верстата за допомогою мокрих ганчірок;
- залишати свердлильний верстат без нагляду, відкривати та знімати захисні огороження;
- проводити самостійно розкриття та ремонт свердлильного верстата;
- здувати стружку з верстата або прибирати її руками;
- виконувати прибирання над і під працюючим свердлувальним верстатом або в небезпечній близькості від його рухомих частин;
- протирати рубильники та інші вимикачі струму;
- збирати відходи, папір і промаслене ганчір'я в ящики, призначені для відходів ганчір'я, (для кожного виду відходів повинен бути окремий ящик).

3.6 Використання іонізаторів повітря допускається в приміщенні

									Лист
									84
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

майстерні тільки під час перерв у роботі та за відсутності людей.

3.7 При відкритті вікон, необхідно простежити, щоб не було протягів, які можуть призвести до розбиття або пошкодження скла.

4. Вимоги охорони праці після закінчення роботи на свердлильному верстаті

4.1 Після закінчення роботи на свердлильному верстаті працівник зобов'язаний:

- відвести свердло від оброблюваної заготовки і відключити електроживлення в послідовності, встановленій інструкцією з експлуатації з урахуванням характеру виконуваних робіт;

- привести в порядок робоче місце, очистити верстат, устаткування біля верстата, проходи від стружок і сміття за допомогою спеціальної щітки;

- скласти у спеціальну шафу інструмент і пристосування, які використовувалися під час роботи на верстаті;

- прибрати у відведене місце засоби індивідуальної захисту;

- почистити спецодяг і взуття, прибрати в призначену для спецодягу шафу,

- ретельно вимити руки з милом.

4.2 Перекрити крани з водою, щільно закрити всі вікна, вимкнути освітлення,

4.3 При виявленні несправності обладнання, порушення цілісності вікон, негайно поставити до відома заступника директора з АГР, за його відсутності на робочому місці - чергового адміністратора школи та зробити відповідний запис у журналі заявок.

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		85

5. Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях

5.2 При виникненні аварійних ситуацій, негайно зупинити свердлильний верстат натисканням кнопки «стоп».

5.2 Якщо при роботі верстата відбувається перегрів двигуна, необхідно відключити його і дати охолонути. Охолоджувати двигун водою або вологою ганчіркою забороняється.

5.3 При появі різного стуку, вібрації, або зміни характерного шуму, перегріві робочого інструменту (свердла, підшипників), появі запаху горілого або диму, поломки свердла, а також при несправності заземлення корпуса верстата, негайно припинити роботу, відвести свердло від заготовки і відразу вимкнути свердлильний верстат. Повідомити про несправності заступнику директора з АГР, а в разі його відсутності – черговому адміністратору або директору школи. Роботу дозволяється продовжувати тільки після усунення несправності.

5.4 Працівник зобов'язаний вміти надавати долікарську допомогу. Така допомога надається негайно, на місці події у правильній послідовності. На початку необхідно усунути джерело травмування (вимкнути двигун, зупинити механізм тощо). Надання першої допомоги треба починати з самого головного, що загрожує здоров'ю або життю людини (при сильній кровотечі накласти джгут, вкласти записку із зазначенням часу накладення джгута, а потім перев'язати рану; при наявності закритого перелому – накласти шину; при відкритих переломах спочатку слід перев'язати рану, накласти шину; при опіках – накласти суху пов'язку), потім викликати швидку допомогу. При підозрі на ушкодження хребта, покласти потерпілого на тверду поверхню та, якомога швидше, транспортувати до найближчого медичного закладу для надання допомоги.

5.5 Якщо сталося загоряння устаткування, негайно відключити свердлильний верстат від електроживлення, повідомити до пожежної

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		86

охорони, директорові навчального закладу (за його відсутності – іншій посадовій особі), після чого приступити до гасіння пожежі наявними засобами, це може бути вогнегасник, пісок.

6. Прикінцеві положення інструкції

6.1 Перевірка та зміна цієї інструкції з охорони праці при роботі на свердлильному верстаті здійснюються не рідше одного разу на 5 років.

6.2 Ця інструкція з охорони праці на свердлильному верстаті повинна бути достроково переглянута в наступних випадках:

при перегляді міжгалузевих та галузевих правил і типових інструкцій з охорони праці;

- при зміні умов праці працівника на конкретному робочому місці;
- при впровадженні в роботу і використанні нових технологій;
- за результатами аналізу матеріалів розслідування аварій, нещасних випадків і професійних захворювань;

на вимогу представників органів з інспекції праці.

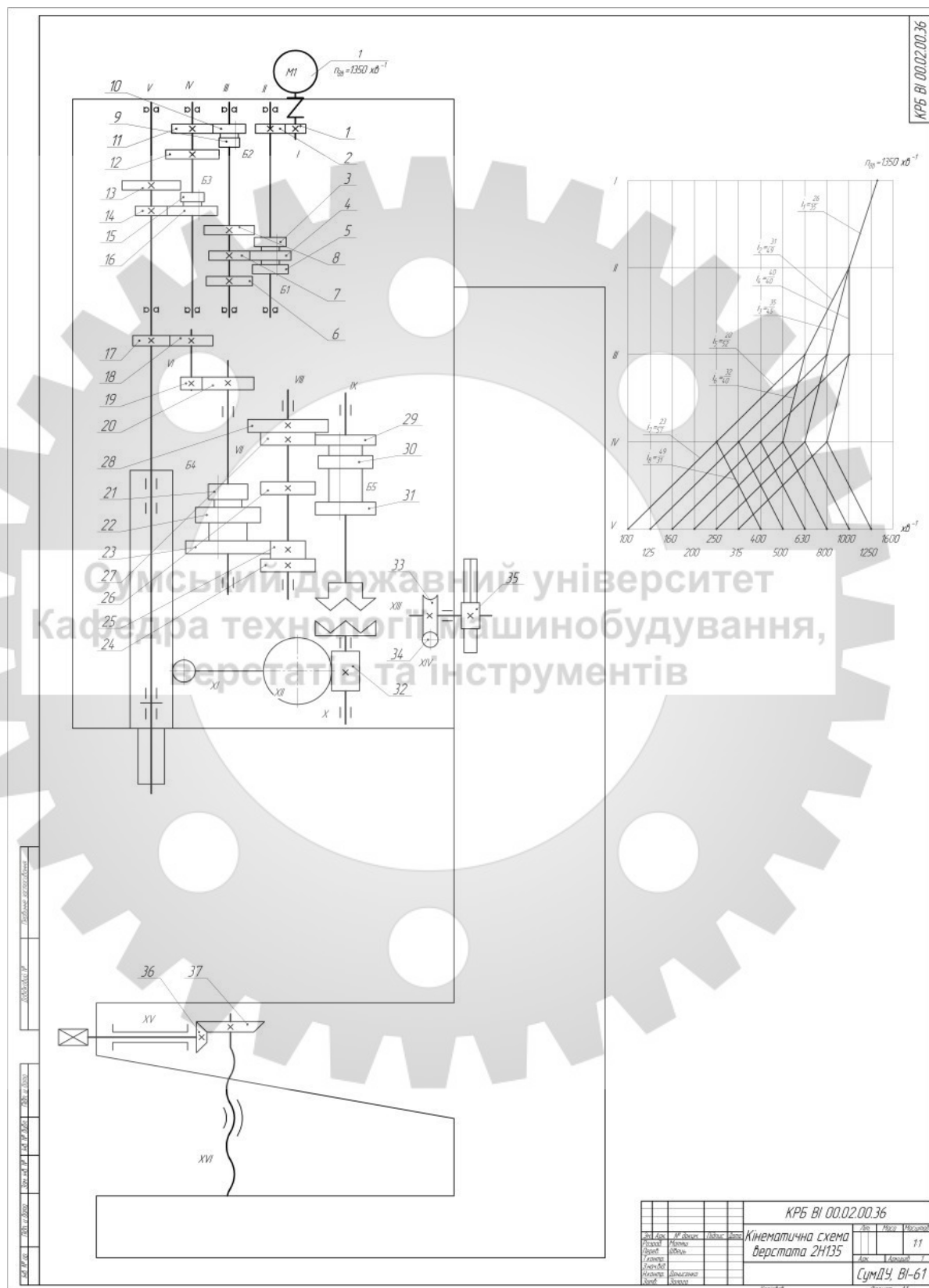
6.3 Якщо протягом 5 років з дня затвердження цієї інструкції з охорони праці при роботі на свердлильному верстаті умови праці не змінилися, тоді дія інструкції з охорони праці на свердлильному верстаті продовжується на наступні 5 років.

6.4 Відповідальність за своєчасне внесення необхідних змін і доповнень, а також перегляд цієї інструкції з охорони праці на фугувальному верстаті покладається на особу, відповідальну за охорону праці в загальноосвітньому навчальному закладі.

					КРБ ВІ 16510036 ПЗ	Лист
						87
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК В

КІНЕМАТИКА ВЕРСТАТУ 2Н135



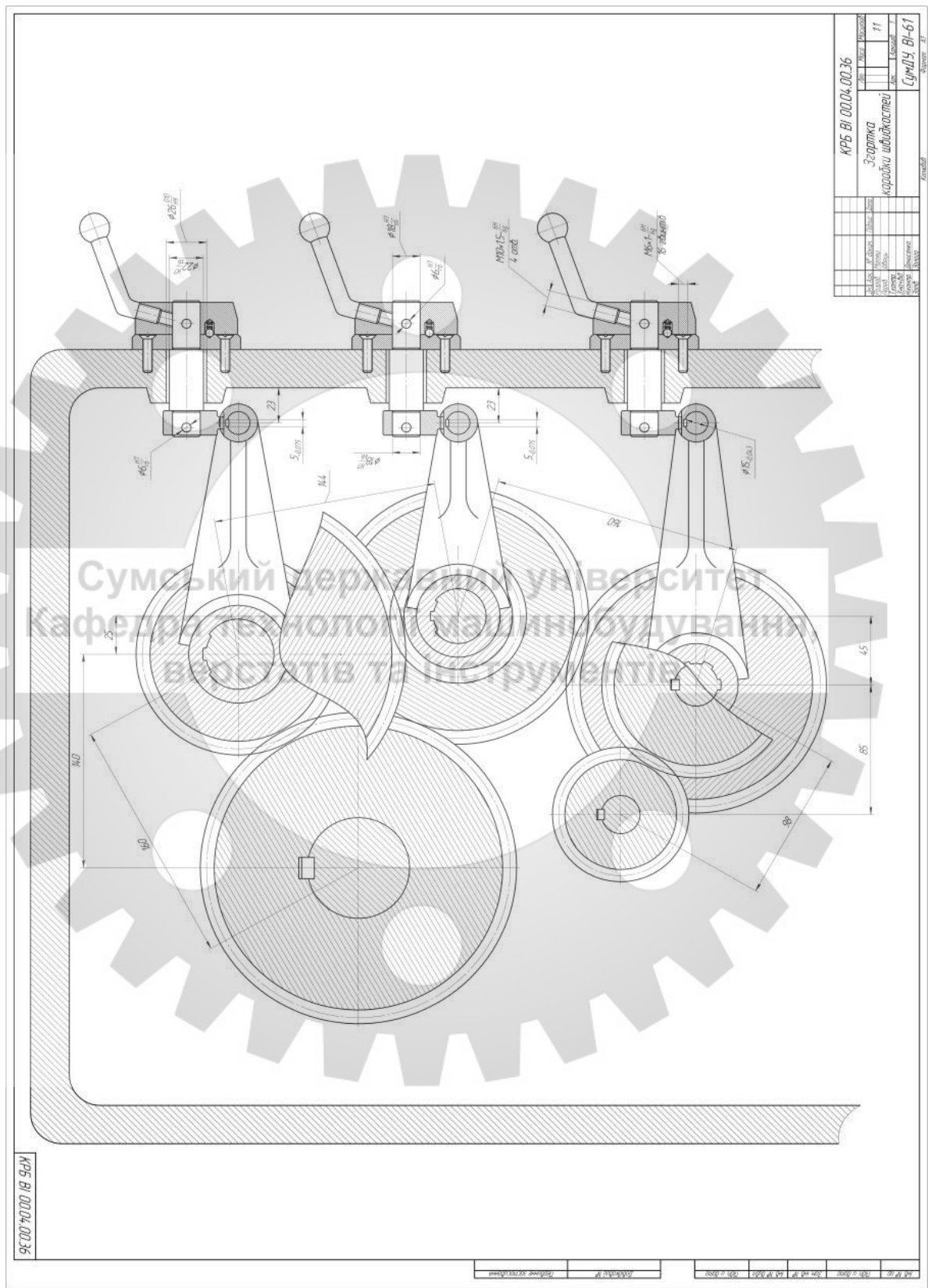
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист
89

ДОДАТОК Д

ЗГОРТКА КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ ВЕРСТАТУ 2Н135



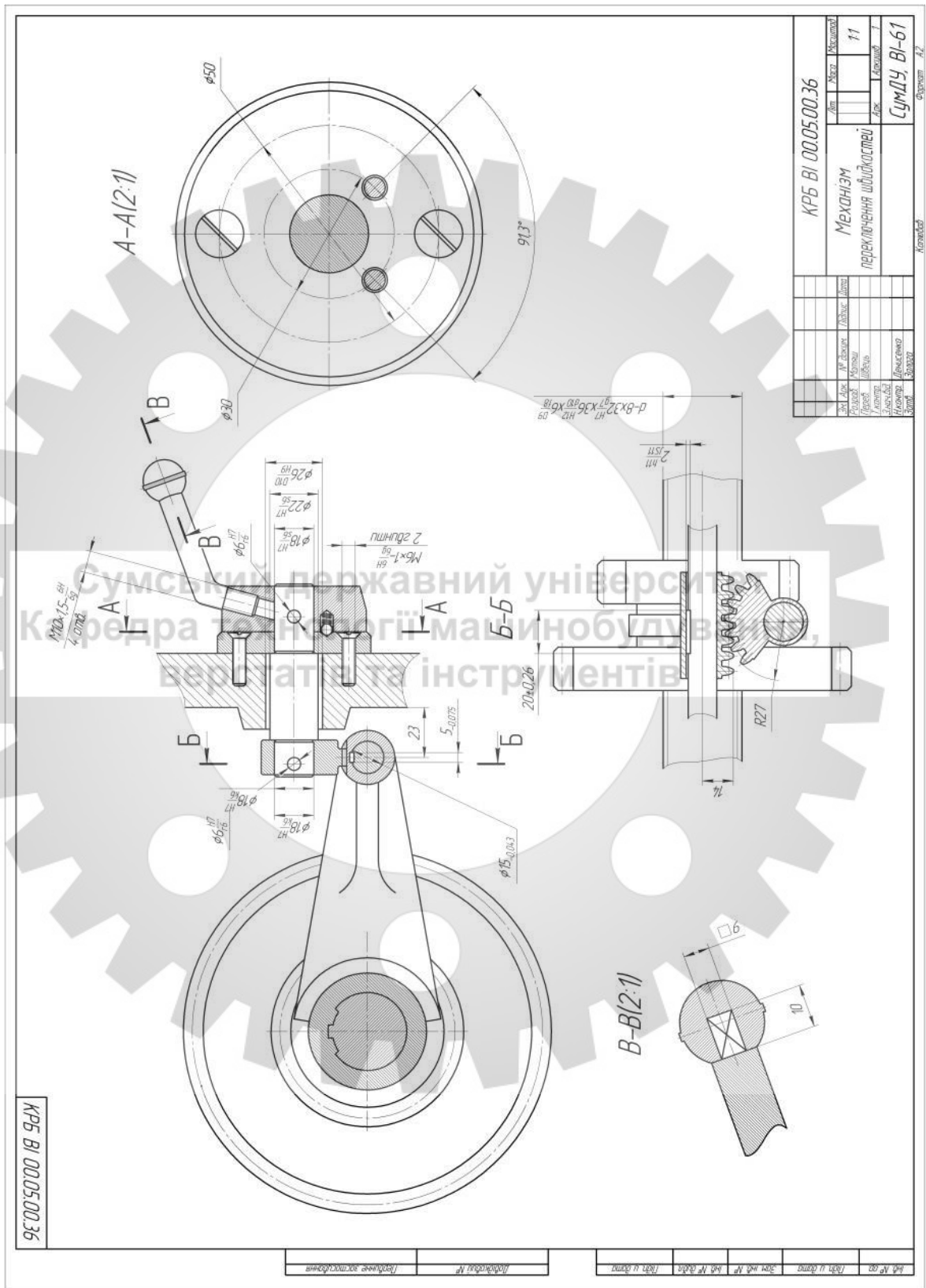
КРБ ВІ 00.04.00.36	
Згортка	11
Апаратів швидкоств.	
СумДУ ВІ-61	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

ДОДАТОК Е

КРЕСЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕКЛЮЧЕННЯ КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ

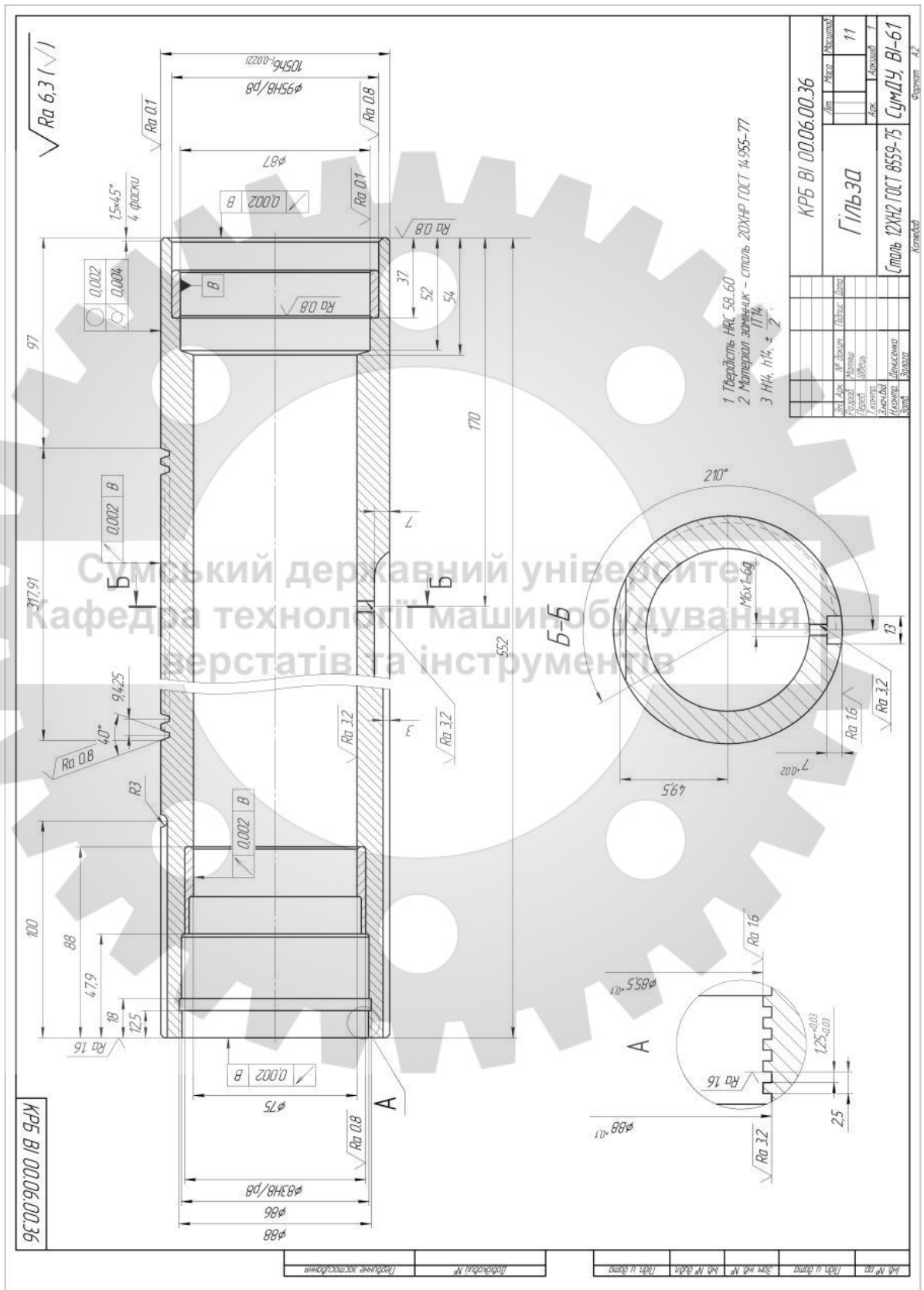


КРБ ВІ 00.05.00.36		Лист	Механізм
Механізм		Лист	11
переключення швидкостей		Лист	1
СумДУ ВІ-61		Формат А2	

КРБ ВІ 00.05.00.36

ДОДАТОК Є

КРЕСЛЕННЯ ГІЛЬЗИ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ВЕРСТАТУ 2Н135



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист

93

№ операції	Найменування операції	Операційний ескіз	Обладнання	Технологічне оснащення	Вимірвальний інструмент
065	Слюсарна	Зачистка заусенців та гострих крамок.		Слюсарний стіл.	
070	Термічна	Закалка	Електропіч	Щипці	
075	Термічна	Відпуск при температурі 180–200°C.	Електропіч	Щипці	
080	Свердильна		Верстат глибокого сверління IMSA B4S	Патрон трикуткової 7800-0017 ГОСТ 2675-80. Ліанет 6046-0011 ГОСТ 21190-75. Розточна оправка ВЗ220.№.070-090.22.СС12 з двома пластинами ССМТ120412-Е47 WSM20S. Перехідний адаптер А100М.150.020.63	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,1 ГОСТ 166-89.
085	Круглошліфувальна		Верстат круглошліфувальний 3М150	Оправка спеціальна. Центр А-1-4-У ГОСТ 8742-75. Круг шліфувальний 250x40x76 ПП 25А СМСК6 ГОСТ 2424-83.	Микрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-90.
090	Токарна з ЧПУ		Токарний оброблювальний центр HAAS TL-2	Патрон трикуткової 7800-0017 ГОСТ 2675-80. Ліанет 6046-0011 ГОСТ 21190-75. Різочний різець SFCL12CA-12 T15K6 ГОСТ 3882-74.	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,1 ГОСТ 166-89.
095	Термічна	Старіння в масляній ванні при температурі 140–150°C протягом 48 г.		Масляна ванна	
100	Круглошліфувальна		Верстат круглошліфувальний 3М150	Оправка спеціальна. Центр А-1-4-У ГОСТ 8742-75. Круг ПП 164ПЧ6 24А15 25 СМ1 К8	Микрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-90.
105	Внутрішньошліфувальна		Шліфувальний верстат ІЕД-400	Центр А-1-4-У ГОСТ 8742-75. Патрон лобиковий 7808-0021 ГОСТ 2571-71. Ліанет 6046-0011 ГОСТ 21190-75. Круг ПП 164ПЧ6 24А15 25 СМ1 К8	Нутромер НИ 50-100-4 ГОСТ 868-82
110	Слюсарна	Запресовка кілець в отвір гільзи		Слюсарний стіл	
115	Круглошліфувальна		Верстат круглошліфувальний 3М150	Оправка спеціальна. Центр А-1-4-У ГОСТ 8742-75. Круг ПП 164ПЧ6 24А15 25 СМ1 К8	Микрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-90.
120	Токарно-звинтарізна		Токарно-звинтарізна верстат СУ-500	Центр А-1-4-У ГОСТ 8742-75. Патрон лобиковий 7808-0021 ГОСТ 2571-71. Ліанет 6046-0011 ГОСТ 21190-75. Різець для нарізання спеціальної різі	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,1 ГОСТ 166-89.
125	Різецьшліфувальна		Різецьшліфувальний верстат 5Д822В	Оправка спеціальна. Центр А-1-4-У ГОСТ 8742-75. Багатонітковий шліфувальний круг 250x60x76 25AF46L26 ГОСТ 2424-83	Микрометр різьбовий 50-75 МК75-1 Нутромер НЦ-1 ГОСТ 7160-59.
130	Різецьшліфувальна		Різецьшліфувальний верстат 5Д822В	Оправка спеціальна. Центр А-1-4-У ГОСТ 8742-75. Багатонітковий шліфувальний круг 250x60x76 25AF46L26 ГОСТ 2424-83	Микрометр різьбовий 50-75 МК75-1 Нутромер НЦ-1 ГОСТ 7160-59.
135	Внутрішньошліфувальна		Шліфувальний верстат ІЕД-400	Центр А-1-4-У ГОСТ 8742-75. Патрон лобиковий 7808-0021 ГОСТ 2571-71. Ліанет 6046-0011 ГОСТ 21190-75. Круг ПП 164ПЧ6 24А15 25 СМ1 К8	Нутромер НИ 50-100-4 ГОСТ 868-82
140	Терміческая	Старение		Масляна ванна	

КРБ ВІ 00.07.00.36

ДСТУ 9045:2015

КРБ ВІ 00.07.00.36

№ операції	Найменування операції	Операційний ескіз	Обладнання	Технологічне оснащення	Вимірвальний інструмент
145	Шліфувальна	Добавка зовнішнього діаметру	Верстат круглошліфувальний 3М150	Оправка спеціальна. Центр А-1-4-У ГОСТ 8742-75 Притир	Мікрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-90.
150	Контроль ВТК				Різьбовий калібр Профілограф каркамер ІІІ-ГОСТ 7760-59 Мікрометр різьбовий 50-75 МК75-1 Мікрометр МК 25-50 з ціною поділки 0,001 ГОСТ 6507-90 Штангенциркуль ШЦ-ІІ-600-0,1 ГОСТ 166-89. Пристрій для контролю циліндричності штангенциркуль ШЦІ-125-0,1 ГОСТ 166-89.



Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

Шкала: 1:1
Масштаб: 1:1
Масштаб: 1:1
Масштаб: 1:1

КРБ ВІ 00.07.00.36

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист

96

ДОДАТОК И

ОПЕРАЦІЙНА НАЛАДКА НА ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНУ ОПЕРАЦІЮ

КРБ ВІ 00.08.00.36

Операційна наладка на токарно-гвинторізну операцію.
Верстат СУ-500

Трикулачковий патрон 7100-0002 ГОСТ 2675-80

Установка А

Установка Б

Р11 - РСЛNR2020K12 BK8 ГОСТ 3882-74.

$\sqrt{Ra\ 12,5(\sqrt{1})}$

Центр А-1-4-У ГОСТ 8742-75

РІ	І мм	V м/хв	S ₀ мм/од	n од/хв	i
1	2	113	0.2	315	2

КРБ ВІ 00.08.00.36

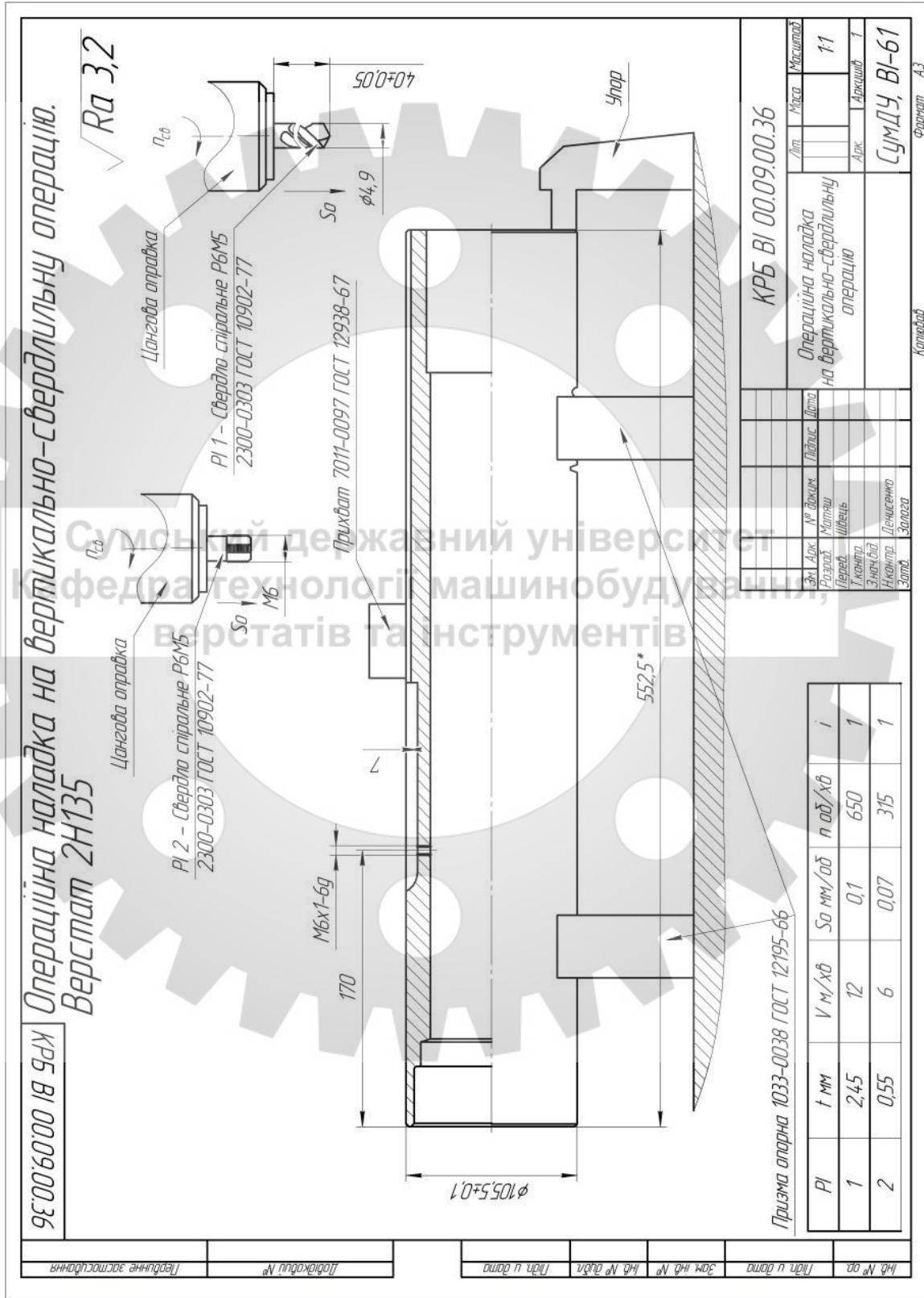
Операційна наладка на токарно-гвинторізну операцію		Лист	Маса	Максимум
Зм. Адр.	№ докум.	Дата	Г/мм	11
Розроб.	Матеріал		Адр.	Аркшів
Перев.	Швель			1
І конпр.	З-нач. від			
Н. конпр.	Церігенко			
Затв.	Залега			

СУМДУ, ВІ-61
Формат А3
Копія

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

ДОДАТОК К
ОПЕРАЦІЙНА НАЛАДКА НА ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНУ
ОПЕРАЦІЮ



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист

98

ДОДАТОК М

СПЕЦИФІКАЦІЯ ДО КРЕСЛЕННЯ ПРИСТРОЮ СПЕЦІАЛЬНОГО

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документація		
A1			ВІ 00.10.00.36-00.00 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
б/ч	6		ВІ 100.10.00.36-06.00	Пневмораспределитель		
б/ч	7		ВІ 100.10.00.36-07.00	Пневмоцилиндр		
				Деталі		
б/ч	30		ВІ 100.10.00.36-00.30	Кнопка	1	
б/ч	33		ВІ 100.10.00.36-00.33	Корпус	1	
б/ч	2		ВІ 100.10.00.36-00.02	Опора высотная	1	
б/ч	3		ВІ 100.10.00.36-00.03	Опора установочная	1	
б/ч	1		ВІ 100.10.00.36-00.01	Основание	1	
б/ч	7		ВІ 100.10.00.36-00.07	Прихват	1	
б/ч	5		ВІ 100.10.00.36-00.05	Пружина	1	
б/ч	29		ВІ 100.10.00.36-00.029	Пружина	1	
б/ч	4		ВІ 100.10.00.36-00.04	Стойка резьбовая	1	
б/ч	6		ВІ 00.10.00.36-00.06	Стойка упорная	1	
б/ч	28		ВІ 100.10.00.36-00.28	Фиксатор	1	
б/ч	38		ВІ 100.10.00.36-00.38	Штуцер	2	
КРБ ВІ 00.10.00.36						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Матяш				Лит.	Лист
Пров.	Швецъ					1
Н.контр.	Денисенко				Листов	
Утв.	Залоза				3	
Пристрій спеціальний					СумДУ, ВІ-61	
Копіював					Формат А4	

					Лист
					100
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартні вироби		
		7		Болт 7002-2519 ГОСТ 13152-67	2	
		38		Винт М5х50 ГОСТ 1491-80	1	
		20		Винт М6х4 ГОСТ 1491-80	2	
		36		Винт М8х16 ГОСТ 1491-80	1	
		38		Винт М8х55 ГОСТ 7802-81	1	
		24		Винт М10х30 ГОСТ 1491-80	2	
		16		Винт М10х40 ГОСТ 1491-80	4	
		22		Винт М10х45 ГОСТ 1491-80	2	
		25		Винт М10х60 ГОСТ 1491-80	2	
		35		Втулка ГОСТ 1843-73*	1	
		39		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	1	
		8		Гайка М12 ГОСТ 5929-70	1	
		9		Гайка М16 ГОСТ 5929-70	2	
		15		Опара 7034-0375 ГОСТ 13442-68	1	
		12		Призма 7033-0035 ГОСТ 12195-66	1	
		13		Призма 7033-0035 ГОСТ 12195-66	1	
		19		Рым-болт М10 ГОСТ 751-81	1	
		10		Шайба 7019-0395 ГОСТ 1343-68	1	
		11		Шайба 7019-0415 ГОСТ 1343-68	1	
		37		Шайба 6 ГОСТ 9649-78	1	
		27		Шайба 16 ГОСТ 9649-78	1	
		31		Штифт 4х55 ГОСТ 3128-70	2	
		21		Штифт 2.6х45 ГОСТ 3128-70	1	
		17		Штифт 2.10х40 ГОСТ 3128-70	1	
		23		Штифт 2.10х45 ГОСТ 3128-70	1	
		18		Штифт 2.10х60 ГОСТ 3128-70	1	

Інв. № подл. | Подп. і дата | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Подп. і дата

КРБ ВІ 00.10.00.36

Лист
2

Копіював

Формат А4

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист
101

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Материали		
				Эмаль НЦ-132 ГОСТ5631-14		3кг
				Смазка УС2 ГОСТ1033-79		
				Труба ГОСТ1074-91		305мм

Инд. № подл. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Сумський державний університет
 Кафедра технології машинобудування,
 верстатів та інструментів

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КРБ ВІ 00.10.00.36	Лист 3
------	------	----------	-------	------	--------------------	-----------

Копировал

Формат А4

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КРБ ВІ 16510036 ПЗ

Лист

102