

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

« _____ » *червня 2021* р.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИВОДА ГОЛОВНОГО РУХУ ВЕРТИКАЛЬНО -
СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра

Спеціальність – *133 «Галузеве машинобудування»*

Освітня програма – *«Металорізальні верстати та системи»*

Студент

Аліна МОШНА

Керівник

Микола КОРОТУН

Нормоконтроль

Юлія ДЕНИСЕНКО

РЕФЕРАТ

Робота містить 69 сторінок, 26 рисунків, 4 таблиці, 19 використаних джерел, 7 додатків.

Сучасні вимоги до верстатів потребують більш точних та продуктивних удосконалень. Особливо ці вимоги стосуються основних вузлів верстата. Для подальшого розвитку необхідно звернути увагу на головний рух та подачу. Вибираємо раціональні вимоги до точності валів, шпиндельних вузлів, міцність валів. Покращений верстат повинен мати змогу оброблювати деталь, що буде задовольняти сучасні вимоги до точності.

У кваліфікаційній бакалаврській роботі було вибрано вертикально-свердлильний верстат у якого було розроблено модернізований головний рух.

Метою випускної роботи є модернізація приводу головного руху верстата. Коробка швидкостей була розрахована та скомпонована у двох виглядах: згорнута, розгорнута. Також маємо конструкцію механізму перемикачів. Спроектований та розрахований верстатний пристрій, призначений для затискання деталі «Корпус» на свердлильній операції. У розділі охорони праці були зазначені правила яких потрібно дотримуватись під час роботи на заводі та з верстатом.

ВЕРСТАТ, КОРОБКА ГОЛОВНОГО РУХУ, МЕХАНІЗМ ПЕРЕКЛЮЧЕННЯ, ПРИСТОСУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ПРИЗНАЧЕННЯ, ОСНОВНІ ВУЗЛИ, ПРИНЦИПОВА ДІЯ ТА ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОЇ МОДЕЛІ ВЕРСТАТА	5
1.1 Огляд конструкцій вертикально-свердлильних верстатів	9
1.2 Вихідні дані для виконання кваліфікаційної роботи:	10
1.3 Визначення основних технічних характеристик проєктованого верстата	11
2 КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОБ'ЄКТА МОДЕРНІЗАЦІЇ	12
3 КОНСТРУЮВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДУ ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТУ	21
3.1 Визначення розрахункових значень крутячих моментів	21
3.2 Попередній розрахунок валів	23
3.3 Розробка механізму переключення	36
4 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАТИСКАННЯ ЗАГОТОВКИ АБО ІНСТРУМЕНТА	37
4.1 Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції	37
4.2 Аналіз точності розмірів, форми, розташування та шорсткості базових поверхонь	42
4.3 Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проєктоване пристрою	44
4.4 Складання переліку функцій, що реалізуються	44
4.5 Розробка і обґрунтування схеми базування	45
4.6 Побудова функціональної структури пристрій	50
4.7 Розробка і обґрунтування схеми закріплення	50
4.8 Обґрунтування вибору приводу	54
4.9 Точнісні розрахунки пристрою	55
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	68

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ									
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Модернізація приводу головного руху вертикально - свердлильного верстата									
Разроботал	Мошна													
Проверил	Корогун													
Н. Контр.	Денисенко													
Утверд.	Іванов													
					ВІ- 71-9									

ВСТУП

Металорізальні верстати основним видом металорізального устаткування і призначені для виробництва всіх видів машин, приладів інструментів та інших виробів. Тому, кількість металорізальних верстатів, їх технічний рівень значною мірою характеризують виробничу міць країни.

Основне завдання верстатобудування - значне зростання випуску верстатів, збільшення типажу, підвищення їх якості та надійності.

Свердлильні верстати призначені для звірення отворів, нарізання в них різьблення мітчиком, розточування та притирання отворів, вирізання дисків з листового матеріалу тощо. Всі ці операції виконуються свердлами, зенкерами, розгортками та іншим осьовим інструментом.

В даний час в машинобудуванні передбачають високі вимоги до техніко-економічних показників верстатів, що визначають якісні характеристики:

- висока продуктивність за рахунок скорочення основного і допоміжного часу при забезпеченні заданої точності і якості обробленої поверхні;
- високу точність обробки шляхом підвищення геометричної та кінематичної точності складових елементів верстатів, зменшення їх зносу і температурних деформацій підвищення їх жорсткості при експлуатації;
- простоту, легкість і обслуговування, управління та ремонту;
- надійність і довговічність верстатів в експлуатації при низькій собівартість виготовлення та матеріаломісткість їх деталей;
- можливість швидкої переналадки верстата для випуску нового виду виробів.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

1 ПРИЗНАЧЕННЯ, ОСНОВНІ ВУЗЛИ, ПРИНЦИПОВА ДІЯ ТА ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОЇ МОДЕЛІ ВЕРСТАТА

Верстат вертикально – свердлильний модель 2Н135 (рис.1) використовується на прийнятих з одиничним і дрібносерійним виробництвом продукції і призначені для виконання наступних операцій: звірення, роздратування, зенкерування, зенкування, розгортання і підрізання торців ножами.

Наявність на верстаті механічної подачі шпинделя, при ручному керуванні циклами роботи, допускає обробку деталей в широкому діапазоні розмірів з різних матеріалів з використанням інструменту з високо вуглецевих швидко якісних сталей і твердих сплавів.

Встановлений на верстаті електричний устрій реверсування двигуна головного руху дозволяє проводити навантаження різьблення машинним мечиком при ручній подачі шпинделя.

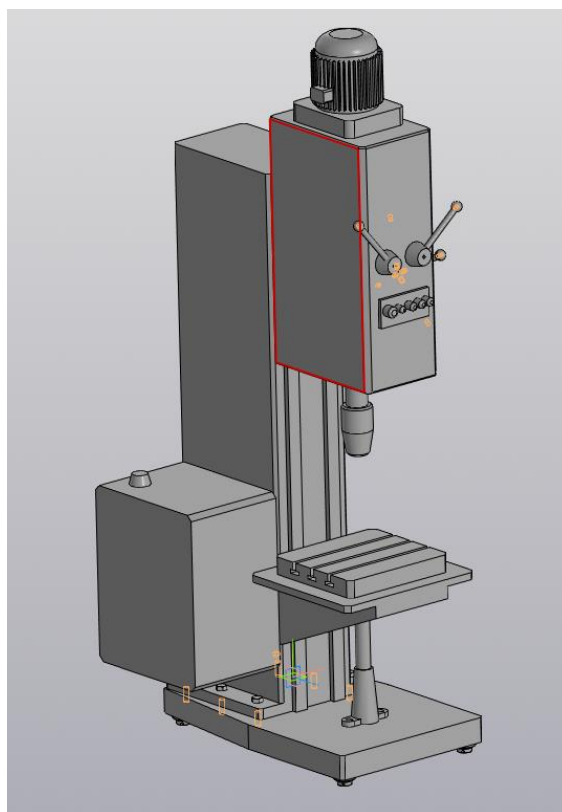


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд базової моделі верстата 2Н135

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

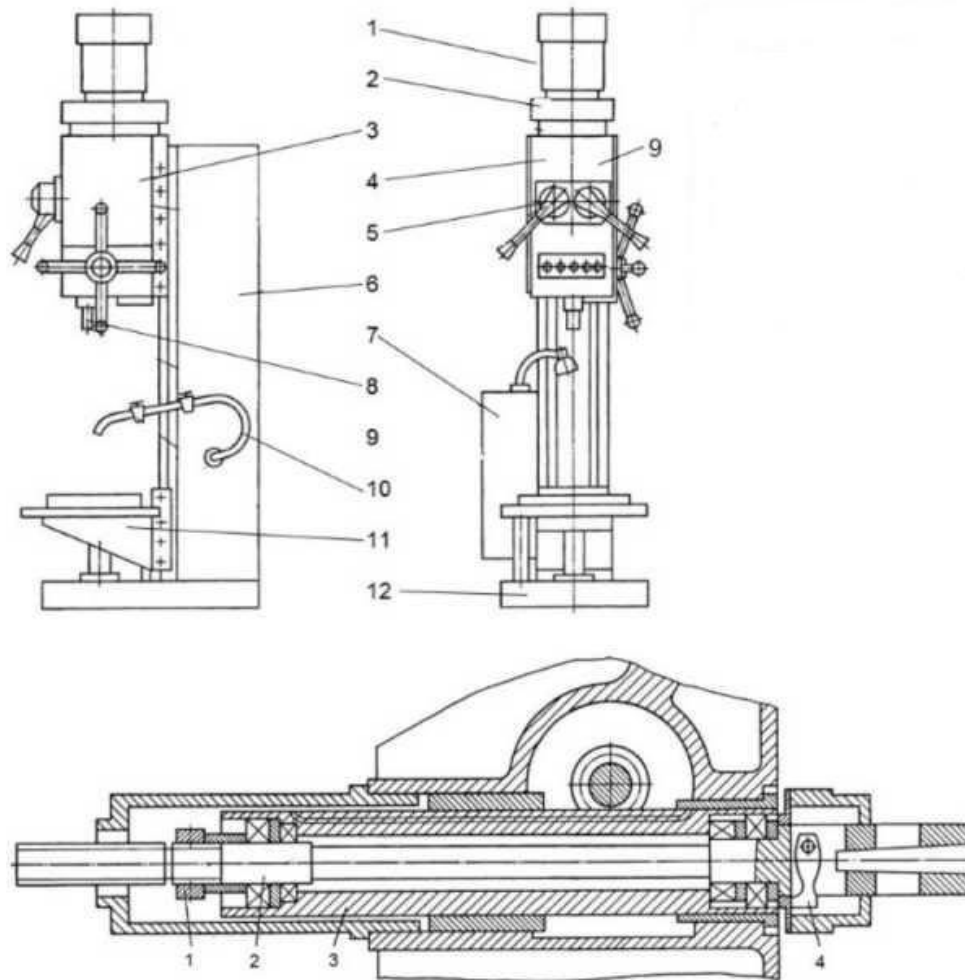


Рисунок 1.2 – Основні вузли базової моделі вертикально-свердлильного верстата

На рисунку 1.2:

- 1) Привід свердлильного верстата
- 2) Коробка швидкостей верстата
- 3) Насос плунжерний масляний для верстата
- 4) Насос плунжерний масляний
- 5) Коробка подач
- 6) Колона, стіл, плита
- 7) Механізм управління швидкостями і подачами
- 8) Електрошафа
- 9) Електрообладнання

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ ВІ-16510041-ПЗ

Арк.

6

- 10) Шпиндель у зборі
- 11) Система охолодження верстата
- 12) Свердлильного головки

Характеристика базової моделі вертикально – свердлильного верстата

- відстань між віссю вертикального шпинделя і напрямними - 300 мм;
- максимальний діаметр отворів, які можна отримувати за допомогою цього верстата, - 35 мм;
- максимальна відстань між торцем шпинделя і плитою-підставою - 1120 мм, мінімальна - 700 мм;
- максимальна відстань між торцем шпинделя і робочим столом - 750 мм, мінімальна - 30 мм;
- найбільший крутячий момент, який може розвивати шпиндель, - 400 Нм, частота обертання - 31,5-1400 об/хв, кількість швидкостей обертання - 12, максимальний хід шпинделя - 250 мм, за один оборот маховичка-рукоятки шпиндель здійснює хід на 122,46 мм, пересування на один поділ лімба відповідає ходу шпинделя на 1 мм;
- розміри робочого столу - 450x500 мм, у вертикальній площині стіл може переміщатися на 300 мм, на поверхні робочого столу є три паза Т-подібної форми;
- подача може виконуватися з максимальним зусиллям в 15кН, за один оборот шпиндель може здійснювати подачу в діапазоні 0,1-1,6 мм, для регулювання подач передбачено 9 ступенів, всі режими роботи верстата задаються вручну, в конструкції обладнання передбачена система динамічної зупинки шпинделя;
- верстат 2Н135 має габарити 2535x825x1030 мм;
- для подачі охолоджувальної рідини в зону обробки використовується окремий електричний насос серії Х14-22М;
- загальна маса верстата - 1200 кг.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

1.1 Огляд конструкцій вертикально-свердлильних верстатів



Найбільший умовний діаметр свердлування в Сталі 45, 16 мм.

Виліт шпинделя, 190 мм.

Найбільший хід шпиндельної головки, 200 мм.

Найбільший хід шпинделя, 100 мм.

Розмір конуса шпинделя зовнішнього ГОСТ 9953-82

Розмір конуса шпинделя внутрішнього ГОСТ 25557-82

Морзе 2

Габаритні розміри

900x 595x 1130 мм.

Рисунок 1.4 – Вертикально-свердлильний верстат ГС2116М



Розміри робочої поверхні столу
200x800 мм.

Найбільший діаметр при свердлуванні, 20 мм.

Конус шпинделя N3 АТ6.

Габаритні розміри верстата

1180x 1215x 1140 мм.

Рисунок 1.5 – Свердлильно-вертикальний верстат 6Д10

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

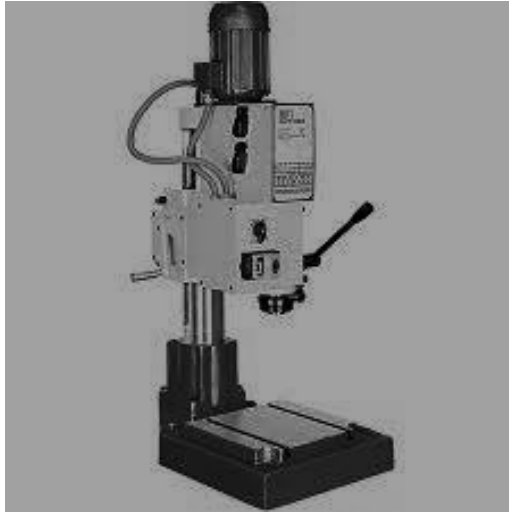


Рисунок 1.6 - Свердлильно-вертикальний верстат KST16V

Найбільший діаметр при
свердлуванні, 16 мм.

Робоча зона поверхні столу
280x310 мм.

Відстань торця шпинделя / стіл,
375 мм.

Відстань торця шпинделя/ основа,
610 мм.

Виліт, 180 мм.

Діаметр колони, 85 мм.



Рисунок 1.7 – Свердлильно-вертикальний верстат Triod DMIV40

Максимальний діаметр
свердлування, 40 мм.

Розташування від центра
шпинделя до колони, 350 мм.

Розташування від шпинделя до
робочого столу, 770 мм.

Максимальний хід шпинделя, 180
мм.

Конус шпинделя (морзе) Mk4.

Габаритні розміри
2270x690x1100 мм.

1.2 Вихідні дані для виконання кваліфікаційної роботи:

Тип верстата - вертикально – свердлильний верстат;

Характер обробки: чорнова;

Спосіб регулювання: ступінчастий;

Електродвигун: 1- швидкісний;

Складальна одиниця: коробка передач;

Мінімальна частота обертання шпинделя n_{\min} , хв^{-1} ; $n_1 = 16$;

Знаменник геометричного ряду ϕ ; $= 1,26$

Кількість швидкісних ступенів z ; 12;

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Частота обертання електродвигуна $n_{дв}, хв^{-1} = 1450$.

1.3 Визначення основних технічних характеристик проектованого верстата

Найбільший діаметр свердління 35 мм.

Найменший діаметр свердління, приймається в розрахунок при проектуванні верстата, визначається залежністю:

$$d_{min} = (0,15 \dots 0,25) * 35 = (5,25 \dots 8,75) \quad (1.1)$$

Примем $d_{min} = 8,75$.

Мінімальна глибина різання

$$t_{min} = 0,7 + 0,25 * D_{min}^{0,5} = 0,7 + 0,25 * 8,75^{0,5} = 1,4 \text{ мм} \quad (1.2)$$

Мінімальна подача

$$S_{min} = 0,15 \text{ мм}$$

Максимальна швидкість різання для конструкційної сталі

$$v_{max} = \frac{(c_v \times K_v)}{T^m \times t_{min}^{x_v} \times S_{min}^{y_v} \times \left(\frac{HB}{200}\right)} = \frac{(44,5 \times 1,07)}{60^{0,1} \times 1,4^{0,25} \times 0,15^{0,5} \times \left(\frac{320}{200}\right)} = 82,1$$

де $c_v, t_v, x_v, y_v, m, T, n$ - параметри, що залежать від механічних властивостей інструмента та оброблюваного матеріалу (див. табл. 1.1):

Таблиця 1.1 – Механічні властивості інструмента

c_v	K_v	x_v	y_v	m	T	n
44,5	1,07	0,25	0,5	0,1	60	1,75

Максимальна швидкість різання приймаємо по сталі: $V_{max}=82,1$ м/хв.

Максимальне число обертів шпинделя: $n_{max}=1450$ об/хв.

Мінімальне число обертів шпинделя: $n_{min}= 16$ хв⁻¹.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

2 КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОБ'ЄКТА МОДЕРНІЗАЦІЇ

Складається з наступних пунктів

Вибираємо електродвигун: Двофазний асинхронний двигун.

$$P_H = 0,1 \text{ кВт}$$

Визначення числа коробки і структури приводу.

За завданням знаменник ряду дорівнює $\varphi = 1,26$.

Кількість ступенів $Z=12$.

Розрахунок частот обертання на кожній ступені:

$$n = n_1 \cdot \varphi \quad (2.1)$$

$$n_1 = 16$$

$$n_2 = 16 \cdot 1,26 = 20,16 = 20$$

$$n_3 = 20,16 \cdot 1,26 = 25,4 = 25$$

$$n_4 = 25,4 \cdot 1,26 = 32,0 = 30$$

$$n_5 = 32 \cdot 1,26 = 40,33 = 40$$

$$n_6 = 40,33 \cdot 1,26 = 50,81 = 50$$

$$n_7 = 50,81 \cdot 1,26 = 64,02 = 64$$

$$n_8 = 64,02 \cdot 1,26 = 80,67 = 80$$

$$n_9 = 80,67 \cdot 1,26 = 101,64 = 100$$

$$n_{10} = 101,64 \cdot 1,26 = 128,07 = 128$$

$$n_{11} = 128,07 \cdot 1,26 = 161,37 = 161$$

$$n_{12} = 161,37 \cdot 1,26 = 203,33 = 203$$

Приймаємо ряд частот обертання шпинделя:

$$n_1 = 16 \quad n_2 = 20 \quad n_3 = 25 \quad n_4 = 30 \quad n_5 = 40$$

$$n_6 = 50 \quad n_7 = 64 \quad n_8 = 80 \quad n_9 = 100 \quad n_{10} = 128$$

$$n_{11} = 161 \quad n_{12} = 203$$

Приводимо приклад структурних формул приводу:

$$z = 12$$

$$z = 3 \cdot 4$$

$$z = 2 \cdot 6$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

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

Вибираємо останню формулу з усіх наведених прикладів вище.

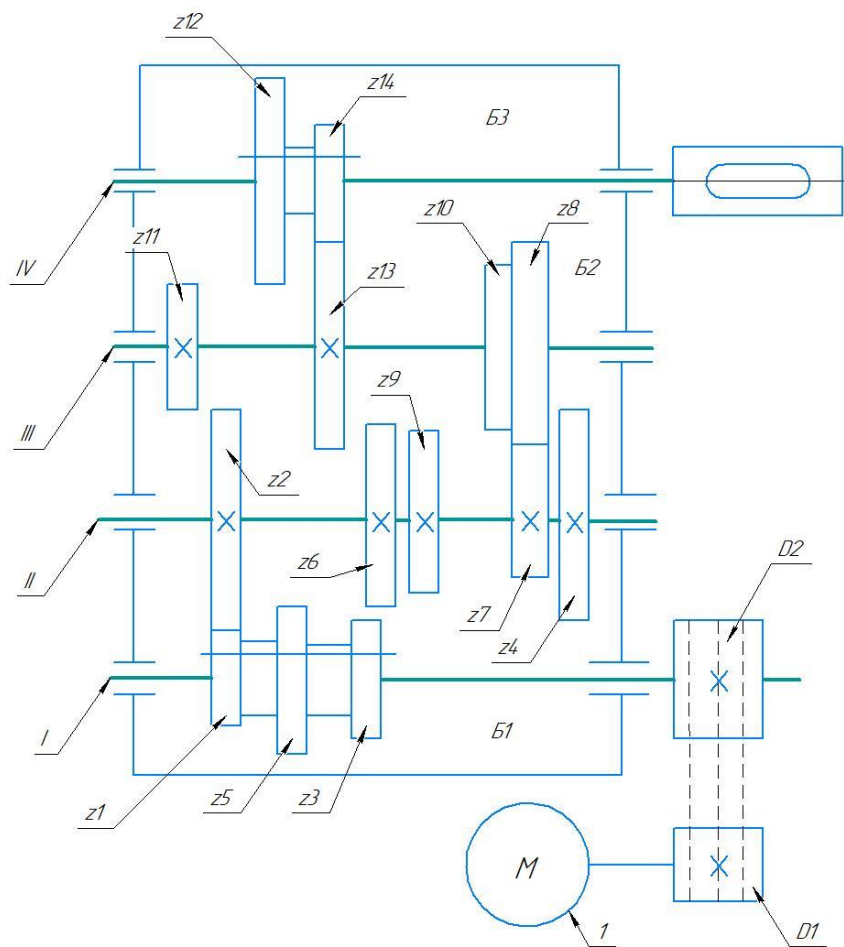
Кількість валів у приводі розраховуємо за формулою:

$$B = m + 1$$

$$B = 3 + 1 = 4$$

Але коли ми додаємо ще один множник у вигляді 1, то значення B зміниться.

$$B = 4 + 1 = 5$$



$$N_{дв}=1450$$

Рисунок 2.1 - Первісний варіант кінематичної схеми привода верстата

Розглянемо декілька варіантів структурних сіток.

Формулюємо структури у загальному вигляді [1]

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

1) $Z = P_1(X_1) * P_2(X_2) * P_3(X_3)$

II I 0

$Z = P_1(X_1) * P_2(X_2) * P_3(X_3)$

II 0 I

2) $Z = P_1(X_1) * P_2(X_2) * P_3(X_3)$

I 0 II

3) $Z = P_1(X_1) * P_2(X_2) * P_3(X_3)$

I II 0

4) $Z = P_1(X_1) * P_2(X_2) * P_3(X_3)$

0 II I

5) $Z = P_1(X_1) * P_2(X_2) * P_3(X_3)$

0 I II

Вибираємо структуру:

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

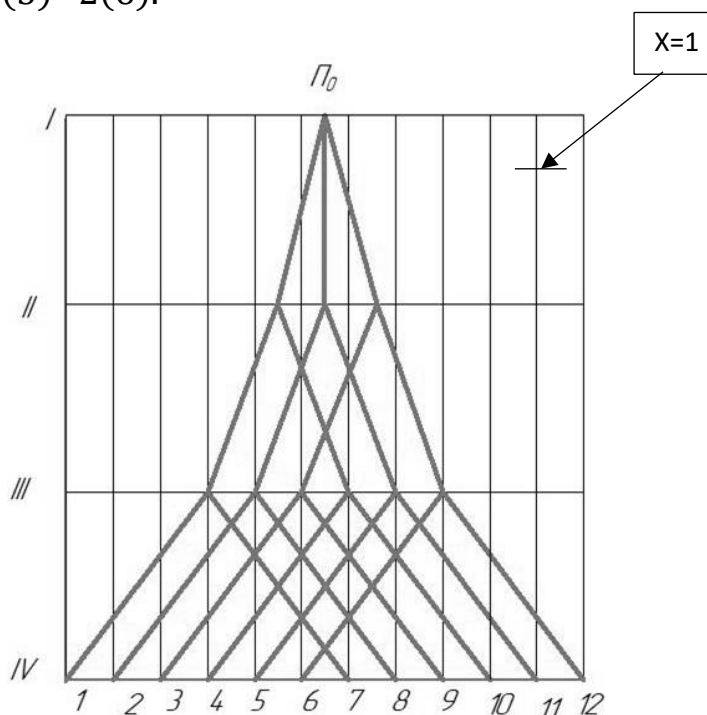


Рисунок 2.2 – Побудова структурної сітки для першого варіанту у розгорнутому вигляді

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

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

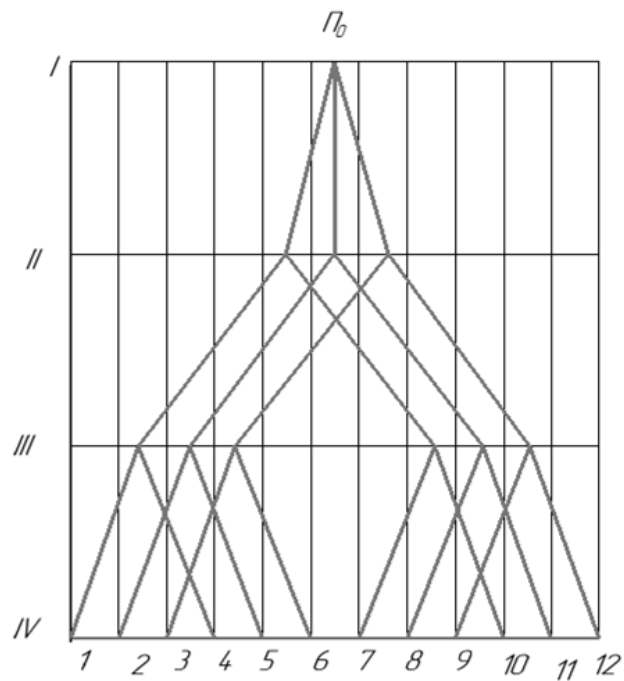


Рисунок 2.3 – Побудова структурної сітки для другого варіанту у розгорнутому вигляді.

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

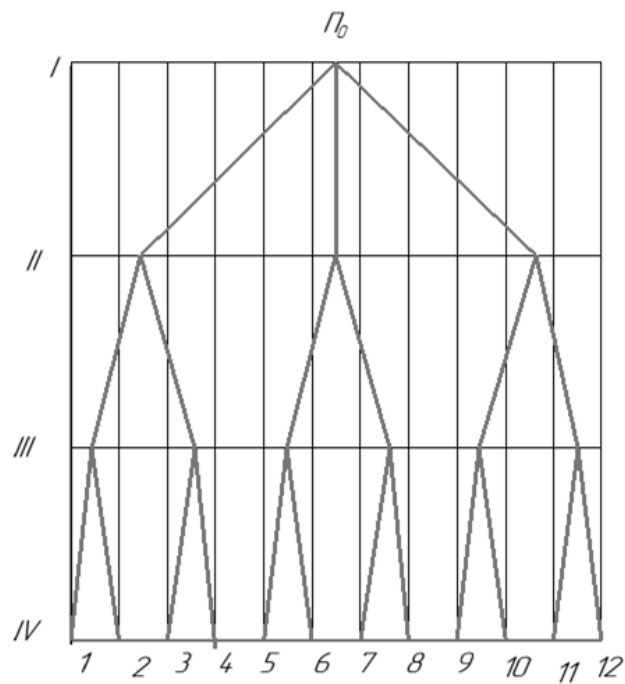


Рисунок 2.4 – Побудова структурної сітки для третього варіанту у розгорнутому вигляді.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

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

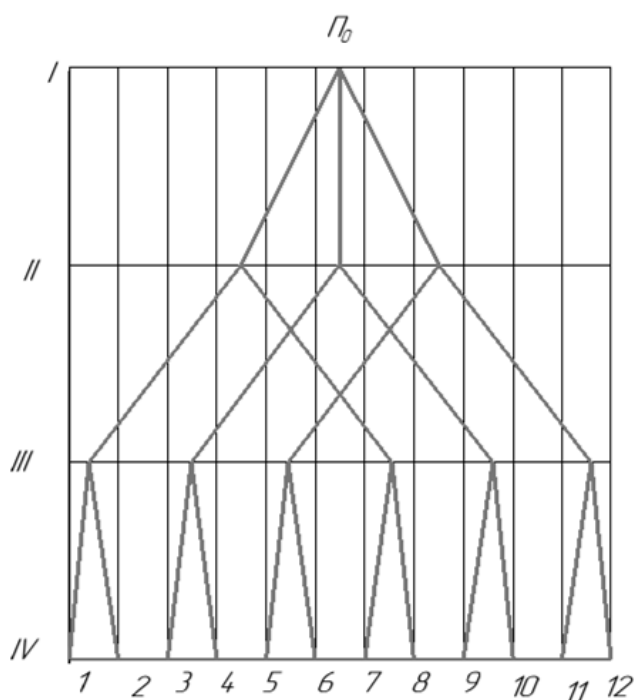


Рисунок 2.5 – Побудова структурної сітки для четвертого варіанту у розгорнутому вигляді.

У наведених прикладах відсутні деякі варіанти. Але порівняння дає змогу визначити, що серед представлених найкращий варіант перший, а найгірший- третій. Тому для подальшого графоаналітичного розрахунку зупиняємося на першому варіанті структурних сіток як оптимальному.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

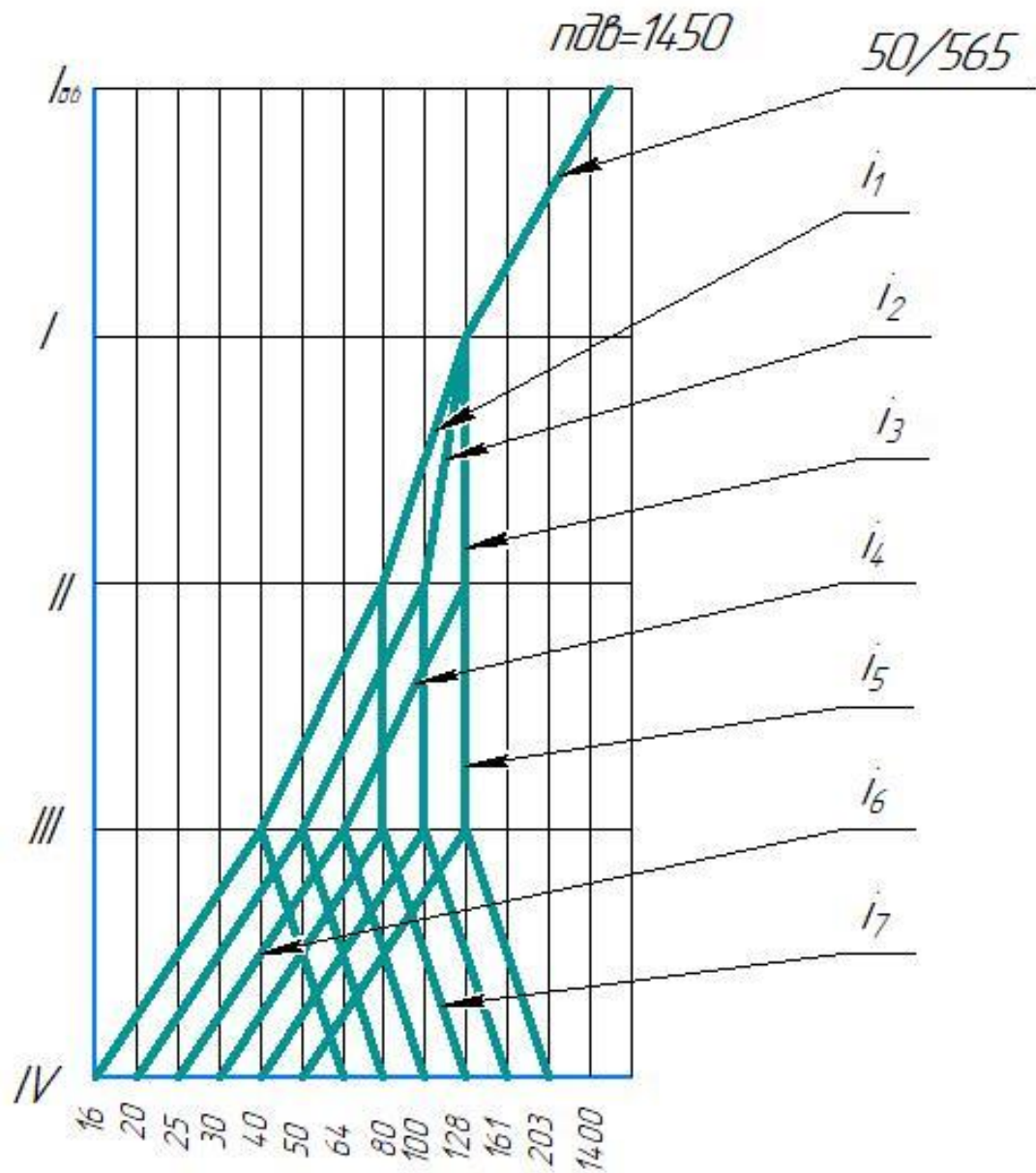


Рисунок 2.6 – Графік частот обертання

У кваліфікаційній бакалаврській роботі модернізуємо привід головного руху верстата.

Виконуємо розрахунок пасової передачі

Виконуємо розрахунок кількості зубців зубчастих коліс.

$Z_1=16$; $Z_2=26$; $Z_3=19$; $Z_4=23$; $Z_5=21$; $Z_6=21$; $Z_7=14$; $Z_8=28$; $Z_9=44$;

$Z_{10}=44$; $Z_{11}=12$ $Z_{12}=30$; $Z_{13}=30$; $Z_{14}=12$.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Перевірочний розрахунок частот обертання

$$n = 0,985 \cdot n_{\phi} \cdot \frac{z}{z} \dots \frac{z_1}{z_2} \quad (2.2)$$

$$n_{1\phi} = 1450 \cdot \frac{16}{26} \cdot \frac{14}{28} \cdot \frac{12}{30} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 15,6$$

$$n_2 = 1450 \cdot \frac{19}{23} \cdot \frac{14}{28} \cdot \frac{12}{30} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 20,9$$

$$n_3 = 1450 \cdot \frac{21}{21} \cdot \frac{14}{28} \cdot \frac{12}{30} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 25,3$$

$$n_4 = 1450 \cdot \frac{19}{23} \cdot \frac{14}{28} \cdot \frac{12}{30} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 20,9$$

$$n_5 = 1450 \cdot \frac{19}{23} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{12}{30} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 41,8$$

$$n_6 = 1450 \cdot \frac{21}{21} \cdot \frac{14}{28} \cdot \frac{12}{30} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 25,3$$

$$n_7 = 1450 \cdot \frac{16}{26} \cdot \frac{14}{28} \cdot \frac{30}{12} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 97,2$$

$$n_8 = 1450 \cdot \frac{16}{26} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{30}{12} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 194,5$$

$$n_9 = 1450 \cdot \frac{19}{23} \cdot \frac{14}{28} \cdot \frac{30}{12} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 130,5$$

$$n_{10} = 1450 \cdot \frac{19}{23} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{30}{12} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 261$$

$$n_{11} = 1450 \cdot \frac{21}{21} \cdot \frac{14}{28} \cdot \frac{30}{12} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 158$$

$$n_{12} = 1450 \cdot \frac{21}{21} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{30}{12} \cdot \frac{50}{565} \cdot 0,985 = 316$$

Для кінематичного розрахунку пасової передачі потрібно підрахувати передатне відношення між двигуном та точкою n_0 , яка відповідає 400 хв^{-1} , тоді $i_{\text{пас}} = n_0 / n_{\text{дв}} = 400 / 1450 = 0,2759$. Для шпинделя вибираємо шків стандартного

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

розміру $\phi 50$ мм. Тоді діаметр шківів на валу двигуна $50/0,2759 = 560$, тому підбираємо шків $\phi 565$ мм.

Допустиме відхилення частоти обертання [1]:

$$|\Delta n| = 10 \cdot (\varphi - 1) = 10 \cdot (1,26 - 1) = \pm 2,6\% \quad (2.3)$$

Розраховуємо похибку:

$$\Delta n_1 = \left| \frac{n_1 - n_{1\phi}}{n_1} \right| \cdot 100 = \left| \frac{15,6 - 16}{16} \right| \cdot 100 = -2,7$$

$$\Delta n_2 = \left| \frac{20,9 - 20}{20} \right| \cdot 100 = 4,4$$

$$\Delta n_3 = \left| \frac{25,3 - 25}{25} \right| \cdot 100 = 1,1$$

$$\Delta n_4 = \left| \frac{20,9 - 30}{30} \right| \cdot 100 = -30,4$$

$$\Delta n_5 = \left| \frac{41,8 - 40}{40} \right| \cdot 100 = 4,4$$

$$\Delta n_6 = \left| \frac{25,3 - 50}{50} \right| \cdot 100 = -49,4$$

$$\Delta n_7 = \left| \frac{97,2 - 64}{64} \right| \cdot 100 = 51,9$$

$$\Delta n_8 = \left| \frac{194,5 - 80}{80} \right| \cdot 100 = 143,1$$

$$\Delta n_9 = \left| \frac{130,5 - 100}{100} \right| \cdot 100 = 30,5$$

$$\Delta n_{10} = \left| \frac{261 - 128}{128} \right| \cdot 100 = 104$$

$$\Delta n_{11} = \left| \frac{158 - 161}{161} \right| \cdot 100 = -1,9$$

$$\Delta n_{12} = \left| \frac{316 - 203}{203} \right| \cdot 100 = 55,7$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		19

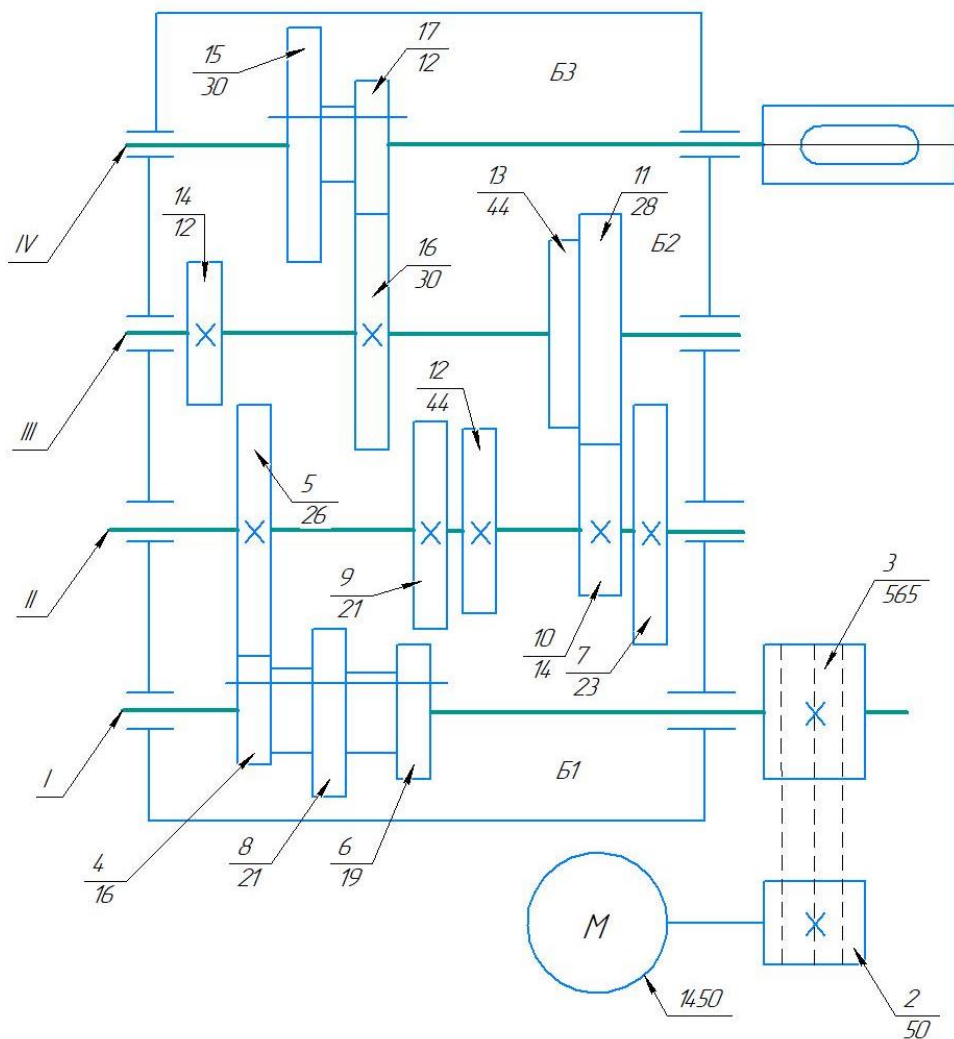


Рисунок 2.7– Кінцевий варіант кінематичної схеми верстата

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ ВІ-16510041-ПЗ

Арк.

20

3 КОНСТРУЮВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДУ ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТУ

3.1 Визначення розрахункових значень крутячих моментів

Визначення потужності на валах приводу.

$$P_1 = P_{дв} \cdot \eta_{пк}^2 \cdot \eta_p = 0,1 \cdot 0,995^2 \cdot 0,98 = 0,097 \text{кВт} \quad (3.1)$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{пк}^2 \cdot \eta_{зз} = 0,097 \cdot 0,995^2 \cdot 0,98 = 0,094 \text{кВт}$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{пк}^2 \cdot \eta_{зз} = 0,094 \cdot 0,995^2 \cdot 0,98 = 0,091 \text{кВт}$$

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{пк}^2 \cdot \eta_{зз} = 0,091 \cdot 0,995^2 \cdot 0,98 = 0,088 \text{кВт}$$

де $\eta_{пк} = 0,995$ – ККД підшипників качання;

$\eta_{зз} = 0,98$ – ККД зубчастого зачеплення;

$\eta_p = 0,98$ – ККД ремінної передачі.

Визначаємо крутний момент за формулою [1]:

$$T = \frac{P}{\omega} \quad (3.2)$$

де ω – кутова швидкість.

Визначаємо кутову швидкість для всіх валів:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 128}{30} = 13,4 \text{ рад/с;}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 100}{30} = 10,5 \text{ рад/с;}$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 80}{30} = 8,4 \text{ рад/с;}$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 64}{30} = 6,7 \text{ рад/с;}$$

$$\omega_5 = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 50}{30} = 5,2 \text{ рад/с;}$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Потужність двигуна. $P=0,1$ кВт.

$$P_1 = 0,1 \cdot \frac{z}{z} \quad (3.3)$$

$$P_1 = 0,1 \cdot \frac{565}{50} = 1,2 \text{ кВт};$$

$$P_2 = 1,2 \cdot \frac{26}{19} = 1,5 \text{ кВт};$$

$$P_3 = 1,5 \cdot \frac{21}{21} = 1,5 \text{ кВт};$$

$$P_4 = 1,5 \cdot \frac{28}{44} = 1 \text{ кВт};$$

$$P_5 = 1 \cdot \frac{12}{30} = 0,4 \text{ кВт};$$

Розраховуємо крутний момент:

$$T_1 = \frac{1,2 \cdot 10^3}{13,4} = 83,6 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$T_2 = \frac{1,5 \cdot 10^3}{10,5} = 142,9 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$T_3 = \frac{1,5 \cdot 10^3}{8,4} = 178,6 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$T_4 = \frac{1 \cdot 10^3}{6,7} = 149,3 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$T_5 = \frac{0,4 \cdot 10^3}{5,2} = 77 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

Крутний момент за умови навантаження:

$$T_p = T \cdot 1,2 \quad (3.4)$$

$$T_{p1} = 83,6 \cdot 10^3 \cdot 1,2 = 100,3 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$T_{p2} = 142,9 \cdot 10^3 \cdot 1,2 = 171,4 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$T_{p3} = 178,6 \cdot 10^3 \cdot 1,2 = 214,3 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$T_{p4} = 149,3 \cdot 10^3 \cdot 1,2 = 179,1 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$T_{p5} = 77 \cdot 10^3 \cdot 1,2 = 92,3 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

					КРБ ВІ-16510041-ІІЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

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

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot T_1}{d_{z1}} \quad (3.5)$$

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot T_1}{d_{z1}} = \frac{2 \cdot 83,6 \cdot 10^3}{3 \cdot 16} = 3483,3 \text{ Н};$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot T_1}{d_{z1}} = \frac{2 \cdot 142,9 \cdot 10^3}{3 \cdot 23} = 4142 \text{ Н};$$

$$F_{t3} = \frac{2 \cdot T_1}{d_{z1}} = \frac{2 \cdot 178,6 \cdot 10^3}{3 \cdot 14} = 8504,8 \text{ Н};$$

$$F_{t4} = \frac{2 \cdot T_1}{d_{z1}} = \frac{2 \cdot 149,3 \cdot 10^3}{3 \cdot 44} = 2262,1 \text{ Н};$$

$$F_{t5} = \frac{2 \cdot T_1}{d_{z1}} = \frac{2 \cdot 77 \cdot 10^3}{3 \cdot 30} = 1711,1 \text{ Н};$$

Розрахункові навантаження остаточно дорівнюють:

$$F_{tp} = F_t \cdot 1,2 \quad (3.6)$$

$$F_{tp1} = 3483,3 \cdot 1,2 = 4180 \text{ Н};$$

$$F_{tp2} = 4142 \cdot 1,2 = 4970,4 \text{ Н};$$

$$F_{tp3} = 8504,8 \cdot 1,2 = 10205,7 \text{ Н};$$

$$F_{tp4} = 2262,1 \cdot 1,2 = 2714,5 \text{ Н};$$

$$F_{tp5} = 1711,1 \cdot 1,2 = 2053,3 \text{ Н}$$

3.2 Попередній розрахунок валів.

Наближено визначаємо діаметри валів за умовою міцності для середньовуглецевої сталі ($\sigma_b = 5 \div 8$ МПа) для напруги $\tau_{кр} = 500 \div 285$ кПа [1]:

$$d_l = \sqrt[3]{\frac{T_{pl}}{0,2 \cdot [\tau]}} \quad (3.7)$$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{T_{p1}}{0,2 \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{35,9 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 140}} = 10,9$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{T_{p2}}{0,2 \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{64 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 140}} = 13,2$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{T_{p3}}{0,2 \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{36,4 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 140}} = 10,9$$

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{T_{p4}}{0,2 \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{78,8 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 140}} = 14,1$$

Оскільки діапазони мінімально допустимих за умовою жорсткості діаметрів валів більше ніж за умовою міцності, приймаємо за орієнтовний найменший допускається – діаметр за умовою жорсткості. Округлюємо до стандартного значення по ГОСТ 12081-72 у бік збільшення. Маємо: $d_1=11$ мм, $d_2=14$ мм $d_3=11$ мм $d_4=15$ мм.

3.2.1 Розрахунок міжосевої відстані.

Розрахунок робимо за такою формулою [1]:

$$a_{wi} = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} = 0,5 \sum z \cdot m \quad (3.8)$$

$$a_{w1-2} = 3 \cdot \frac{96}{2} = 144;$$

$$a_{w2-3} = 3 \cdot \frac{88}{2} = 132;$$

$$a_{w3-4} = 3 \cdot \frac{105}{2} = 158.$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Розраховуємо модуль на кожну ступень:

$$m = \frac{2 \cdot a_{w1-2}}{z_1 + z_2} \quad (3.9)$$

Модуль першого ступеню:

$$m_{1,2} = \frac{2 \cdot a_{w1-2}}{z_1 + z_2} = \frac{2 \cdot 144}{16 + 80} = 3 \text{ мм};$$

Модуль другого ступеню:

$$m_{2,3} = \frac{2 \cdot a_{w2-3}}{z_7 + z_8} = \frac{2 \cdot 132}{44 + 44} = 3 \text{ мм};$$

Модуль третього ступеню:

$$m_{3,4} = \frac{2 \cdot a_{w3-4}}{z_{11} + z_{12}} = \frac{2 \cdot 158}{50 + 55} = 3,01 \text{ мм}.$$

Приймаємо стандартні модулі: $m_1=3$, $m_2=3$, $m_3=3$.

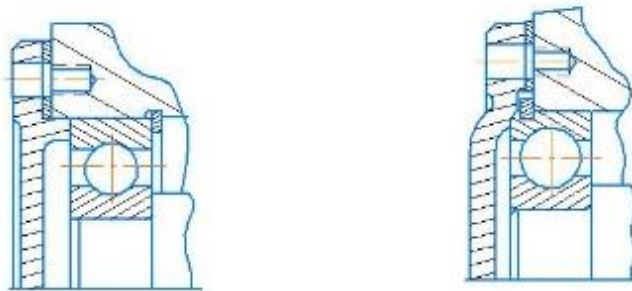


Рисунок 3.2 – Варіанти виконання підшипникового вузла із зафіксованими підшипником та валом

Уточнюємо міжосьову відстань:

$$a_w = \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot m \quad (3.10)$$

$$a_{w1} = \frac{16 + 80}{2} \cdot 3 = 144;$$

$$a_{w2} = \frac{44 + 44}{2} \cdot 3 = 132;$$

$$a_{w3} = \frac{50 + 55}{2} \cdot 3 = 157,5.$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		26

Геометричний розрахунок зубчастої передачі

Знаходимо ділильні діаметри коліс.

$$d = m \cdot z; \quad (3.11)$$

$$d_1 = 3 \cdot 16 = 48 \text{ мм};$$

$$d_2 = 3 \cdot 80 = 240 \text{ мм};$$

$$d_3 = 3 \cdot 57 = 171 \text{ мм};$$

$$d_4 = 3 \cdot 57 = 171 \text{ мм};$$

$$d_5 = 3 \cdot 30 = 90 \text{ мм};$$

$$d_6 = 3 \cdot 66 = 198 \text{ мм};$$

$$d_7 = 3 \cdot 44 = 132 \text{ мм};$$

$$d_8 = 3 \cdot 44 = 132 \text{ мм};$$

$$d_9 = 3 \cdot 25 = 75 \text{ мм};$$

$$d_{10} = 3 \cdot 50 = 150 \text{ мм};$$

$$d_{11} = 3 \cdot 50 = 150 \text{ мм};$$

$$d_{12} = 3 \cdot 55 = 165 \text{ мм}.$$

Визначення ширини коліс

$$b_w = \psi_a \cdot a_w, \quad (3.12)$$

де $\psi_a=0,3$

$$b_{w1} = \psi_a \cdot a_{1-2} = 0,3 \cdot 144 = 43,2 \text{ мм, приймаємо } 44 \text{ мм}.$$

$$b_{w2} = \psi_a \cdot a_{2-3} = 0,3 \cdot 132 = 39,6 \text{ мм, приймаємо } 40 \text{ мм}.$$

$$b_{w3} = \psi_a \cdot a_{3-4} = 0,3 \cdot 157,5 = 47,25 \text{ мм, приймаємо } 48 \text{ мм}.$$

Розраховуємо умови міцності валів [1]:

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_T}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_T^2}} \geq [S], \quad (3.13)$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

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

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.

З попередньої формули знаходимо S_{σ} .

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_v + \psi_a \cdot \sigma_m}, \quad (3.14)$$

Для визначення σ_{-1} потрібно знати σ_B , σ_{σ} для сталі 45 дорівнює 780 МПа, тоді $\sigma_{-1} \approx 0,43\sigma_B = 0,43 \cdot 780 = 335$ МПа;

$$\sigma_v = \frac{M}{W_{\text{нетто}}} \quad (3.15)$$

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

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

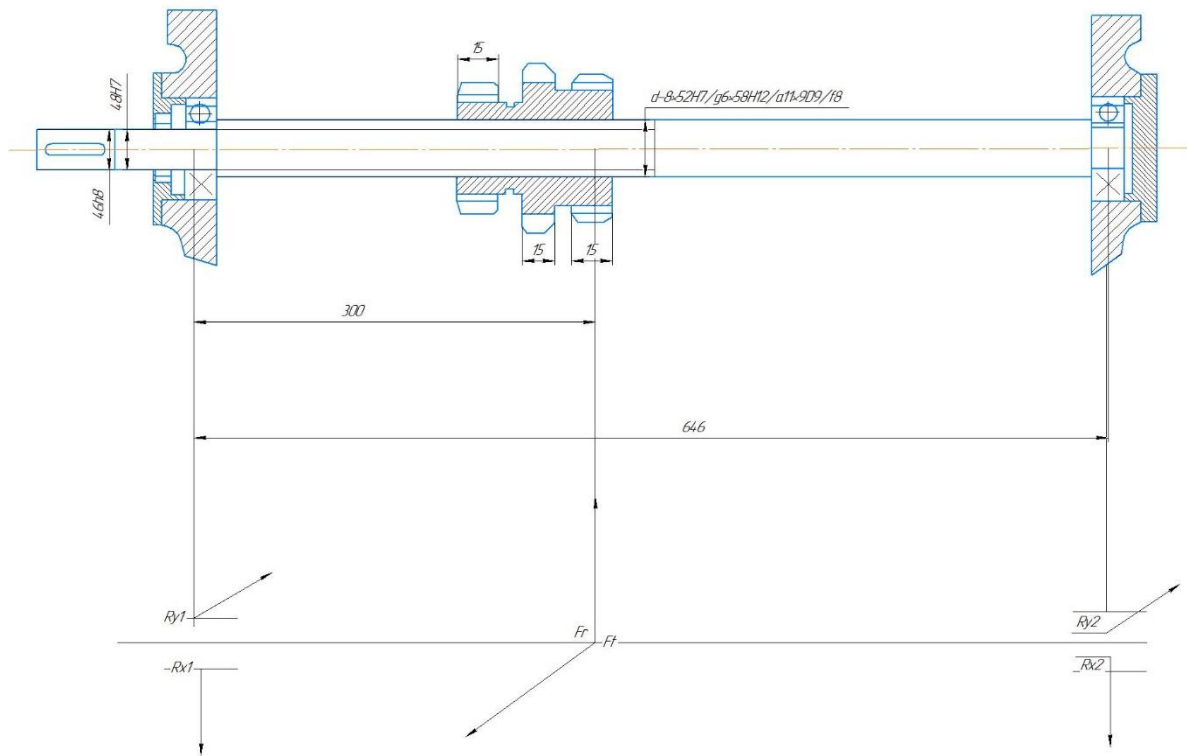


Рисунок 3.3 – Схема діючих сил та реакцій опор I вала коробки

Реакцій опор у площині XZ:

$$R_{y1} = \frac{F_t \cdot 300}{300 + 346} = \frac{788 \cdot 300}{300 + 346} = 365,9 \text{ Н} \quad (3.16)$$

$$R_{y2} = \frac{F_t \cdot 346}{300 + 346} = \frac{788 \cdot 346}{300 + 346} = 422,1 \text{ Н} \quad (3.17)$$

Реакції опор у площині YZ:

$$R_{x1} = \frac{F_t \cdot 300}{300 + 346} = \frac{788 \cdot 300}{300 + 346} = 366 \text{ Н}$$

$$R_{x2} = \frac{F_t \cdot 346}{300 + 346} = \frac{788 \cdot 346}{300 + 346} = 422 \text{ Н}$$

Загальний момент

$$M_x = R_{x1} \cdot 346 = 126,6 \cdot 10^3 \text{ Нмм} \quad (3.18)$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$M_y = R_{y1} \cdot 346 = 126 \cdot 10^3 \text{ Нмм} \quad (3.19)$$

Сумарний згинальний момент

$$M_{\Sigma} = \sqrt{(126,6 \cdot 10^3)^2 + (126 \cdot 10^3)^2} = 178,6 \cdot 10^3 \text{ Нмм}$$

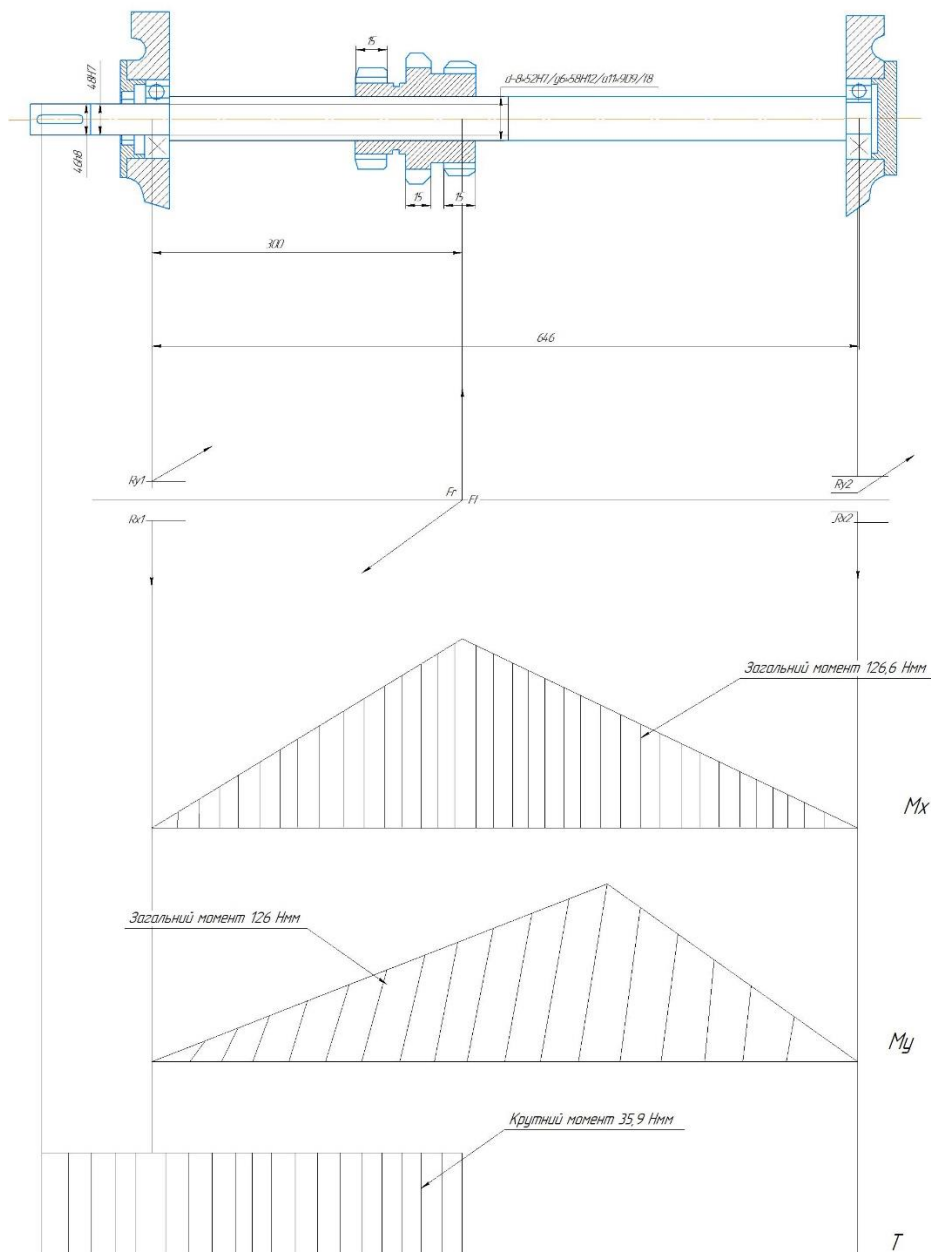


Рисунок 3.4 – Епюра діючих сил та моментів

Амплітуда нормальних напружень

$$\sigma_v = \frac{178,6 \cdot 10^3}{10,4 \cdot 10^3} = 17,2 \text{ МПа, знаходимо}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ ВІ-16510041-ПЗ

Арк.

30

$$W_{\text{нетто}} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{\pi \cdot 48^3}{32} - \frac{8 \cdot 3 \cdot (48-3)^2}{2 \cdot 48} = 10,4 \cdot 10^3 \quad (3.20)$$

Коефіцієнт запасу міцності за нормальними напруженнями [1]

$$S_{\sigma} = \frac{335}{\frac{1,65}{0,92} 17,2} \approx 1,8 > [S_{\sigma}]$$

Коефіцієнт запасу міцності за дотичними напруженнями [1]

$$S_T = \frac{T_{-1}}{\frac{k_T T_a + \psi_T T_m}{\varepsilon_T}} \quad (3.21)$$

$$T_{-1} \approx (0,5 - 0,58)\sigma_{-1};$$

$$\varepsilon_T = 0,74;$$

$$\psi_T = 0,1;$$

$$T_m = 8.$$

$$S_T \approx 23,4.$$

$$S = \frac{1,8 \cdot 23,4}{\sqrt{(1,8)^2 + (23,4)^2}} = 1,8 > 1,4$$

Зовнішній діаметр

$$d_{a1} = d_{w1} + 2 \cdot m \quad (3.22)$$

Внутрішній діаметр

$$d_{a2} = d_{w2} - 2,5m \quad (3.23)$$

Робимо розрахунки діаметрівколіс та зводимо результати в табл. 3.1

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 3.1 – Розрахунок діаметрів коліс привода

Кількість зубців коліс	Ділильний діаметр mz , мм	Зовнішній діаметр $m(z+2)$, мм	Внутрішній діаметр $m(z-2,5)$, мм
$Z_3=16$	48	54	40,5
$Z_4=26$	78	84	70,5
$Z_5=19$	57	63	49,5
$Z_6=23$	69	75	61,5
$Z_7=21$	63	69	55,5
$Z_8=21$	63	69	55,5
$Z_8=14$	42	48	34,5
$Z_9=28$	84	90	76,5
$Z_{10}=44$	132	138	124,5
$Z_{11}=44$	132	138	124,5
$Z_{12}=12$	36	42	28,5
$Z_{13}=30$	90	96	82,5
$Z_{14}=30$	90	96	82,5
$Z_{15}=12$	36	42	28,5

Допустимі контактні напруження

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{S_H} \cdot z_r \cdot z_v \cdot K_L \cdot K_{XH} \quad (3.24)$$

$$\sigma_{Hlimb} = 2HB + 70 \quad (2.25)$$

Для вуглецевих сталей із твердістю зубів менше HB 350

$$\sigma_{Hlimb} = 2 \cdot 230 + 70 = 530$$

$$[\sigma_H] = \frac{530 \cdot 1}{1,1} \cdot 0,9 \approx 434 \text{ МПа}$$

Уточнення міжцентрової відстані

$$a_w = (u + 1) \sqrt[3]{\frac{310^2 \cdot T_{II} \cdot K}{[\sigma_H]^2 \cdot u^2 \cdot \psi_2}} \quad (3.26)$$

$$a_w = (96 + 1) \sqrt[3]{\frac{310^2 \cdot 53,3 \cdot 1,2}{434^2 \cdot 96^2 \cdot 0,2}} = 22,31$$

Допустимі контактні напруження на згинання

$$\sigma_{Hlimb}[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb} \cdot K_{FL}}{S_F} \cdot K_{FC} \quad (3.27)$$

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

Розрахунок коліс зубів на згинання [1]

$$\sigma_F = 2 \cdot Y_F \cdot Y_E \cdot Y_\beta \cdot \frac{T \cdot K_F}{z \cdot b \cdot m^2} \quad (3.28)$$

$$Y_E = \frac{1}{E} = \frac{1}{\left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2}\right)\right]} = \frac{1}{\left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{16} + \frac{1}{80}\right)\right]} = 0,61$$

$$\sigma_F = 2 \cdot 4,25 \cdot 0,61 \cdot 1 \cdot \frac{29,9 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{14 \cdot 44 \cdot 3^2} = 35 \leq 282 \text{ МПа}$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

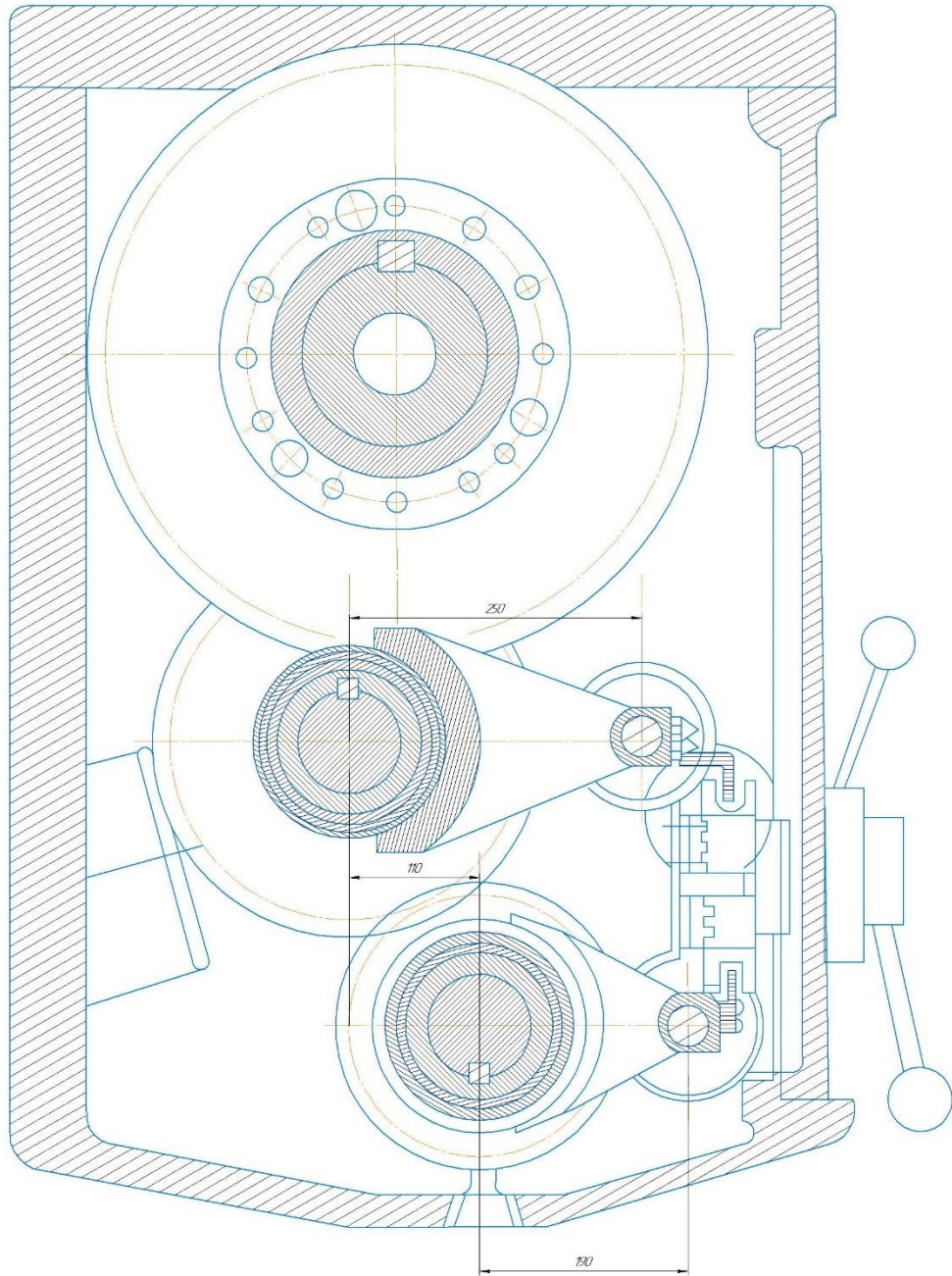


Рисунок 3.5 – Механізм перемикання на згортці коробки швидкостей

Перевіряємо підшипники на вантажопідйом

Вибираємо підшипник

$C = 13300 \text{ Н}$

$C_0 = 6800 \text{ Н}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ ВІ-16510041-ПЗ

Арк.

34

Потребує ресурс $L_h=10000$ ч

Навантаження в опорі:

Знаходимо $X=1, Y=0$

Еквівалентне навантаження

$$P=(X \times V \times F_r + Y \times F_B) \times K_\sigma \times K_\tau \quad (3.29)$$

$$P=(1 \times 1 \times 1584) \times 1,3 \times 1 = 2059,2 \text{ Н}$$

Еквівалентна витривалість

$$L_{he}=L_h \times K_{he}=10000 \times 0,125=1250 \text{ год} \quad (3.30)$$

Потребує ресурс на розрахунковому режимі

$$L_e=60 \times 10^{-6} \times n \times L_{he}=60 \times 10^6 \times 200 \times 1250=15 \text{ млн.об.} \quad (3.31)$$

Розрахунок динамічного вантажопідйому

$$C_r=P^* \sqrt[3]{\frac{L_e}{a_1 \times a_2}} = 2059,2 \times \sqrt[3]{\frac{15}{0,9 \times 0,75}} = 5789 \text{ Н} \quad (3.32)$$

$$C=6800 \text{ Н}$$

$$C_r < C$$

$$5789 < 6800.$$

Підшипник годний, так як входить в діапазон дозволеного.

Перевірка підшипника на довговічність

$$a_1' \cdot a_2' \cdot \left(\frac{C_r}{P}\right)^\alpha = L = \frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6} \quad (3.33)$$

$$L = 1 \cdot 0,75 \cdot \left(\frac{5789}{2059,2}\right)^3 = 1,51$$

$$L_h = \frac{10^6 \times L}{60 \times n} \quad (3.34)$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$L_h = \frac{10^6 \times 1,572}{60 \times 200} = 1258$$

$$L_h > L_{he}, 1258 > 1250 \text{ год}$$

3.3 Розробка механізму переключення

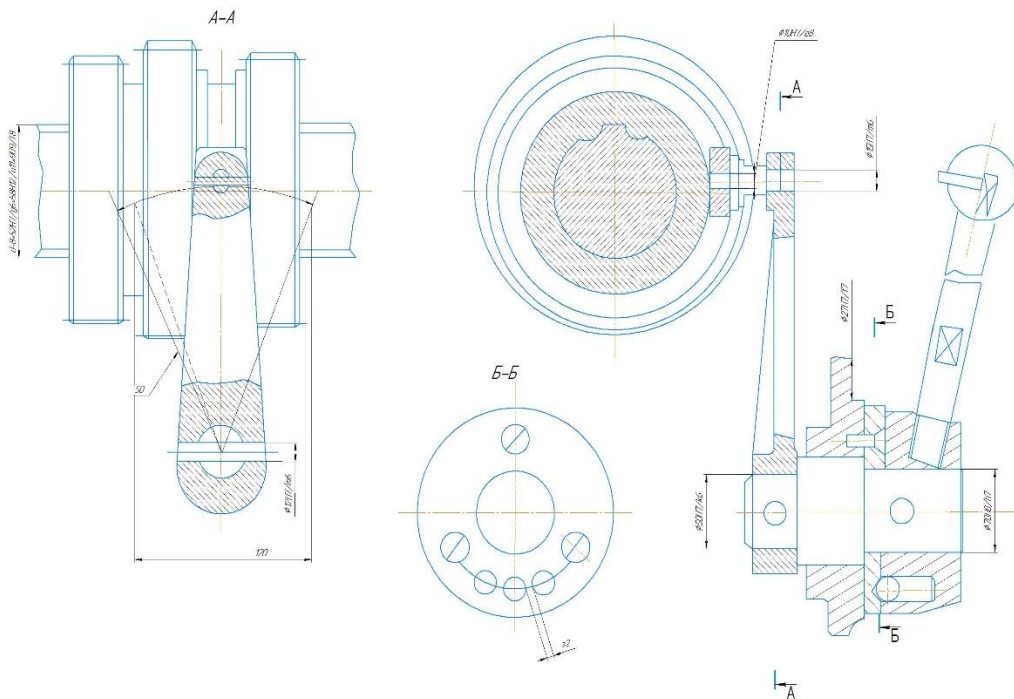


Рисунок 3.6 – Конструкція механізму перемикавання

Розрахунок шліцевого з'єднання

$$\sigma_{см} = \frac{4 \cdot T}{h \cdot l \cdot d} \leq [\sigma_{см}] \quad (3.35)$$

$$\sigma_{см} = \frac{4 \cdot 29,9 \cdot 10^3}{4 \cdot 60 \cdot 48} = 10,38 \text{ МПа}$$

Шпонкове з'єднання виконує вимову міцності.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

4 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАТИСКАННЯ ЗАГОТОВКИ АБО ІНСТРУМЕНТА

Призначення пристрій

Розроблюваний пристрій використовується для зажиму деталі «Корпус».

Пристрій використовується при обробці на Фрезерна з ЧПК операції, верстат-фрезерний моделі Doosan NM 1000/1250.

Для середньосерійного типу виробництва рекомендується застосовувати пристрій з механізованим приводом.

Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість обробки, збільшити точність виготовлення, продуктивність праці, час виготовлення та дозволить зменшити кваліфікацію робітника, що виконує обробку. Орієнтовно в заданих умовах слід визнати найбільш раціональну систему універсальних безналадочних пристосувань.

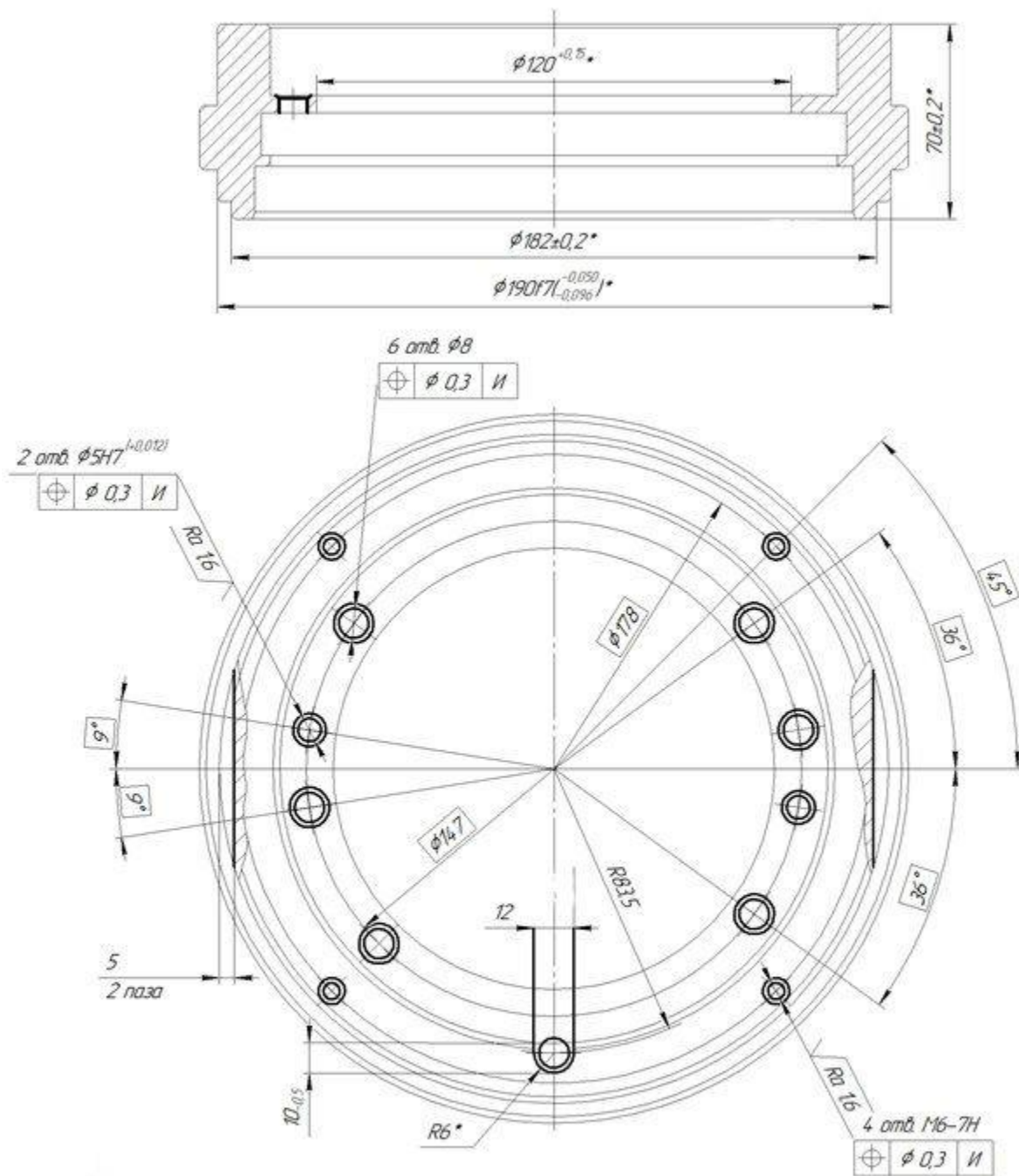
Даний пристрій застосовується для установки і закріплення групи деталей, близьких по конструктивно-технологічним розмірам, способам обробки і за спільністю настановних поверхонь.

4.1 Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції

Точність розмірів, що витримують на операції

На дану операцію заготовка поступає після закінчення оброблення базових поверхонь на токарних операціях. Маса заготовки – 10,6 кг. Матеріал Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



* Розміри для довідок

Рисунок 4.1 – ескіз операції

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ ВІ-16510041-ПЗ

Арк.

38

Заготівка має циліндричну форму, нержавіюча титановмістка сталь.

Оскільки отвори мають вимоги по точності розмірів та шорсткості використовується вимірювальний інструмент: спеціальні калібр-пробки ГОСТ 14810-69; штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-89, зразки шорсткості ГОСТ 9378-93*.

Пристрій повинен забезпечувати можливість обробки 2 отворів $\varnothing 5H7$, має 2 фаски $0,5 \times 45^\circ$, які мають вимоги по взаємному розташуванню - позиційний допуск 0,3 мм; 6 отворів $\varnothing 8$, які мають вимоги по взаємному розташуванню - позиційний допуск 0,3 мм; 4 отвори М6-7Н, глибина 15 мм, а також в отворі є фаска $1 \times 45^\circ$, які мають вимоги по взаємному розташуванню - позиційний допуск 0,3 мм; обробки 2 пазів 5 мм, з допуском 0,3 мм, та трьох пазів 17 мм. Шорсткість отриманих поверхонь повинна бути рівно 6,3 мкм по Ra.

2 отвори $\varnothing 5$, 4 отвори М6-7Н мм являються більш точними розмірами, а значить в відповідності з технічними вимогами на виготовлення деталі, допуск беремо по 7 квалітету точності [17].

$$T_{\varnothing 5} = 12 \text{ мкм}$$

$$T_{\varnothing 4,95} = 12 \text{ мкм}$$

На всі діаметри отворів беремо допуск в відповідності з технічними вимогами на виготовлення деталі. На 6 отворів $\varnothing 8$ допуск беремо по 14 квалітету.

$$T_{\varnothing 8} = 360 \text{ мкм}$$

Лінійний розмір пазів 5 мм задан вільним, а значить його допуск по 14 квалітету точності [17].

$$T_5 = 300 \text{ мкм}$$

Також є лінійний розмір паза 12 мм, який задан вільним, тому також його допуск встановлюється по 14 квалітету точності.

$$T_{12} = 430 \text{ мкм}$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

На кресленні рекомендується простановка таких відхилень хаданого розміру $5^{+0,30}$; $12^{+0,43}$.

Глибина отворів М6-7Н, яка дорівнює 15 мм також є більш точним розміром, а значить його допуск по 7 квалітету точності.

$$T_{15} = 18 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього отвору, як $15^{+0,1}$.

Глибина отвору $\varnothing 5$, яка дорівнює 10 мм відповідає допуску по 7 квалітету точності.

$$T_{10} = 15 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього отвору, як 10^{+1} .

Вільний розмір інших поверхонь проставляємо аналогічно попереднім лінійним розмарам:

- $\varnothing 8$, глибина якого становить 10 мм,

$$T_{10} = 360 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього розміру, як $10^{+0,36}$.

- розмір 1, який задає величину $1 \times 45^\circ$

$$T_1 = 250 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього розміру, як $1^{+0,25}$.

- розмір 0,5, який задає величину $0,5 \times 45^\circ$

$$T_{0,5} = 250 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього розміру, як $0,5^{+0,25}$.

- розмір R6, який задає положення 1 отвору

$$T_6 = 300 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього розміру, як $6^{+0,30}$.

Кутові розміри фасок $1 \times 45^\circ$ і $0,5 \times 45^\circ$, відповідають $\pm AT16 / 2$ ГОСТ 8908-81 (так як граничні відхилення на кресленні на них не задані) і всі вони обмежуються граничними відхиленнями, а саме $45 \pm 1^\circ$.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Точність форми оброблюваних поверхонь

Похибка форми циліндричних поверхонь отворів $\emptyset 5H7$, $\emptyset 8$, M6-7H мм, характеризуються відхиленням від круглості і циліндричності ГОСТ 24642 - 81 * і нормується по ГОСТ 24643 - 81 [1].

Оскільки аналізовані поверхні на кресленні не містять допуски форми, то для рівня геометричній точності А (нормальна точність) вказані допуски циліндричності і круглості приймаємо орієнтовно в межах 30% від допуску на діаметр

$$T_{/o/\emptyset 5} = 0,3 \cdot 12 = 3,6 \text{ мкм}$$

$$T_{/o/\emptyset 8} = 0,3 \cdot 360 = 108 \text{ мкм}$$

$$T_{/o/\emptyset 4,95} = 0,3 \cdot 12 = 3,6 \text{ мкм}$$

Згідно [17] приймаємо найближче стандартне значення допусків круглості та циліндричності:

$$T_{/o/\emptyset 5} = 16 \text{ мкм},$$

що відповідає 13й степені точності;

$$T_{/o/\emptyset 8} = 100 \text{ мкм},$$

що відповідає 13й степені точності;

$$T_{/o/\emptyset 4,95} = 16 \text{ мкм}$$

що відповідає 13й степені точності.

Точність розположення оброблюваної поверхні

На кресленні задані три позиційні допуски, які складають 0,3 мм відносно бази І. Перший – допуск розташований двох отвір $\emptyset 5$ на окружності $\emptyset 147$. Другий – допуск розташування шести отворів $\emptyset 8$ на окружності $\emptyset 147$. Третій – допуск розташування чотирьох отворів M6-7H на окружності $\emptyset 148$. Ці допуски являються стандартними [17] які відповідають 13-му ступеню точності.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Шорсткість оброблюваних поверхонь

Шорсткість оброблюваних поверхонь $\varnothing 5$, М6-7Н має значення 1,6 мкм по критерію Ra, а всі інші поверхні які указані на кресленні, мають значення 6,3 мкм по критерію Ra.

4.2 Аналіз точності розмірів, форми, розташування та шорсткості базових поверхонь.

Конструкція пристрою буде припускать базування заготовки по торцю та по внутрешньому центральному отвору.

Точність розмірів базових поверхонь

Згідно креслення зовнішній торець $\varnothing 190f7$ оброблюється по IT7 [17] знаходимо значення допуску:

$$T_{\varnothing 190} = 40 \text{ мкм},$$

Це значить, що діаметр отвору виконаний з параметрами $\varnothing 190 f7^{(0,04)}$. Довжина отвору $70 \pm 0,2$ мм. Відношення $l/d < 1$, що свідчить о можливості використовувати отвір як подвійну опорну базу.

Точність форми базових поверхонь

Допуск торцевого биття $\varnothing 190f7$ на кресленні не вказано, тому беремо таким, що дорівнює 60% від допуску на відповідність розміру:

$$T_{\uparrow \varnothing 190} = 0,6 \cdot 190 = 114 \text{ мкм},$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Згідно [17] беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості:

$$T_{\uparrow\emptyset 190} = 120 \text{ мкм},$$

Що відповідає 9-му ступеню точності.

Точність розташування базових поверхонь

Допуск торцевого биття $\emptyset 190f7$ на кресленні не вказано, тому беремо таким, що дорівнює 60% від допуску на відповідність розміру:

$$T_{\uparrow\emptyset 190} = 0,6 \cdot 190 = 114 \text{ мкм},$$

Згідно [17] беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості:

$$T_{\uparrow\emptyset 190} = 120 \text{ мкм},$$

Що відповідає 9-му ступеню точності.

Шорсткість базових поверхонь

Шорсткість поверхні, зазначена на кресленні для діаметра $\emptyset 120$ відповідає за критерієм Ra 6,3 мкм. Для торцевої поверхні, яка характеризується діаметром $\emptyset 19$ шорсткість за критерієм Ra 6,3 мкм. Це відповідає вимогам по точності, що пред'являються до базових поверхонь.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Торець хоча і має шорсткість Ra 6,3 мкм, але для досягнення необхідної точності на даній операції цього достатньо.

У проєктованому пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме таких або в межах ± 15 розмірів із зазначеними параметрами точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристрою повинні знаходитися в межах допусків зазначених розмірів.

4.3 Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проєктоване пристрою

Річна програма випуску визначена в 2100 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає середньо серійний тип виробництва. Але проєктування даного пристрою проводиться в навчальних цілях.

Заготівля буде оброблятися на верстатно-фрезерному верстаті 6P13PФЗ з системою ЧПУ WL4M. Верстат призначений для обробки деталей складної конфігурації зі сталі, чавуну, кольорових і легких металів, а також інших матеріалів. Поряд з фрезерними операціями на верстаті можна робити точне свердління, розточування, зенкування і розгортання отворів.

Обробка на даній операції здійснюється свердлами, фрезою, Цековки і зенковкой. Пристрій має обслуговуватися станочником 2-го розряду.

4.4 Складання переліку функцій, що реалізуються

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.
1. Базування заготовки.
2. Закріплення заготовки.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

3. Базування пристрою на верстаті.
4. Закріплення пристрою на верстаті.
5. Підведення і відведення енергоносія.
6. Освіта вихідної сили для закріплення.
7. Управління енергоносієм.
8. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).
9. Обробка поверхонь: свердлування отворів діаметрами $\varnothing 5$ мм, отвір $\varnothing 8$ мм, М6-7Н, фаски $1 \times 45^\circ$, $0,5 \times 45^\circ$.
10. Поворот столу на кут 75° .
11. Створення безпечних умов праці.

Виходячи з умов реалізації цих функцій і вимоги до результатів їх реалізації, здійснюємо пошук прототипів з накопиченого фонду технічних рішень. Перевагу віддаємо апробованим практикою стандартним технічним носіям функцій.

На дану операцію, можливо запропонувати схему базування і закріплення заготовки:

- 1- базування на оправці з упором во внутрішній торець (рис. 4.2)

4.5 Розробка і обґрунтування схеми базування

Вибір настановної базової поверхні

На даній операції здійснюється багатоцільова обробка деталі (фрезерні та свердлувальні операції). Використання вертикально-фрезерного верстата передбачає встановлення заготовки в горизонтальному положенні.

Найбільшої точності обробки деталі можна досягнути у випадку, коли увесь процес обробки ведеться від однієї бази і з однієї установки, оскільки можливі зміщення при кожній новій установці вносять погрішності у взаємне розташування осей і поверхонь. Так як у багатьох випадках повна обробка

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

деталі з одного установка неможлива, а також якщо необхідна обробка на інших верстатах, то з метою досягнення необхідної точності усі наступні установки деталі необхідно виконувати на одних і тих же базах.

Принцип постійності бази полягає у тім, що для виконання усіх операцій обробки деталі використовується одна базова поверхня. Якщо по характеру обробки це не можливо то у як основно і бази вибирають оброблену поверхню, яка визначається найбільш точними розмірами до основних, виконавчих поверхонь деталі. При виборі баз для підвищення точності необхідно використовувати одну і ту ж поверхню на різних операціях. Так завжди доцільно у якості вимірювальної приймати і установочну базу. Ще більшої точності досягають у випадку, коли складальна база являється одночасно і установочною і вимірювальною. В цьому заключний принцип суміщення баз.

Відповідно для досягнення найбільшої точності оброблюваних пазів та отворів необхідно дотримуватися принцип сумісності баз.

Найдоцільніше використати встановлювальне кільце, яке забезпечить достатню для обробки точність та силовим механізмом закріпити заготовку, для унеможливлення зсуву.

Враховуючи це, можна використати наступну схему базування. Деталь позбавляється 5-ти ступенів волі. Установочна база – торець деталі, позбавляє деталь 3-х ступенів волі (переміщення по осі z та обертання по осях x та y). Подвійна опорна база – внутрішній центральний отвір, позбавляє деталь 2-х ступенів волі (переміщення по осях x та y). Схема базування деталі наведена в таблиці 4.1 та матриця зв'язків в таблиці 4.2.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 4.1 –Зв'язки, забезпечувані базами

База	Забезпечені зв'язки	Позбавлені ступені волі
УБ	1,2,3	I, V, VI
ПОБ	4,5	II, III

Таблиця 4.2 –Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
УБ	0	0	1	↔
	1	1	0	○
ПОБ	1	1	0	↔
	0	0	0	○

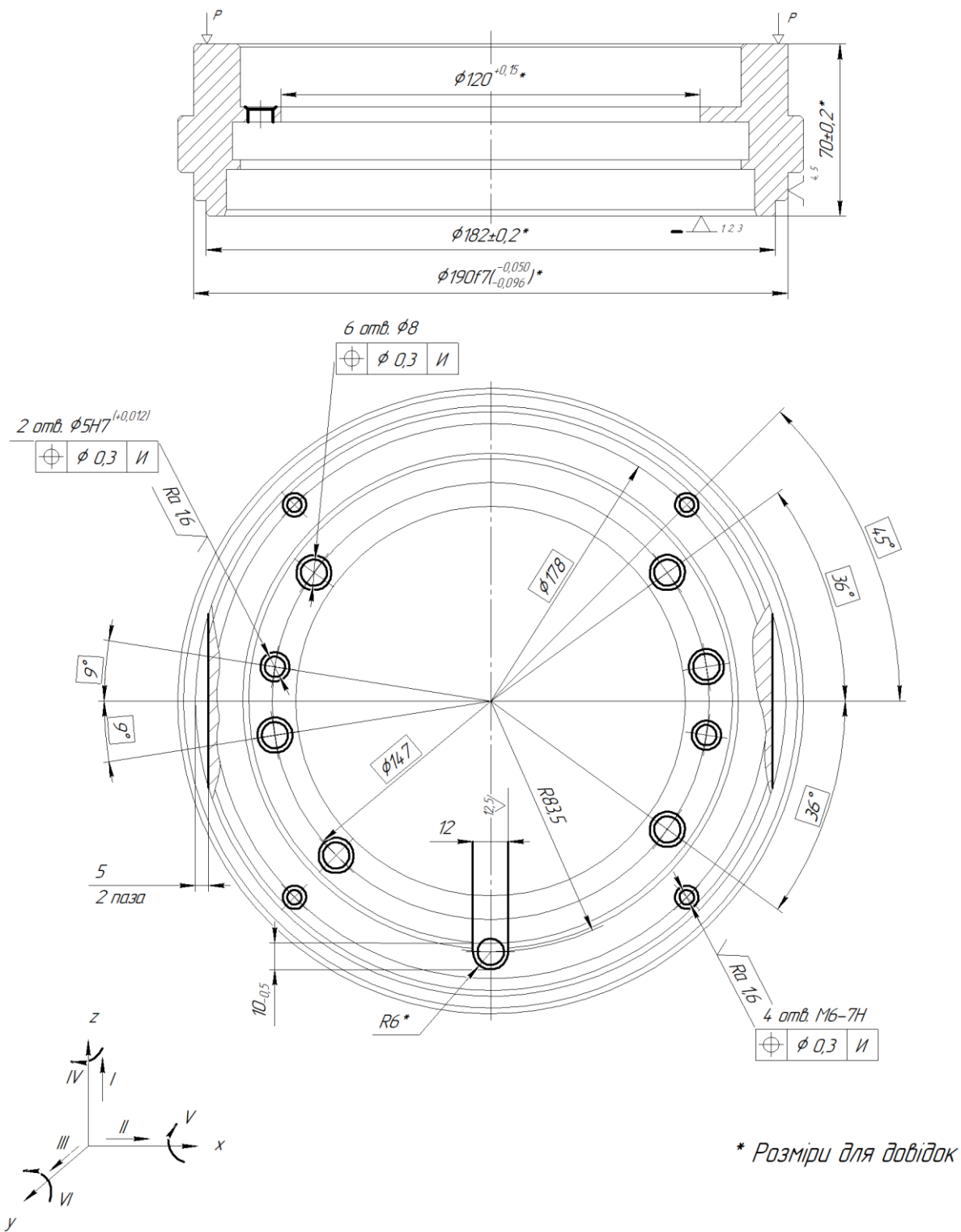


Рисунок 4.2 – перший варіант схеми базування деталі

В пристосуванні заготовка встановлюється в кільце(установочна та подвійна опорна база).

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		48

Визначення похибки базування

Для отримання необхідної точності оброблюваної деталі потрібно, щоб виконувалася умова:

$$\varepsilon_B \leq \varepsilon_{\text{доп}},$$

де ε_B - дійсна похибка базування, мм;
 $\varepsilon_{\text{доп}}$ - допустима похибка базування, мм.

Дійсна похибка базування визначається за формулою:

$$\varepsilon_B = \frac{\delta_D + \delta_{\text{ЭП}}}{2}, \quad (4.1)$$

де δ_D - допуск зовнішнього діаметра деталі $\varnothing 190f7 \begin{pmatrix} -0,050 \\ -0,096 \end{pmatrix}$, $\delta_D = 0,046$ мм;
 $\delta_{\text{ЭП}}$ - допуск внутрішнього діаметра елемента Пристрій $\varnothing 190H7 \begin{pmatrix} -0,046 \end{pmatrix}$, $\delta_{\text{ЭП}} = 0,046$ мм.

$$\varepsilon_B = \frac{0,046 + 0,046}{2} = 0,046 \text{ мм.}$$

Допустима похибка базування визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = \delta - \omega,$$

де δ - допуск на розмір деталі (допуск позиціонування отворів): $\delta = 0,3$ мм;

точність обробки деталі, що досягається при виконанні даної - операції, по [1] с. 16, таблиці 7 и 8: $\omega = 0,05$ мм.

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,30 - 0,05 = 0,25 \text{ мм.}$$

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Умова виконується ($0,046\text{мм} < 0,02\text{мм}$), отже, обробка на даній операції можлива і буде досягнута необхідна точність.

4.6 Побудова функціональної структури пристрій.

З набору функцій наведених в 5 пункті, виділимо ті які реалізуються в перебігу оперативного часу: 0, 1, 2, 5, 6, 7, 10. Функції 3, 4, 8 впливають на підготовчо-заклучний час; функції 8, 11 прямого впливу на штучний час не роблять.

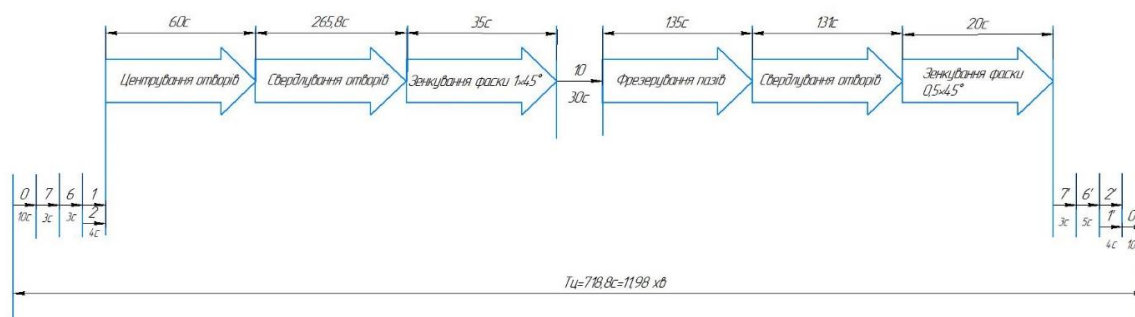


Рисунок 4.3 – Схема послідовного реалізування функції

Керуючись нормативами часу, складемо структуру потоку функцій при їх послідовній реалізації (рисунок 4.3). Послідовна структура реалізації потоку функцій є найбільш тривалою за часом, проте в даному випадку це єдина можливість обробки заготовки на даній операції при дрібносерійному типі виробництва, де обробка ведеться по можливості стандартним ріжучим інструментом і суміщення переходів не представляється можливим.

4.7 Розробка і обґрунтування схеми закріплення

Аналіз структури полів сил, що обурюють

Для визначення взаємного впливу поля сил, що обурюють і поля врівноважують сил побудуємо графічну модель сил, що обурюють у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування і модель поля врівноважують сил, створюваних затискним механізмом.

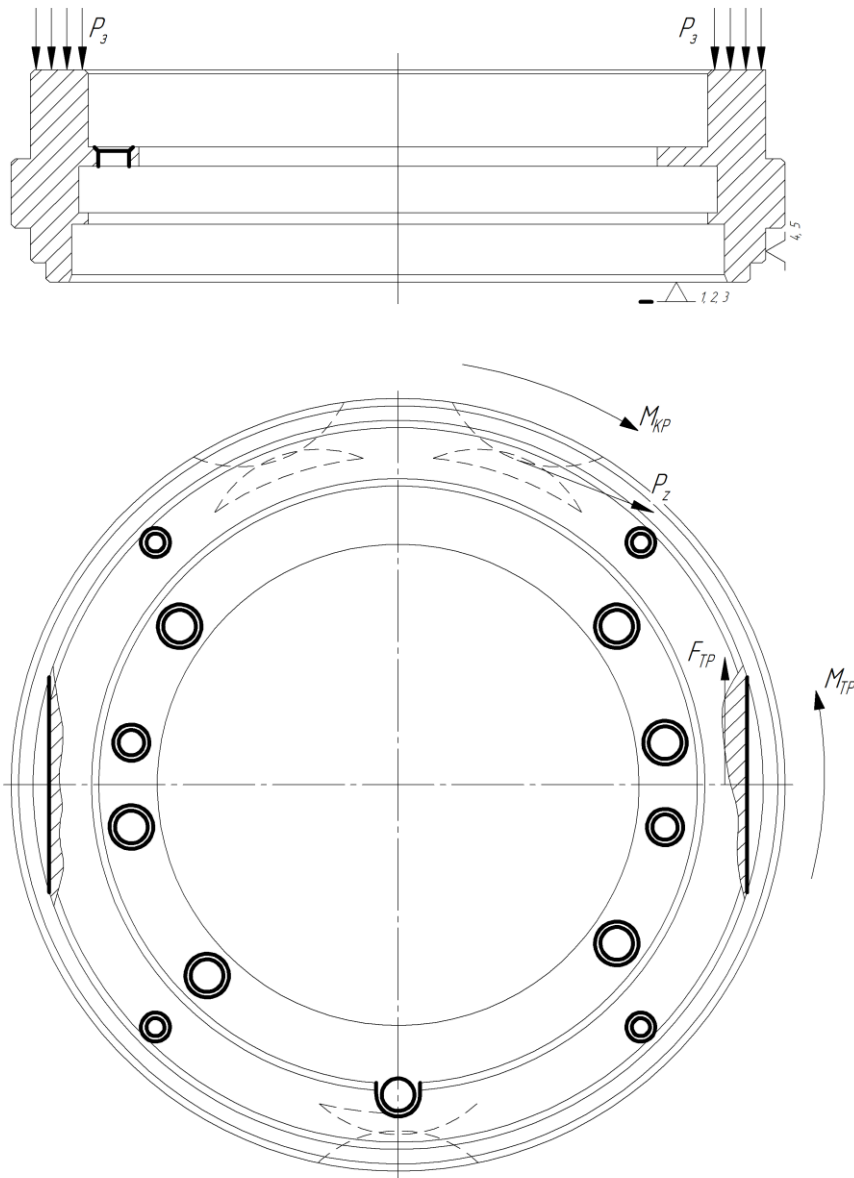


Рисунок 4.4 -Схема поля возмущающихся сил

Аналіз структури полів збурюючих сил

З рисунку 4.5 видно, що складові поля ПВС в повному обсязі врівноважені і вимагають програми додаткових сил закріплення. Схема закріплення реалізується притиском (швидкозмінною шайбою), якої

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

заготовка закріплюється зверху. Розглянемо дію сил затиску, побудувавши структуру полів врівноважують сил і показавши утворюються силові потоки.

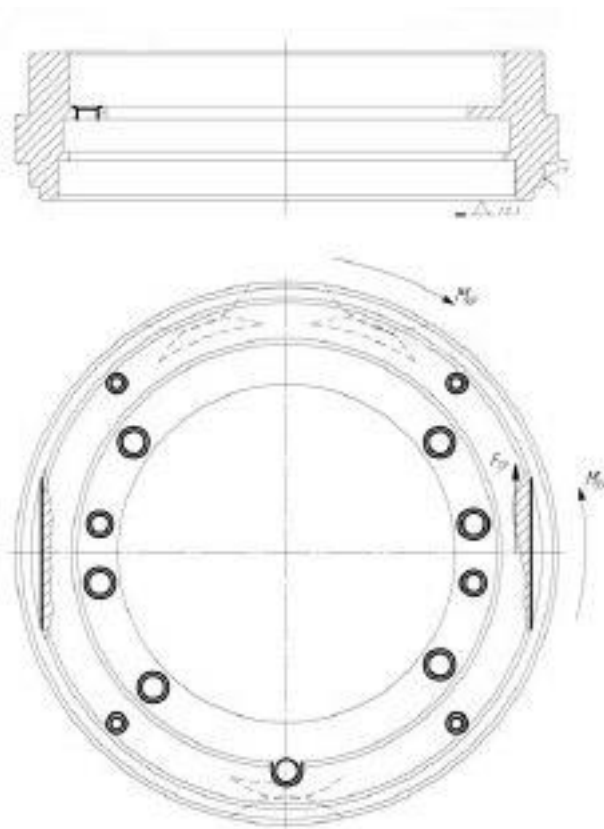


Рисунок 4.5 – Структура поля врівноваження сил

Підставивши вибрані і розраховані значення в формулу, визначаємо силу закріплення:

$$P_3 = \frac{2,925 \cdot 46,08}{0,088 \cdot 0,16} = 9604,2 \text{ Н.} \quad (4.2)$$

Отже, необхідна сила затиску $P_3=9604\text{Н}$.

Розрахунок на міцність

Затиск та розтиск заготовки здійснюється за допомогою пневмоциліндру двосторонньої дії, до якого приєднаний шток.

Розраховуємо діаметр різі розраховуємо за формулою:

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$d_B = d_H - (0,541P) \cdot 2 \quad (4.3)$$

$$d_B = 12 - (0,541 \cdot 1,75) \cdot 2 = 10,1065 \text{ мм.}$$

Мінімальна площа поперечного перетину різі розраховується за формулою:

$$S_{\text{мінірез}} = \frac{\pi d_B^2}{4} \quad (4.4)$$

$$S_{\text{мінірез}} = \frac{\pi \cdot 10,1065^2}{4} = 80,22 \text{ мм}^2$$

Межа плинності для Сталі 40 дорівнює 300 МПа.

Допустимі напруження розтягування визначається за формулою:

$$[\sigma_P] = 0,5 \cdot \sigma_T \quad (4.5)$$

$$[\sigma_P] = 0,5 \cdot 300 = 150 \text{ МПа.}$$

Напишемо умову міцності на розтягування:

$$\sigma_P = \frac{W}{S_{\text{мінірез}}} \leq [\sigma_P] \quad (4.6)$$

$$\sigma_P = \frac{7618}{80,22} = 95 < 150 \text{ МПа} - \text{отже міцність штока забезпечується, так}$$

як міцність забезпечується навіть в його мінімальному перетині (на різьбовому ділянці).

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

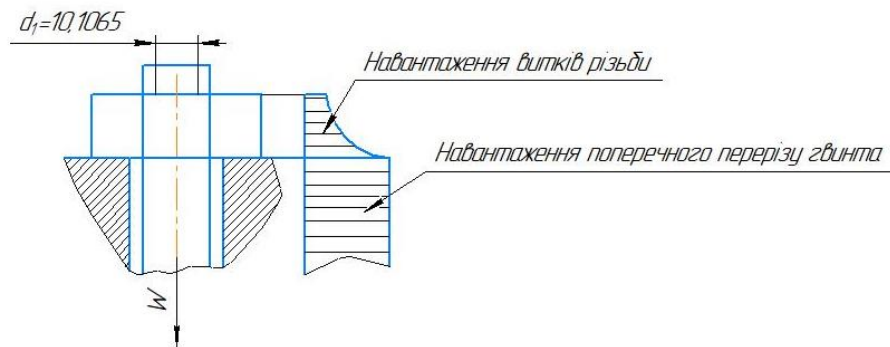


Рисунок 4.6 – Розрахункова схема навантаження різьбового ділянки штока

4.8 Обґрунтування вибору приводу

Діаметр пневмоциліндру, котрий забезпечує необхідну силу затиску заготовки, розраховується за формулою:

$$D_{II} = \sqrt{d_{ш}^2 + \frac{4 \cdot P_3}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (4.7)$$

$$D_{II} = \sqrt{40^2 + \frac{4 \cdot 9604}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 188,64 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартний діаметр стаціонарного поршневого пневмоциліндру по [16]: $D_{II} = 200 \text{ мм.}$

Дійсна сила затиску заготовки на штоці пневмоциліндру:

$$P_{д} = \frac{3,14}{4} \cdot (200^2 - 40^2) \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 10852 \text{ Н.} \quad (4.8)$$

Дана сила перевищує необхідну силу затиску заготовки, отже, Пристрій забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

4.9 Точнісні розрахунки пристрою

Розрахунок точності пристрою ґрунтується на твердженні проте, що будь-яке відхилення в положенні заготовки, пов'язане із пристроєм, як у моменту становки, такі в період обробки, визначає сумарну похибк упристрою. При цьому сума можливих похибок, що виникають при обробці заготовки, не повинна перевищувати значення допуску, що установлений на розмір заготовки і що витримується при виконанні даної операції. З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристрою являють собою перетворення інформації про точність обробки поверхонь заготовки на даній операції в точні сні вимоги до пристрою.

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою. Більшість складових, що входять у дану формулу, являють собою поля розсіювання випадкових величин, тому їх підсумовуємоу загальному випадку за правилом геометричного додавання.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{3n}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{\text{поз}}^2} \quad (4.9)$$

Розглянемо більш докладно складові, що входять у дану формулу.

$T=300\text{мкм}$ –найбільш жорсткий допуск розташування або розміру(зтих,які одержують на даній операції, а саме допуск на позиціонування отворів);

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

$K_{T1} = 0,80$ -коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_6 = 46\text{ мкм}$ -похибка базування;

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$\varepsilon_z = 0$ мкм-похибка закріплення[16];

$\varepsilon_y = 0$ мкм-похибка установки пристрою на верстаті[16];

$\varepsilon_{\pi} = 0$ -похибка перекосу інструмента (відсутні постійні або змінні напрямні втулки);

$\varepsilon_{zn} = 0$ –похибка зношування (при рівномірному зношуванні робочої поверхні оправки)[4];

$K_{T2} = 0,6$ –коефіцієнт що враховує можливість появи похибки обробки [15];

$\omega = 15$ мкм-значення допуску для 7к валітету середньої економічної точності [16];

$\varepsilon_{\text{поз}} = 1$ мкм-похибка позиціювання (відповідно до паспорта верстата).

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{пр}} &= 300 - 1,2\sqrt{(0,8 \cdot 46)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 15)^2 + 1^2} \\ &= 255(\text{мкм}).\end{aligned}$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск

паралельності[18]

$T=260$ мкм.

Вказуємо на складальному кресленні пристрою як технічну вимогу, що допуск паралельності торцю кільця до столу верста та не більше 260мкм.

4.10 Опис пристрою і принципу дії пристрою

Пристрій в зборці повинно відповідати технічним вимогам креслення загального виду та забезпечувати якісну обробку заготовки за заданими розмірами.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Збірка пристрій здійснюється в наступній послідовності:

1. У корпус поз.7 вставити втулку поз.3, попередньо вдягнувши на неї кільце поз.22 і гільзу поз.5, при чому отвір в гільзі повинен співпасти з отвором для подачі повітря в корпусі.

2. У корпус поз.7, базуючись по внутрішній поверхні гільзи поз.5, вставляємо поршень поз.12 з кільцем поз.23 і закриваємо кришкою поз.9 з кільцем поз.24, що прикріплюється гвинтами поз.18.

3. До корпусу поз.7 за допомогою гвинтів поз.17, гайок поз.20 та шайб поз.26 встановлюється плита поз.11. Провести точну вивірку плити поз.11 щодо загальної площини.

4. Для установки пристрою на столі верстата встановити на корпусі поз.7 шпонки поз.28 і закріпити їх гвинтами поз.17.

5. Загвинтити шток поз.16 в поршень поз.12.

6. У шток поз.16 встановлюємо коромисло поз.10.

7. В коромисло поз.10 вставити гвинт поз.4 і закріпити його стрижнем позиції 15.

8. На корпус поз.7 встановити кришку поз.2. В кришку поз.2 на гвинти поз.4 одягнути пружини поз.14, прихвати Г-образні поз.13 та закріпити їх гайками поз.21 та шайбами поз.27

7. До корпусу поз.7 прикріпити пневморозподільник поз.1.

8. За допомогою рукавів з'єднати пневмодвигун з пневморозподільником.

Збірка пристрою

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Всі деталі і вузли пристрою піддати візуальному контролю, виявлені дефекти усунути.

По фарбувати пристрій, за винятком посадочних місць, емаль ЕП51.

Експлуатація пристрою

1. Встановити і закріпити Пристрій на верстаті з урахуванням нульової точки верстата.

2. Підготувати базові поверхні до установки заготовки.

3. Встановити заготовку на плиту.

4. Поворотом рукоятки пневморозподільника поз.1 провести закріплення заготовки.

5. Обробити заготовку.

6. Поворотом рукоятки пневморозподільника поз.1 в зворотну сторону відкріпити заготовку.

7. Пристрій зберігати на дерев'яній основі. Вплив атмосферних опадів і агресивних середовищ неприпустимо.

З пневмомережі повітря під тиском подається в нижню порожнину поршня, переміщаючи поршень вертикально в гору. Таким чином здійснюється роз тиск заготовки. При подачі тиска в верхню порожнину поршня здійснюється вертикальне переміщення в низів і відбувається затиск заготовки. Герметичність з'єднань забезпечують манжети-уцільнювачі. Корпус служить також упором для переміщення пневмоциліндра вертикально вгору. Упором для переміщення поршня вертикально вниз служить оброблювана деталь, що обмежує хід поршня, а при її відсутності – корпус пристрою. Для транспортування пристрою призначені рим-болти, які кріпляться в кришці пристрою.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Правила з охорони праці на підприємствах і в організаціях машинобудування (далі - Правила) поширюються на всі об'єднання, підприємства, організації та виробництва (далі - організації) машинобудівного профілю.

Всі організації, включаючи проектні, конструкторські, науково-дослідні та інші, зобов'язані виконувати (передбачати в проектах) вимоги з охорони праці, викладені в цих Правилах.

Поряд з цими Правилами слід дотримуватись вимог діючих нормативних правових актів з охорони праці.

Введені в експлуатацію нові і зазнали реконструкції об'єкти, цехи, виробничі ділянки та ін. Повинні відповідати вимогам цих Правил, а також правил з охорони праці для окремих видів виробництв, робіт, обладнання та інших нормативних актів з охорони праці.

Виконання окремих вимог цих Правил, пов'язаних зі значними капітальними витратами, за термінами їх реалізації може бути вирішено за погодженням з органами державного нагляду і контролю.

На основі цих Правил з урахуванням конкретних умов в організації повинні бути розроблені і, після консультацій з профспілковими органами, затверджені відповідно до переліку інструкції з охорони праці для працівників за професіями та видами робіт.

Перелік інструкцій повинен бути складений службою охорони праці за участю керівників підрозділів і служб головних спеціалістів, затверджений керівником організації і розісланий в структурні підрозділи.

Інструкції з охорони праці повинні бути видані працівникам на руки або вивішені на робочих місцях, або організовано їх зберігання в певних і доступних місцях, відомих працівникам.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Перегляд інструкцій повинен проводитися не рідше одного разу на п'ять років і в випадках зміни технології, обладнання, інструментів та ін., Для робіт з підвищеною небезпекою - не рідше одного разу на три роки.

У кожного керівника структурного підрозділу, начальника ділянки, майстра, виконроба, начальника лабораторії та ін. Повинен бути в наявності комплект чинних інструкцій для працівників з усіх професій і видів робіт, що входять в сферу його виробничої діяльності.

Вимоги і норми, що встановлюються в стандартах організації, в інструкціях з охорони праці, в іншій нормативній документації організації, включаючи конструкторську, технологічну і ін., Повинні відповідати вимогам цих Правил, стандартів ССБТ, стандартів і технічних умов на сировину, матеріали, продукцію і т . Д.

У разі перегляду правил, стандартів ССБТ та інших нормативних правових актів, на які є посилання в цих Правилах, слід керуватися новими редакціями цих документів.

Організація контролю за виконанням інструкцій з охорони праці для працівників у організації покладається на роботодавця, контроль за їх виконанням - безпосередньо на керівників структурних підрозділів (служб).

Виконання вимог інструкцій слід перевіряти при здійсненні всіх видів контролю.

Служба охорони праці організації відповідно до Рекомендацій щодо організації роботи служби охорони праці на підприємстві, в установі та організації, затвердженими постановою Мінпраці Росії від 30.01.95 № 6, повинна здійснювати постійний контроль за своєчасною розробкою і переглядом інструкцій з охорони праці, надавати розробникам методичну і організаційну допомогу, сприяння і контроль за їх виконанням.

Головні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які визначаються згідно з ГОСТ 12.0.003 для широкого спектра виробництв, які охоплюються цими Правилами, є:

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

- фізичні небезпечні чинники від рухомих машин і механізмів, рухливих частин виробничого обладнання, від переміщуються виробів, заготовок та ін .;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищені рівні шуму, вібрації, іонізуючих випромінювань, статичної електрики, напруженості електричного поля, електромагнітних випромінювань;
- недостатня освітленість робочої зони;
- гострі кромки, задирки заготовок;
- фізичні перевантаження, монотонність праці та ін.

У пилу формувальних і стрижневих сумішей міститься двоокис кремнію. При плавці легованих сталей і кольорових металів в повітря робочої зони виділяються аерозолі конденсації оксидів марганцю, цинку, ванадію, нікелю і ін. Металів і їх з'єднань. При вибиванні і очищення виливків виділяється пил, що містить до 90% двоокису кремнію;

Вагранки і інші плавильні агрегати, сушильні печі, залиті форми в процесі охолодження є активними джерелами виділення окису вуглецю;

На ділянках плавильних агрегатів, заливки і охолодження форм, вибивання та очищення виливків відбувається інтенсивне виділення тепла, що порушує температурні режими на робочих місцях Вагранники, Заливники, Шлаковики, у електропечей, вибивних решіток та ін .;

Джерелами загальної вібрації є вибивні решітки, формувальні машини та ін. Основними джерелами локальної вібрації є пневматичні рубальні молотки, трамбівки та ін. Ручної механізований інструмент;

Електромагнітні поля генеруються електротермічними установками плавки, нагріву металу, сушіння форм і стрижнів і т.д .;

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Електропечі, машини і механізми ливарних виробництв з електроприводом є джерелами небезпеки ураження електричним струмом;

Скрутність, недостатня освітленість, шум і інші несприятливі фактори в ливарних виробництвах підсилюють небезпеку травмування рухомими машинами, рухомими частинами виробничого обладнання.

У ковальсько-пресовому виробництві основними шкідливими виробничими факторами є: висока температура повітря від нагрівальних печей, інтенсивне інфрачервоне випромінювання, шкідливі токсичні виділення, шум та ін., При цьому:

Інтенсивному тепловому опроміненню на робочих місцях піддаються нагрівальщиками, штампувальники, пресувальники;

Робота печей на твердому або рідкому паливі (вугіллі, мазуті або нафти) супроводжується виділенням пилу, окису вуглецю, сажі, двоокису сірки і т.д. Робота печей на природному газі і робота електричних печей також супроводжується виділеннями шкідливих газоподібних продуктів. В атмосферу цеху також виділяються продукти термодеструкції мастила, що містять окис вуглецю, аерозолі масел, формальдегіди та ін .;

При роботі печей опору велику загрозу становить небезпеку ураження електричним струмом. При індукційному нагріванні, крім того, виникає сильне магнітне поле, яке потребує застосування захисних екранів;

Велику загрозу становить небезпеку виникнення пожеж в місцях обробки легкозаймистих матеріалів, а також в напрямках під пресами через скупчення масла.

Небезпечними виробничими факторами в ковальсько-пресовому виробництві є: рухомі і обертові частини устаткування (молотів, пресів і ін.), Висока температура нагрітих оброблюваних заготовок, захаращеність і скрутність робочих місць та ін.

При термічній обробці металів небезпечні і шкідливі виробничі фактори обумовлені видом обробки, обладнанням і робочими засобами, при цьому:

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		62

При цементациї можливе виділення ціаністого натрію і калію; при загартуванню в ваннах з жовтою кров'яною сіллю - освіту ціаністих з'єднань; при азотуванні - аміаку і нітробензолу; при загартуванню в свинцевих ваннах - парів свинцю; при загартуванню в маслі - вуглеводнів;

При застосуванні масел, при роботах з захисними середовищами, при роботах з соляними, лужними ваннами пари, газові та аерозольні викиди в атмосферу термічного виробництва створюють пожежо-вибухонебезпечні ситуації. Джерелами вибухів можуть з'явитися також водоохолоджувані вузли печей.

Технологічні процеси гальванічних покриттів супроводжуються виділенням в повітря робочої зони парів органічних розчинників, кислот, лугів, аміаку, з'єднань цинку, олова, свинцю, міді, нікелю, ціаністих сполук, бризок електроліту і т.д., при цьому:

Підготовка поверхонь деталей під покриття із застосуванням шліфувальних і полірувальних кіл, абразивних стрічок, гідропіскоструминної, дрібоструминного обробок супроводжується підвищеними рівнями шуму, значними виділеннями металевої, абразивного пилю;

Процеси нанесення металевих покриттів супроводжуються підвищеними рівнями вібрації і шуму, значними виділеннями металевого пилю, небезпечними рівнями напруги електричних ланцюгів, великою небезпекою виникнення пожеж.

У цехах механічної обробки шкідливими виробничими факторами є: підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони (особливо при обробці латуні, бронзи, міді, сірого чавуну, текстоліту та ін.), Високий рівень шуму і вібрації, недостатня освітленість і ін., При цьому:

У повітря робочої зони виділяються також аерозолі масел і мастильно-охолоджуючих рідин;

До психофізіологічних шкідливих виробничих факторів відносяться фізичні перевантаження при роботах з великогабаритними важкими

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

деталіями, монотонність праці, перенапруження зору і ін. Для чоловіків до важких фізичних робіт відносяться роботи, фізичні навантаження при яких відповідають одному із значень:

- при переміщенні вантажів по горизонталі вручну за зміну - більш 104000 кгм .;
- при переміщенні вантажів на відстань більше 9 м за зміну з робочої поверхні - більше 12 т, з підлоги - понад 5 т;
- при переміщенні матеріалу (лопатою) на відстань до 2 м за зміну - більш 15т;
- при підйомі вантажу за допомогою ручних інструментів на висоту понад 1,2 м - більше 8 т.

Максимальна разова величина вантажу, що піднімається вручну:

- з робочої поверхні при виконанні понад 200 операцій за зміну - більше 30 кг;
- з підлоги при виконанні понад 100 операцій за зміну - більше 30 кг.

Статична фізичне навантаження - утримання або підтримання вантажу протягом більше 2,5 годин за зміну: однією рукою - більше 5 кг, двома руками - більше 11 кг.

Для жінок гранично допустимі навантаження при підйомі і переміщенні тягарів вручну за зміну:

- при чергуванні з іншою роботою (до 2 разів на годину) гранично допустима маса вантажу -10 кг;
- постійно протягом робочої зміни - 7 кг.

Величина динамічної роботи, що здійснюється протягом кожної години робочої зміни, не повинна перевищувати: з робочої поверхні 1750 кгм, з підлоги - 875 кгм.

Фізіологічні норми напруги організму при фізичній праці повинні встановлюватися відповідно до методичних рекомендацій МОЗ СРСР від 15.07.80 № 2189-80;

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Контакти з мастильно-охолоджуючими рідинами можуть викликати ураження шкірного покриву кистей рук, у зв'язку з чим необхідно застосування дерматологічних захисних засобів.

При фарбувальних роботах основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами є: підвищена загазованість повітряного середовища, підвищені рівні шуму, вібрації та запиленості при підготовці різних поверхонь під фарбування та ін., При цьому:

Найбільш інтенсивне забруднення повітряного середовища парами розчинників відбувається при пневматичному розпиленні. Необхідно застосування засобів індивідуального захисту (комбінезон бавовняний, черевики шкіряні, рукавиці комбіновані або рукавички бавовняні, шолом бавовняний, респіратор, окуляри захисні);

Фарбування електростатичним способом з механічним розпиленням є найбільш сприятливим в санітарно-гігієнічному відношенні;

Інтенсивне забруднення повітряного середовища відбувається при сушінні лакофарбового покриття за рахунок випаровування його летючої частини;

Меламінові емалі, лаки, ґрунтовки виділяють хром свинцевий, циклогексанон, стронцій хромокисле, діетіленамін, стирол; епоксидні емалі, шпаклівки, ґрунтовки - стронцій хромокисле, оксид хрому, хром свинцевий, дибутилфталат, циклогексанон, фосфат хрому; кремнійорганические емалі - кадмій, оксид хрому, триетаноламін і ін .;

Виробництво фарбувальних робіт є пожежо- та вибухонебезпечним. Організація і виконання робіт із застосуванням лакофарбових матеріалів повинні проводитися відповідно до вимог ГОСТ 12.3.002, ГОСТ 12.3.005, ГОСТ 12.1.010.

Зварювальні роботи супроводжуються низкою шкідливих виробничих факторів: пил, газ, світлове випромінювання, висока температура, теплове і ультрафіолетове випромінювання, при цьому:

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Відкрите газове полум'я і дуга, струмінь плазми, бризки рідкого металу і шлаку при зварюванні та різанні створюють небезпеку опіків і підвищують небезпеку виникнення пожеж і вибухів;

Деякі види зварювання супроводжуються шумом, що значно перевищують допустимі рівні. Рівень шуму на робочому місці оператора плазмового напилення досягає 120-130 дБ;

Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони (температура, вологість, швидкість руху повітря, вміст шкідливих речовин) визначаються ГОСТ 12.1.005. так:

Оптимальні (табл.1) і допустимі (табл.2,3) величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони виробничих приміщень з урахуванням надлишків явного тепла, тяжкості виконуваної роботи і сезонів року, при цьому:

- явна тепло - тепловиділення більше 20 ккал / м³ ч;
- категорії тяжку роботу: Легка І - енерговитрати до 150 ккал / год;
- середня Па - енерговитрати до 200 ккал / год;
- середня Пб - енерговитрати до 250 ккал / год;
- важка ІІІ-енерговитрати понад 250 ккал / ч.

Сезони року: теплий - середньодобова температура зовнішнього повітря 10 ° С і вище;

холодний - середньодобова температура зовнішнього повітря - нижче 10 ° С.

В опалюваних виробничих приміщеннях, а також в приміщеннях зі значними надлишками явного тепла, де на працюючого припадає площі статі від 50 до 100 м², допускається в холодний і перехідний періоди року зниження температури повітря поза постійних робочих місць проти нормованих:

- до 12 ° С - при легких роботах;
- до 10 ° С - при роботах середньої важкості;
- до 8 ° С - при важких роботах;

					КРБ ВІ-16510041-ІІЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

У виробничих приміщеннях з площею підлоги на одного працюючого понад 100 м² температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, передбачені в табл. 1, 2, 3, повинні бути забезпечені тільки на постійних робочих місцях;

У приміщеннях із значним виділенням вологи допускається на постійних робочих місцях підвищення відносної вологості повітря, наведеної в таблиці 3, для теплого періоду року на 10 - 20%, але не вище 75%. При цьому температура повітря в приміщеннях не повинна перевищувати 28 ° С при легкій роботі і роботі середньої тяжкості і 26 ° С при важкій роботі;

У разі, коли середня температура зовнішнього повітря в 13 год самого жаркого місяця перевищує 25 ° С (23 ° С - для важких робіт), допустимі температури повітря в виробничих приміщеннях на постійних робочих місцях, зазначені в таблиці 3, допускається підвищувати при збереженні вказаних в тій же таблиці значень відносної вологості повітря:

- на 3 ° С, але не вище 31 ° С - в приміщеннях з незначними надлишками явного тепла;
- на 5 ° С, але не вище 33 ° С - в приміщеннях із значними надлишками явного тепла;

При важких фізичних роботах всі зазначені величини перевищення допустимих температур повітря повинні прийматися на 2 ° С нижче;

У теплий період року нижні межі допустимих температур повітря не повинні прийматися нижче величин, зазначених для холодного періоду року;

У районах з підвищеною вологістю допускається в будівлях приймати для теплого періоду року відносну вологість повітря в робочій зоні на 10% вище встановленої.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. **Коротун, М.М.** 2527 Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Кінематичний розрахунок привода металорізальних верстатів» з дисципліни «Металорізальні верстати» , «Металообробне обладнання» [Текст] : для студ. спец. 6.090202. 6.090203, 6.090204 усіх форм навчання/ М.М. Коротун – Суми : СумДУ, 2009. – 23 с.
2. **Металлорежущие станки** / Под ред. В.Э.Пуша.- Москва: Машиностроение, 1986.- 486 с. с ил.
3. **Металлорежущие станки** Н.С. Колев, Л.В. Красниченко Н.С. Никулин и др. – Москва: Машиностроение, 1980. – 500 с. с ил.
4. **Кочергин, А.И.** Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов: Курсовое проектирование. – Минск. : Высшейшая школа, 1991- 186 с. с ил.
5. **Пуш, В.С.** Конструирование станков. - Москва.: Машиностроение, 1977.- 390 с. ил.
6. **Рабинович, А.Н.,** Смилявский В.М., Милевский Э.Б. Коробки скоростей металлорежущих станков. – Львов: Изд-во Львовского университета, 1968.
7. Методические указания к выполнению контрольной работы №2 «Кинематический расчет привода главного движения станка».- Харьков, ХПИ, 1982. – 20 с.
8. **Коротун, М.М.** 3510 Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з теми «Проектування та розрахунки привода верстатів» [Текст] : для студ. напряму підготовки 6.050503, 7.05050301, 8.05050301 усіх форм навчання / М.М. Коротун, О.В. Івченко. – Суми-СумДУ, 2013. – 35 с.
9. **Бушуев, В. В.** Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. – Москва : Машиностроение, 2006. – 448 с.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

10. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем. Т. 1. Проектирование станков / Проников А. С. и др. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1994. – 356 с.
11. **Пуш, В.Э.** Конструирование металлорежущих станков / В. Э. Пуш. – Москва : Машиностроение, 1977. – 390 с.
12. **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.
13. **Кочергин, А. И.** Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование : учеб. пос. / А. И. Кочергин. – Минск : Вышэйшая школа, 1991. – 382 с.
14. **Гжиров, Р.И.** Краткий справочник конструктора: Справочник - Ленинград: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. - 464с., ил.
15. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1985. - 656 с., ил.
16. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т./Ред. совет: Б.Н. Вардашкин и др. - Москва: Машиностроение, 1984. - Т.2/Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. 1984. - 656с., ил.
17. **Кушніров, П. В.** 2659 Методичні вказівки до практичних занять з курсу "Технологічна оснастка" [Текст] : для студ. за напрямом підготовки 6.050502 - «Інженерна механіка» (спец. "Технологія машинобудування", "Металорізальні верстати та системи", "Інструментальне виробництво") денної та заочної форм навчання. Ч.1 / П. В. Кушніров. – Суми : СумДУ, 2009. – 52 с. – 4-66.
18. **Чумаков Г.С.** Технологическая оснастка: Учебный пособник. - Суми: Изд-во СумГУ, 2001. - 216с.
19. Охрана труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ohranatruda.in.ua/pages/4383/>.

					КРБ ВІ-16510041-ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		