

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»**

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

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проєкту)

першої (бакалаврський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему «Розширення технологічних можливостей токарного верстата
з ЧПК за рахунок встановлення фрезерного інструменту»

*Виконав: студент IV курсу, групи VI-81-0
спеціальності:*

133«Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми:

«Металорізальні верстати та системи»

(назва освітньої програми)

Дмитрій МІКУЛІН

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Сергій НЕКРАСОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент

Андрій ДОВГОПОЛОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2022 року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	<i>технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітньо-науковий рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Спеціальність	<i>133 «Галузеве машинобудування»</i>
Освітня програма	(шифр і назва) <i>«Металорізальні верстати та системи»</i> (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів
_____ Віталій ІВАНОВ
«__» _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

Мікулін Дмитрій Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Розширення технологічних можливостей токарного верстата
З ЧПК за рахунок встановлення фрезерного інструменту.*

керівник проекту *Некрасов Сергій Сергійович, канд. техн. наук, доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «13» квітня 2022 року № 0245-VI

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «15» червня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

3.1 Креслення верстата

3.2 Паспорт верстата

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

4.1 Аналіз конструкції пристроїв та механізмів верстата

4.2 Кінематика верстату

4.3 Модернізація приводу верстата

4.4 Технологічна частина

4.5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Зміст графічної частини (перелік креслень, які потрібно розробити)

5.1 Креслення деталі

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.3 Креслення операційного налагодження

5.4 Креслення верстатного пристрою

6. Інша конструкторська та технологічна документація

5. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання <<___>> _____ 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	30.04.2022	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	06.05.2022	
3	Оформлення пояснювальної записки	13.05.2022	
4	Оформлення комплексу технологічної документації	17.05.2022	
5	Оформлення креслень	29.05.2022	

Студент

_____ (підпис)

Керівник роботи (проєкту)

_____ (підпис)

Дмитрій МІКУЛІН

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Сергій НЕКРАСОВ

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

МІНСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«_____» *червня* 2022 р.

**РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТОКАРНОГО
ВЕРСТАТА З ЧПК ЗА РАХУНОК ВСТАНОВЛЕННЯ ФРЕЗЕРНОГО
ІНСТРУМЕНТУ**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра
Спеціальність – *133 «Галузеве машинобудування»*
Освітня програма – *«Металорізальні верстати та системи»*

Студент

Дмитрій МІКУЛІН

Керівник

Сергій НЕКРАСОВ

Нормоконтроль

Артем ЄВТУХОВ

РЕФЕРАТ

Записка: сторінок - 84, рисунків - 25, таблиць - 23, додатків - 4, джерел літератури - 15.

Об'єкт дослідження – верстат 16K20Ф3С32.

У даній роботі проаналізовано службове призначення машини, вузла і деталі коробки швидкостей - Шестерні; технічні вимоги, пропоновані до деталі. В роботі розроблена операційна технологія для трьох операцій технологічного процесу виготовлення деталі «Шестерня». На ці операції розраховані режими різання та виконано нормування часу.

На токарну операцію виконано операційне налагодження, також спроектований спеціальний верстатний пристрій на фрезерну з ЧПК операцію. Обрані верстатні пристрої на інші операції, а також ріжучий і вимірювальний інструмент для обробки даної деталі на всіх технологічних операціях.

Виконаний розділ з дисципліни охорона праці.

Складено комплект технологічної документації.

ВЕРСТАТ З ЧПК, ПРИВІД, МОДЕРНІЗАЦІЯ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ,
ШЕСТЕРНЯ

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЇВ ТА МЕХАНІЗМІВ ВЕРСТАТА... 7	
2 КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРИВОДУ (ПРИВОДІВ)..... 14	
2.1 Вибір структурної формули приводу..... 15	
2.2 Визначення кількості валів у приводі..... 15	
2.3 Виконання первісного варіанту кінематичної схеми 16	
2.4 Складання структурних формул у розгорнутому вигляді 16	
2.5 Побудова структурних сіток..... 18	
2.6 Аналіз структурних сіток 22	
2.7 Побудова графіка частот обертання шпинделя 22	
2.8 Визначення кількості зубців зубчастих коліс 24	
2.9 Підрахування фактичних частот обертання шпинделя..... 25	
3 КОНСТРУЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНКИ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДА ВЕРСТАТА..... 26	
3.1 Використання приводного різального інструменту для модернізації приводу 26	
3.2 Проектний розрахунок і методика конструювання приводу верстата 28	
3.3 Розрахунок валів 33	
3.4 Уточнюючий (перевірний) розрахунок валів..... 35	
3.5 Геометричний розрахунок зубчастих коліс 39	
4 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ШЕСТЕРНІ 43	
4.2 Аналіз технічних умов та вимог до конструкції деталі. Визначення технологічних завдань щодо її виготовлення..... 44	
4.5 Розроблення технологічного процесу..... 46	
4.6 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів 58	
4.7 Проектування верстатного пристрою 60	

ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	75
ДОДАТОК А.....	77
ДОДАТОК Б	79

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВСТУП

Прогрес усіх галузей народного господарства країни нерозривно пов'язаний із рівнем розвитку машинобудування та його базовою галуззю, яким є верстатобудування. Рівень машинобудування багато чому визначає якість і кількість виробів, що випускаються усіма галузями, які забезпечують функціонування ринкової економіки. Тому ефективного розвитку машинобудування приділяється увага у наш час.

Особливий вплив на сучасне машинобудування мав розвиток обчислювальної техніки, що спричинило створення гнучких виробничих систем. Сформовані на основі керуючих обчислювальних машин та верстатів з числовим програмним управлінням, а також промислових роботів, подібні комплекси міцно увійшли до структури обладнання сучасних машинобудівних заводів.

Розвиток мережі малих підприємств призвело до необхідності проводити модернізацію устаткування, зокрема, з ЧПК, якого належить верстат 16K20Ф3С32. У умовах необхідний новий підхід, відповідний сучасним вимогам, здатний забезпечити підвищення продуктивності праці при невеликих інвестиціях при номенклатурі виробів, що постійно змінюються. Сьогодні заводам потрібні засоби механізації та вдосконалення технологічного оснащення, необхідне створення нового високопродуктивного технологічного оснащення. Також потрібно освоїти розширення технологічних можливостей верстатів. Розширення технологічних можливостей обладнання переважно досягається вдосконаленням самих верстатів, збільшенням їх надійності, точності, застосуванням різних пристроїв, досконалого ріжучого інструменту.

Пропонований високий рівень автоматизації може бути досягнутий для виготовлення у звичайних виробничих умовах, причому забезпечує при невеликих витратах перетворення верстата в верстатний комплекс, що виконує значно більшу кількість різноманітних видів робіт в порівнянні зі звичайним універсальним обладнанням.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЇВ ТА МЕХАНІЗМІВ ВЕРСТАТА

1.1 Призначення та технічні характеристики верстата з ЧПК моделі 16K20Ф3С32

Верстат токарний патронно-центровий з числовим програмним керуванням (ЧПК) моделі 16K20Ф3С32 призначений для токарної обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей типу тіл обертання зі ступінчастим і криволінійним профілем різної складності в один або кілька проходів у замкненому напівавтоматичному циклі і нарізанні. У цього верстата є УЧПК типу 2P22 із введенням програм з клавіатури, магнітних касет або з перфоленти.

Верстат призначений переважно для центрових робіт і може оснащуватися системами контурного програмного управління, як вітчизняного, так і іноземного виробництва. Програма переміщень інструменту і допоміжні команди записуються в одному зі стандартних кодів.

Верстати застосовуються в індивідуальному, дрібносерійному та серійному виробництвах з невеликими повторюючими партіями.

Клас точності верстата – П.

Технічні характеристики верстата 16K20Ф3С32 дані в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики верстата 16K20Ф3С32

Найменування параметрів	Одиниця виміру	Величина параметрів
Найбільший діаметр виробу, що обробляється над станиною	мм	500
Найбільший діаметр виробу, що обробляється над супортом	мм	220
Найбільший діаметр прутка, що проходить через отвір у шпинделі	мм	55
Найбільша довжина виробу, що обробляється	мм	1000
Найбільша довжина поздовжнього переміщення каретки	мм	905

Найбільша довжина ходу поперечного супорта	мм	250	
Кількість робочих швидкостей шпинделя		22	
Межі чисел оборотів шпинделя	об/хв	20...2240	
Кількість швидкостей, що автоматично перемикаються		9	
Діапазон автоматичного перемикавання		16	
Діапазон швидкостей шпинделя, що встановлюється вручну, I - II - III -	об/хв	20÷325 63÷900 160÷2240	
Центр пінолі задньої бабки ГОСТ 13214-67		7032-0045 Морзе №5	
Центр шпинделя передньої бабки ГОСТ 13214-67		7032-0043 Морзе №6	
Кінець шпинделя ГОСТ 12593-72		6К	
Максимальна швидкість поздовжньої подачі при врізанні різьблення	мм/хв	2000	
Межі кроків різей	мм	0,01÷40,95	
Діапазон швидкостей подач	Поздовжніх	мм/хв	3÷1200
	Поперечних		1,5÷600
Швидкість швидких ходів	Поздовжніх	мм/хв	7500
	Поперечних		5000
Дискретність переміщення	Поздовжніх		0,01
	Поперечних		0,005
Висота різця	мм	25	
Кількість позицій на поворотному різцетримці		6	
Габаритні розміри верстата (без гідроагрегату, електрошафи приводу подач та пульта ЧПК) довжина, ширина, висота	мм	3250× 1700×2145	
Маса верстата без урахування ЧПК, не більше	кг	3800	

1.2 Застосування токарного верстата з ЧПК моделі 16K20Ф3С32

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

На рисунку 1.1 представлено загальний вигляд верстата, де 1 - станина; 2 – автоматизована коробка швидкостей; 3, 5 – пульти програмного управління; 4 – електрошафа; 6 – шпindelна бабка; 7 – захисний екран; 8 – задня бабка; 9 – гідропідсилувач; 10 – гідростанція.

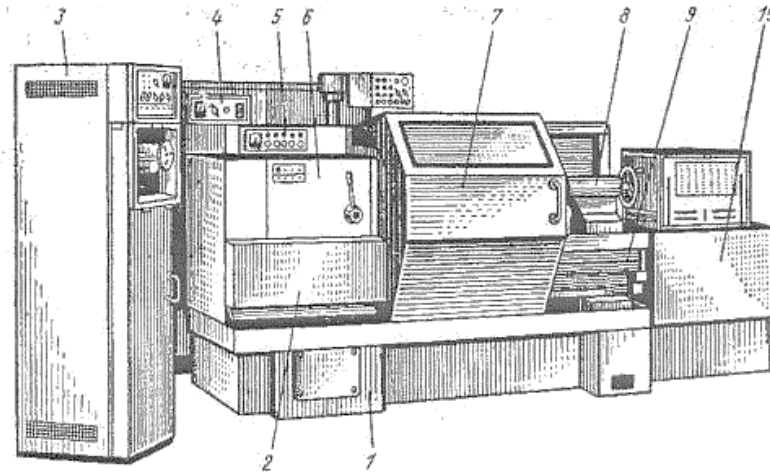


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд верстата 16K20ФЗС32

На рисунку 1.2 представлена загальна принципова схема кінематичних зв'язків токарно-гвинторізного верстата.

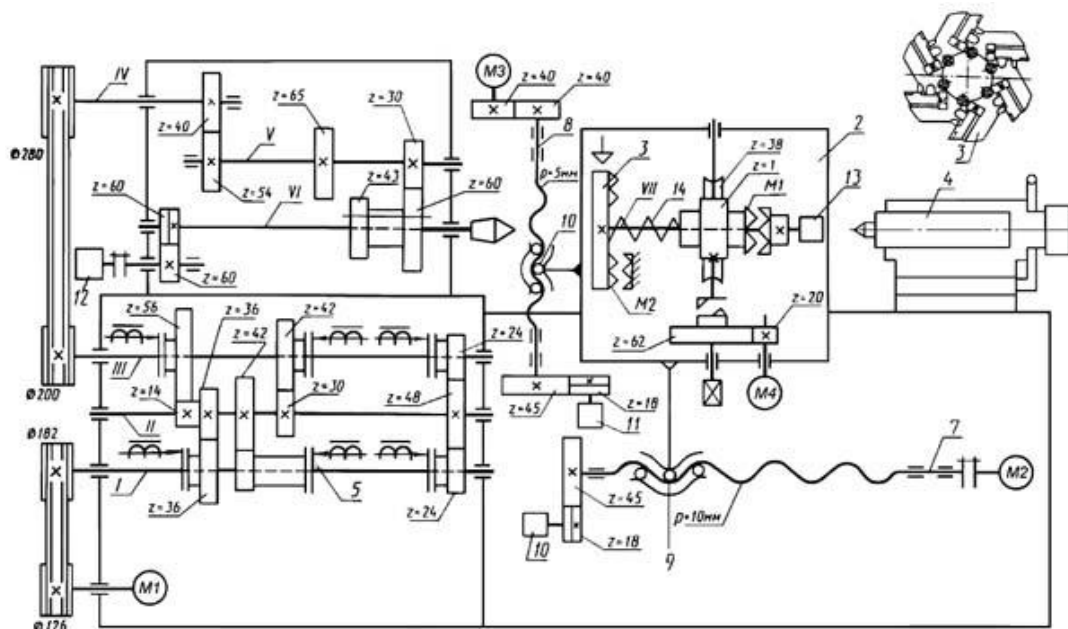


Рисунок 1.2 – Загальна принципова схема кінематичних зв'язків токарно-гвинторізного верстата 16K20ФЗС32

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Головний рух повідомляється шпинделем VI. Джерелом руху є електродвигун М1. Автоматична коробка швидкостей (АКС) з електромагнітними муфтами 5 забезпечує автоматичне перемикання частоти обертання. Коробка пов'язана з двигуном та зі шпиндельною бабкою клинопасовими передачами.

Обертання в передній бабці з вала IV передається через зубчасті колеса на вал V і далі включенням зубчастих коліс або шпиндель VI. При включенні зубчастої пари шпиндель отримує частоти обертання $35 \dots 560 \text{ хв}^{-1}$, а при включенні зубчастих коліс – $100 \dots 1600 \text{ хв}^{-1}$. Таким чином, шпиндель може отримати 18 частот обертання ($9 + 9$), але так як 6 з них повторюються, він має дванадцять робочих частот обертання $35 \dots 1600 \text{ хв}^{-1}$.

Приводи поздовжньої та поперечної подачі можуть мати два виконання: кроковий електрогідравлічний (розімкнена система ЧПК) та з регульованими електродвигунами постійного струму. У приводах подачі застосовують безззорні кулькові передачі 9 і 10 з кроком $p = 10 \text{ мм}$ для поздовжнього і кроком $p = 5 \text{ мм}$ для поперечного переміщення. Поздовжнє і поперечне переміщення каретки 2 контролюються датчиками зворотного зв'язку 10 і 11 відповідно, які обертаються від ходових гвинтів через зубчасті беззорі передачі.

Для нарізування різей за програмою верстат оснащений датчиком нарізування різей 12 типу ВЕ-51. Обертання датчика здійснюється також через беззору зубчасту передачу. Поворот різцетримача походить від електродвигуна М4 через передачі і, причому в початковий момент руху муфти М1 вал VII подається вліво, торцева плоскозуба муфта М2 розчіпляється, і відбувається поворот різцетримача в потрібну позицію, яка контролюється спеціальним блоком кінцевих вимикачів 13 і 3. муфти М1 змінюється, вал VII подається вправо, стискаючи пружину 14, і різцетримач фіксується муфтою М2. Починається цикл обробки.

1.3 Опис роботи окремих вузлів верстата з ЧПК моделі 16К20Ф3С32

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Верстат має традиційну для токарних верстатів компоновку. Станина коробчастої форми із поперечними ребрами. Напрямні станини термооброблені, шліфовані. Каретка супорта з поворотним різцеутримувачем переміщається по нерівносторонній призматичній передній та плоскій задній напрямній, задня бабка – по передній плоскій та задній нерівнобокій призматичній напрямній.

Автоматична коробка швидкостей та передачі в шпindelній бабці забезпечують головний рух – обертання шпинделя, а рух подачі інструмент отримує від приводів поздовжніх і поперечних подач.

Розглянемо основні механізми та вузли верстата. Основа верстата – монолітний виливок, на якому встановлюється станина. У лівій ніші основи розміщена моторна установка, на задній стороні основи кріпиться автоматична коробка швидкостей. Середня частина підстави служить збіркою для стружки та рідини, що охолоджує.

Перший відсік є резервуаром для рідини, що охолоджує, в ньому монтується насос охолодження.

Станина верстата – коробчастої форми з поперечними ребрами П-подібного профілю, що направляють гартвані, шліфовані. Для переміщення каретки служить нерівнобока передня призматична і плоска задня напрямні. У правій частині станини кріпиться привід поздовжньої подачі.

Привід головного руху включає моторну установку з асинхронним електродвигуном, автоматичну 9-швидкісну коробку швидкостей КС-309-16-51, шпindelьну бабку, з'єднаних клинопасовими передачами. У шпindelьній бабці передбачено перемикання вручну трьох діапазонів швидкостей із співвідношенням 1:4 і 1:2,5, що разом із 9-швидкісною коробкою швидкостей забезпечує отримання 22-х швидкостей шпинделя в діапазонах $12,5 \div 200$; $50 \div 800$ та $125 \div 2000$ об/хв (по 9 швидкостей у кожному діапазоні) при основному виконанні верстата з електродвигуном 1460 об/хв.

Різенарізання здійснюється за допомогою фотоелектричного різенарізного датчика, встановленого на шпindelьній бабці.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Встановлена на верстаті АКС має 6 електромагнітних муфт, включення яких у певній послідовності дозволяє отримувати 9 ступенів швидкості та гальмувати шпиндель верстата.

Привід поперечної подачі монтується на задній стороні каретки і включає приводний двигун, одноступінчастий редуктор і передачу кулькову гвинт-гайка кочення з умовним діаметром 40 мм, кроком 5 мм. Редуктор має 2 виконання: для електрогідравлічного крокового приводу та для установки електродвигуна постійного струму. У конструкції передбачена можливість встановлення датчика зворотного зв'язку.

Супорт та каретка - традиційного типу відключаються збільшенням висоти каретки та супорта для підвищення жорсткості та можливості встановлення кулькового гвинта, поперечної подачі діаметром 40 мм.

Установка передньої бабки віссю шпинделя по розрахунковій лінії центрів верстата на станині проводиться двома гвинтами. Мастило передньої бабки централізоване від спеціальної станції мастила, що монтується на підставі верстата.

Вибір радіального зазору в задньому підшипнику та компенсації теплових деформацій проводиться під дією пружин. Підшипники регулюються на заводі-виробнику верстата та не вимагають регулювання в процесі експлуатації верстата.

Для постійної вибірки люфта в зубчастому зачепленні шестерня постійно піджимається пружинами. Роздільна здатність датчика 1000 імпульсів на оберт і 1 нульовий імпульс для позначки «нульового» положення шпинделя при введенні в нитку при нарізанні різі в кілька проходів.

Мастило шпиндельної бабки централізоване. Привід поздовжньої подачі включає одноступінчастий редуктор, опори ходового гвинта і кулькову передачу гвинт-гайка кочення з умовним діаметром 63 мм, кроком 10 мм. Креслення приводу дано на рисунку 1.3.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Редуктор має 2 виконання: для гідравлічного крокового приводу та для установки електродвигуна постійного струму. У конструкції передбачена можливість встановлення датчика зворотного зв'язку.

Поворотний різцетримач верстата 16K20ФЗС32. Це 6-ти позиційний вузол із горизонтальною віссю обертання, який встановлюється на поперечному супорті. У спеціальній інструментальній головці встановлюється: 6 різців-вставок або 3 інструментальні блоки.

Як пристрій для закріплення різального інструменту використовується поворотний різцетримач (рис.1.4). У цій спеціальній інструментальній головці встановлюють шість різців-вставок або три інструментальні блоки.

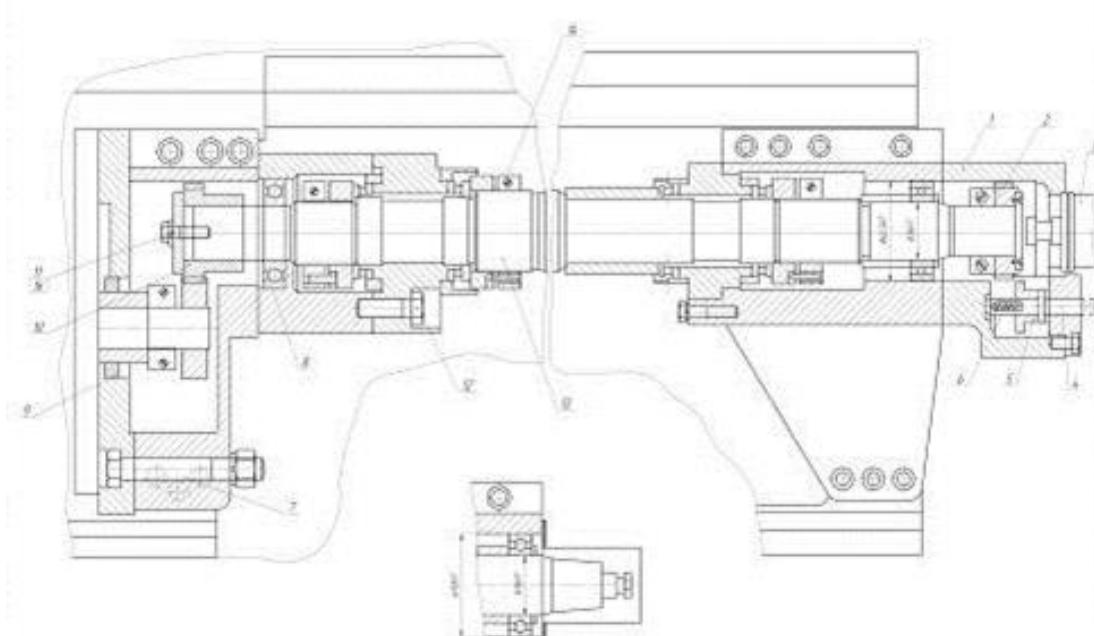


Рисунок 1.3 – Привод поздовжньої подачі токарно-гвинторізного верстата
16K20ФЗС32

Знімну інструментальну головку встановлюють на вихідному валу 1 різцетримача. Головка пов'язана з рухомою частиною 2 плоскозубою муфтою. Різцетримач повертається електродвигуном через 10 зубчасті колеса, черв'ячну передачу і кулачкову муфту 4, частина 5 якої жорстко пов'язана з валом різцетримача.

У початковий момент руху цієї кулачкової муфти вал 1 переміщається вліво; відбувається розчеплення плоскозубої муфти 2-3 та поворот у потрібну

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

позицію. Поворот визначається сигналами, що надходять від відповідних кінцевих вимикачів 8, замикаються упорами 7, встановленими на кільці 6.

Потім відбувається реверсування електродвигуна. Муфта 4 починає обертатися в інший бік. Рухлива частина 2 плоскозубої муфти з інструментальною головкою утримується від повороту фіксатором 9. Кулачки напівмуфти 5 стискають пружину 11, і рухома частина 2 плоскозубої муфти фіксується на зубах нерухої напівмуфти.

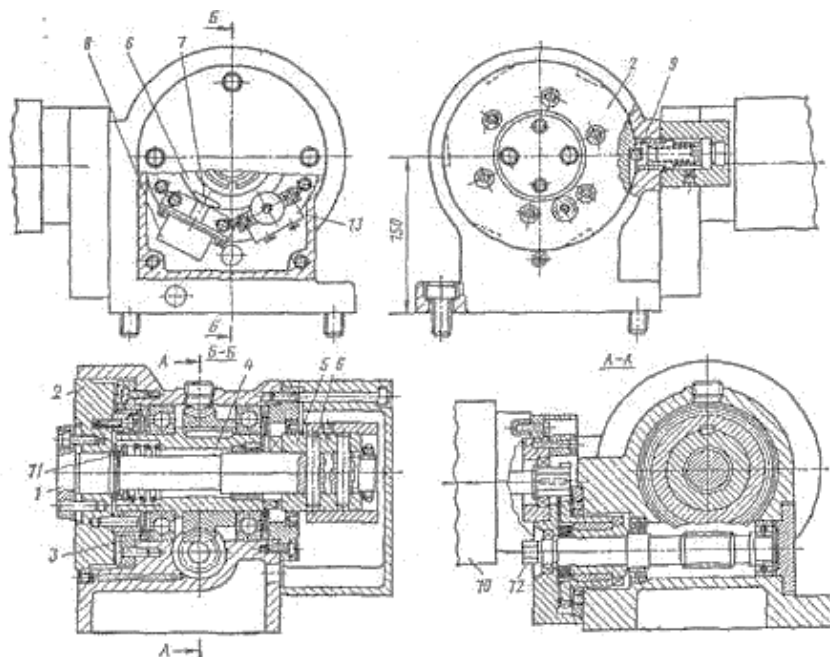


Рисунок 1.4 – Поворотний різцетримач токарно-гвинторізного верстата
16K20ФЗС32

Таким чином, інструментальна знімна головка, встановлюється на вихідному валу різцетримача і жорстко пов'язана з рухомою частиною плоскозубчастої муфти. Поворот здійснюється від електродвигуна через черв'ячну передачу, обертання передається на кулачкову муфту.

Огородження – нерухоме, щитового типу зі знімними щитками із задньої сторони верстата і переднє рухоме з прозорим екраном для спостереження, повністю закриває зону різання.

2 КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРИВОДУ (ПРИВОДІВ)

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Залежно від універсальності, кінематична структура токарного верстата може мати різні групи або деякі з них. Найбільш складна кінематична структура у токарно-гвинторізного верстата.

2.1 Вибір структурної формули приводу

Приводи металорізальних верстатів призначені для здійснення робочих, допоміжних та установчих переміщень інструментів та заготовок:

- приводи головного руху, які забезпечують швидкість різання;
- приводи подачі, які забезпечують координатні переміщення;
- приводи допоміжних переміщень.

Модернізацію коробки швидкостей виконуємо за такими вихідними даними: частота обертання вала двигуна $n_{дв} = 1460 \text{ хв}^{-1}$, мінімальна частота обертання шпинделя $n_{min} = 12,5 \text{ хв}^{-1}$, знаменник геометричного ряду $\phi = 1,26$, кількість ступенів частот $Z = 24$.

Структурна формула приводу має такий вигляд:

$$Z = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot \dots \cdot P_i, \quad (2.1)$$

де Z – кількість швидкісних щаблів коробки швидкостей за завданням;

i – порядок розміщення деякої групи у напрямку передачі руху;

P – кількість передач у групі.

Для кількості передач $Z = 24$ можуть бути такі структурні формули:

$Z = 2 \cdot 3 \cdot 4$, $2 \cdot 2 \cdot 6$, $2 \cdot 4 \cdot 3$ та деякі інші варіанти. Слід зазначити, що з точки зору математики формули рівнозначні, тому що відповідають вимогам $Z = 18$.

Формули є рівнозначними з математичної точки зору, тому що відповідають вимогам $Z = 24$, але з точки зору механіки вони зовсім різні. Найбільш оптимальним варіантом з усіх представлених є варіант $Z = 2 \cdot 3 \cdot 4$.

2.2 Визначення кількості валів у приводі

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

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

$$B = m + 1 \quad (2.2)$$

де m – кількість груп передач приводу.

Для обраної оптимальної структурної формули $Z = 2 \cdot 3 \cdot 4$, $m = 4$, тоді за формулою кількість валів $B = 5$.

2.3 Виконання первісного варіанту кінематичної схеми

На рисунку 2.1 зображений первісний варіант кінематичної структури забезпечує виконання всіх виконавчих рухів, необхідних для формоутворення: переміщення інструменту для отримання заданого розміру здійснюється механізмами подачі, врізання, наприклад, при обробці канавки – механізмом поперечної подачі; розподіл виконується поворотом шпинделя із заготовкою.

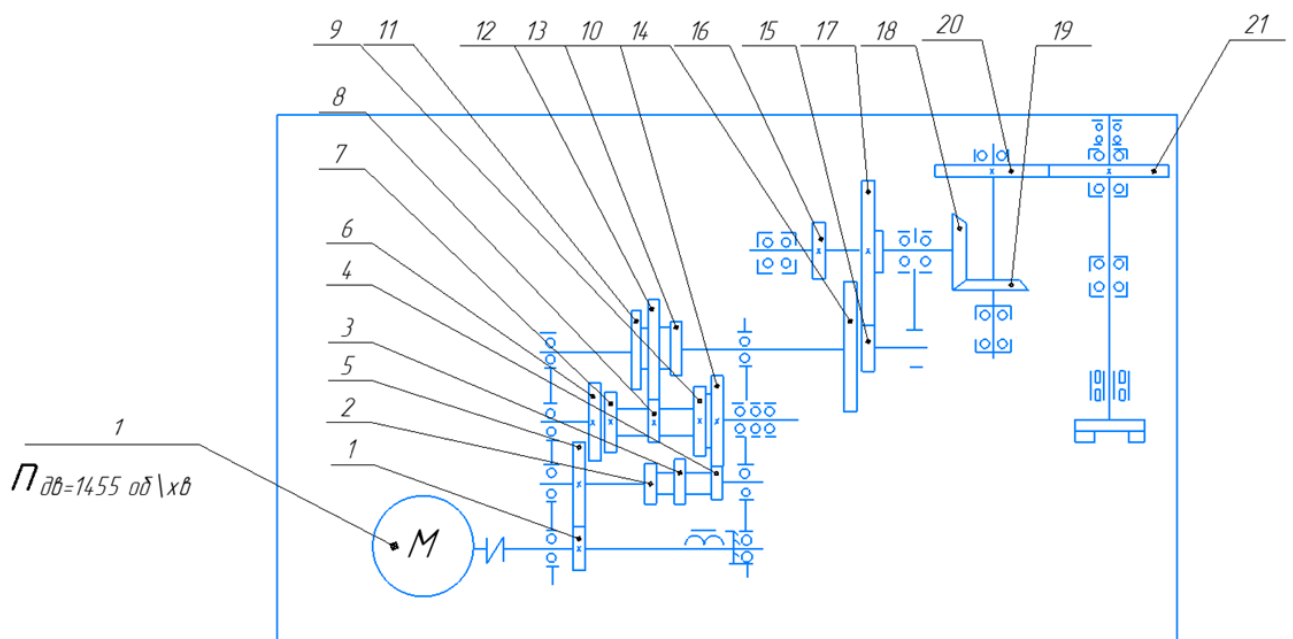


Рисунок 2.1 – Первісний варіант кінематичної схеми верстата 16K20Ф3С32

2.4 Складання структурних формул у розгорнутому вигляді

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

$$Z = P_1(X_1) \cdot P_2(X_2) \cdot P_3(X_3) \cdot \dots \cdot P_m(X_m) \quad (2.3)$$

Запишемо формули спочатку в загальному вигляді:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Отримаємо такі значення після підстановки кількості перемикачів:

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

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

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

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

$$3) Z = 2(1) \cdot 3(8) \cdot 4(2)$$

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

$$4) Z = 2(4) \cdot 3(8) \cdot 4(1)$$

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

$$5) Z = 2(12) \cdot 3(4) \cdot 4(1)$$

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

$$6) Z = 2(12) \cdot 3(1) \cdot 4(3)$$

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

2.5 Побудова структурних сіток

Структурні сітки – це симетричні діаграми, які у розгорнутому вигляді відображають структурні формули та кількість груп перемикачів, характер перемикачів залежно від того, яку групу відіграє роль також вказують на кількість валів. Сітка будується на фоні або ж на полі сітки, що у свою чергу складається із вертикальних ліній, кількість яких відповідає кількості швидкісних шаблів приводу та горизонтальних, які визначають вали. Нульова точка частот розміщується посередині лінії, оскільки сітка симетрична діаграма, що відповідає першому валу. Відстань береться між вертикалями такою, що дорівнює характеристиці $X=1$.

Структурна формула такого приводу буде виглядати так: $z = z_0 \cdot (i+z_1)$, що класифікується як складна структура розмножувального типу (тип А) з частковим випаданням або збігом швидкостей для досягнення необхідного діапазону регулювання з передавальним шаблем і однією додатковою структурою (z_1).

Оскільки привід роздільний, то основну структуру (z_0), що бере участь у створенні як свого, так і інших діапазонів регулювання, відносимо до автоматичної коробки швидкостей, а передавальний ступінь та додаткову структуру з однією кінематичною групою – до шпindelної бабки.

Розподіляючи число шаблів швидкості при складній структурі приводу, приймаємо $z_0 = 12$ як одне з можливих значень для стандартизованих автоматичних коробок швидкостей, а $z_1 = 2$, що дозволяє отримати необхідну загальну кількість ступенів швидкості $z = 24$, причому із збігом деяких швидкостей. Для прийнятого числа шаблів основної структури можливі такі структурні формули:

$$z = 24 = 2 \cdot 3 \cdot 4,$$

$$z = 12 = 2 \cdot 2 \cdot 6,$$

$$z = 12 = 3 \cdot 2 \cdot 4.$$

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

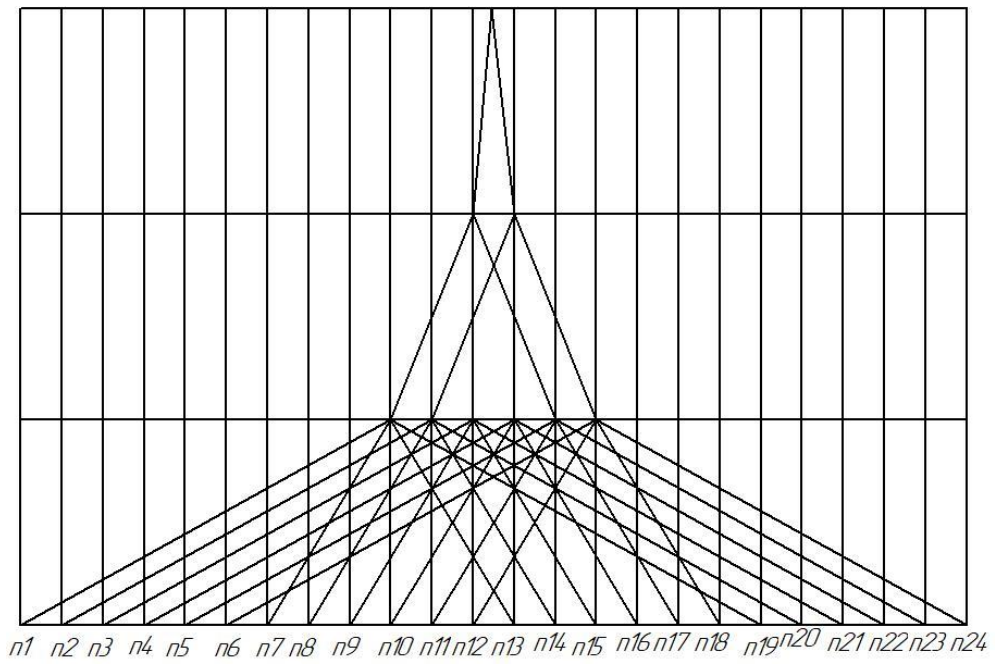


Рисунок 2.2 – Графік частот $Z = 2 (1) \cdot 3(2) \cdot 4(6)$

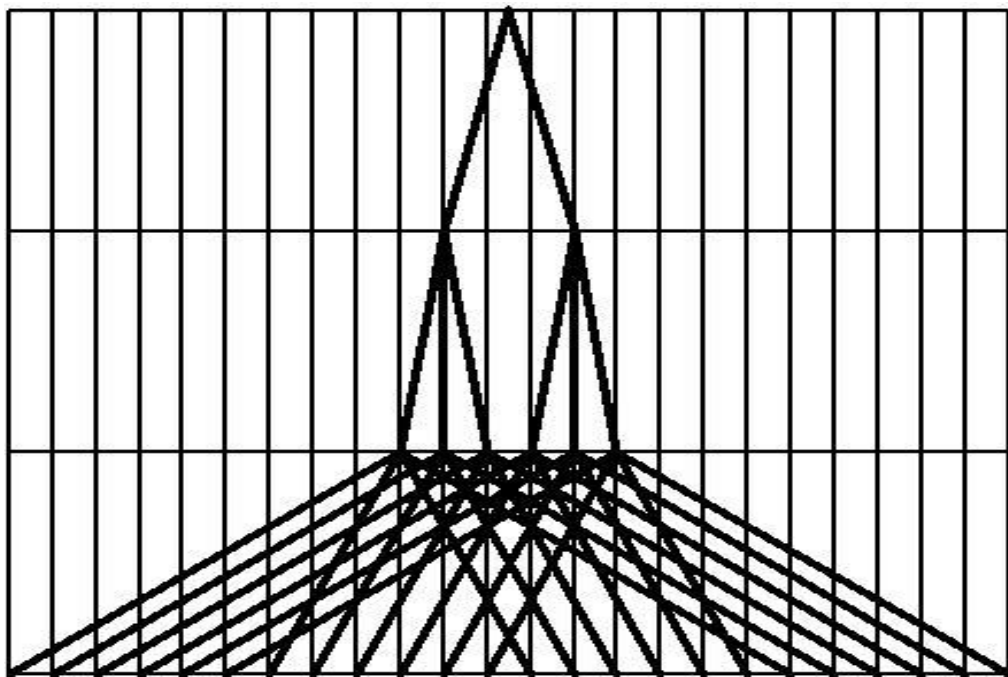


Рисунок 2.3 – Графік частот $Z = 2 (3) \cdot 3(1) \cdot 4(6)$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

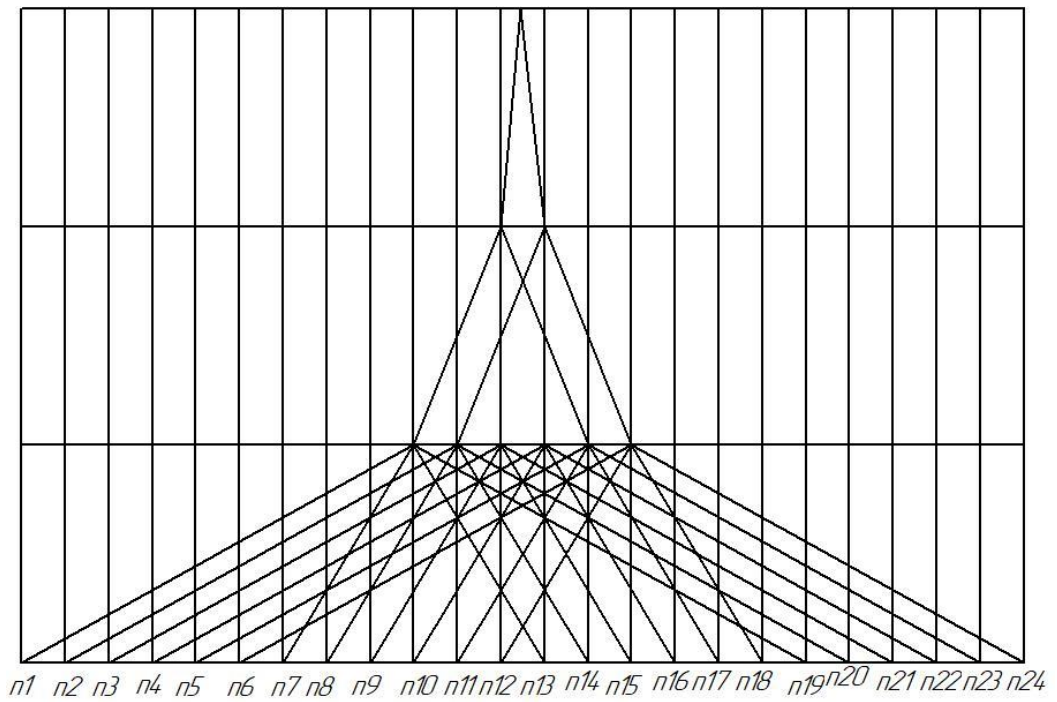


Рисунок 2.4 – Графік частот $Z = 2 (1) \cdot 3(8) \cdot 4(2)$

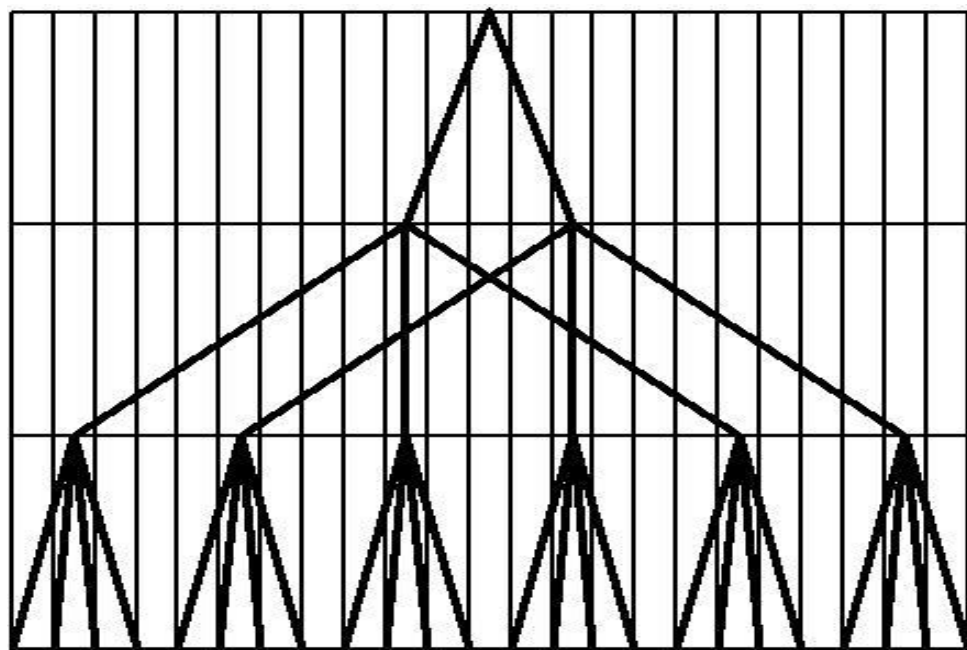


Рисунок 2.5 – Графік частот $Z = 2 (4) \cdot 3(8) \cdot 4(1)$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВІ 17630376-00 ПЗ

Лист

20

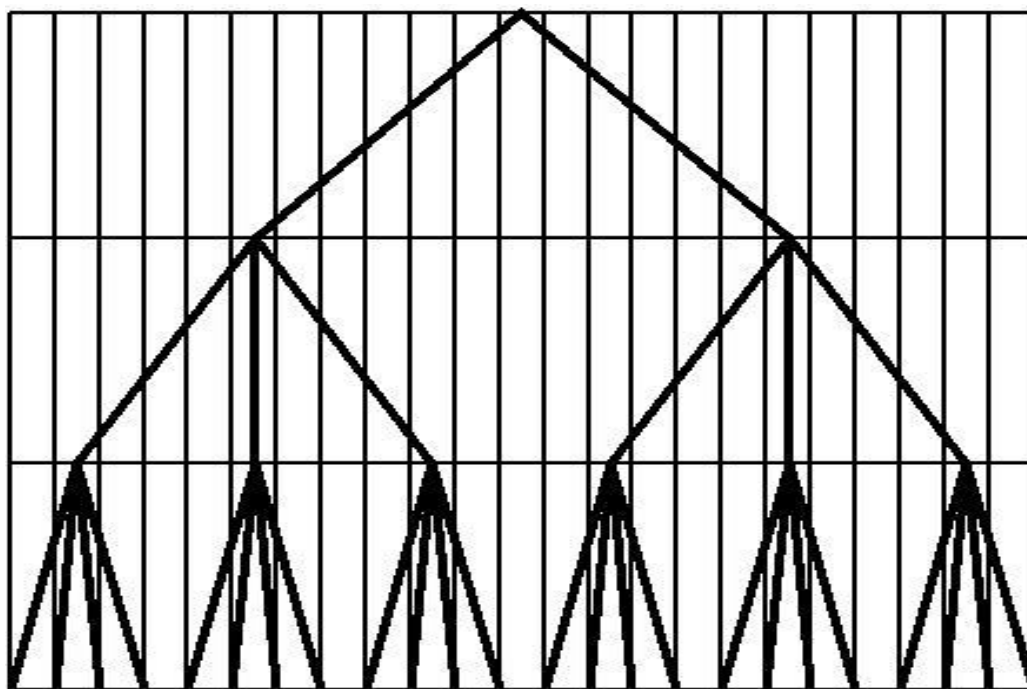


Рисунок 2.6 – Графік частот $Z = 2(12) \cdot 3(4) \cdot 4(1)$

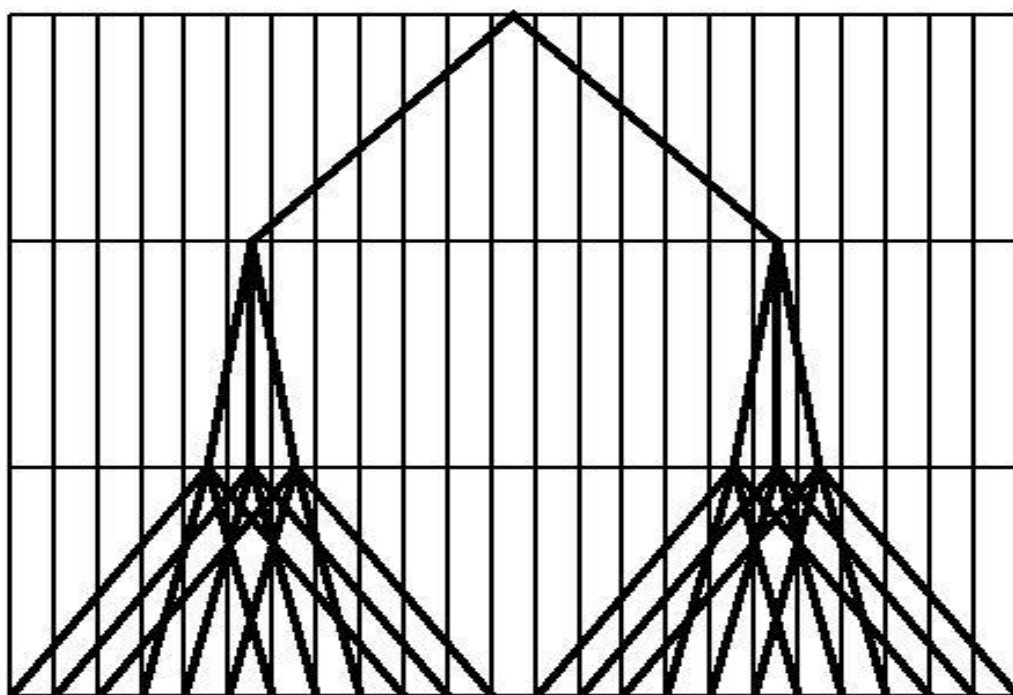


Рисунок 2.7 – Графік частот $Z = 2(12) \cdot 3(1) \cdot 4(3)$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВІ 17630376-00 ПЗ

2.6 Аналіз структурних сіток

Навіть одночасне порівняння структурних сіток показує, що вони мають різний вигляд. Оптимальним вважається такий варіант, у якого відрізки, що визначають передатні відношення між валами, поступово розходяться від першого валу до четвертого. Порівняння наведених варіантів дає змогу визначити, що серед представлених найкращий варіант перший, а найгірший. Тому для подальшого графоаналітичного розрахунку зупиняємось на першому варіанті структурних сіток як оптимальному.

2.7 Побудова графіка частот обертання шпинделя

Мінімальна частота $n_{\min} = 31,5 \text{ хв}^{-1}$, знаменник ряду частот обертання $\varphi = 1,26$, кількість передач $Z = 22$. З цих даних розраховуємо геометричний ряд частот $n_1 = 31,5, n_2 = 40, n_3 = 50, n_4 = 63, n_5 = 80, n_6 = 100, n_7 = 125, n_8 = 160, n_9 = 200, n_{10} = 250, n_{11} = 315, n_{16} = 1000$. Також додаємо в графік ще один вал, який потрібен для зменшення переданих відношень. Передавальних відносин окремих передач у групах та фактичних значень частот обертання, структурна сітка не дає. Щоб визначити ці величини, треба побудувати інший графік – графік частот обертання. Даний графік є фактичною картиною частот обертання вихідного органу нашого приводу.

Для побудови графіка потрібно знати:

- 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 $n_{\text{дв}}$;
- 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 2.8 зображено графік частот обертання шпинделя приводу станка (без розрахунку передатних відношень).

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

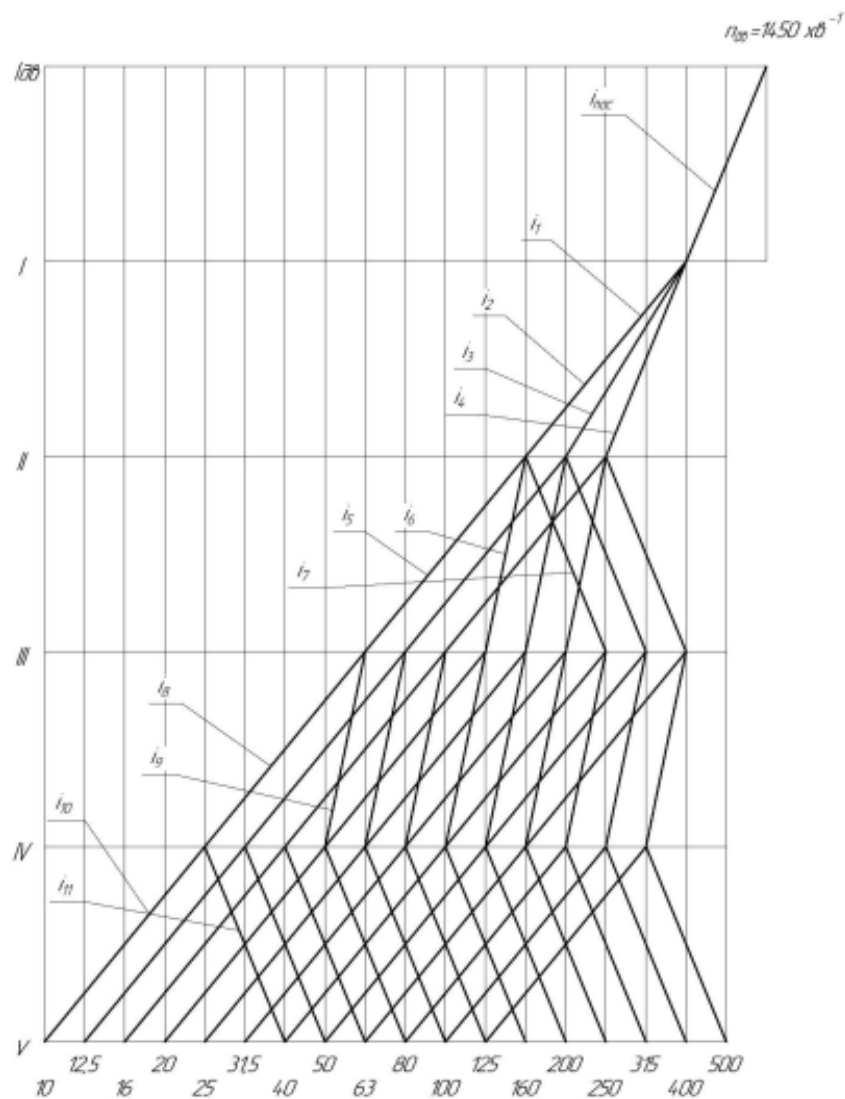


Рисунок 2.8 – Графік частот обертання шпинделя привода верстата (без розрахунку передатних відношень)

При розробці кінематичної схеми верстата в першу чергу необхідно вирішити питання вибору типу приводу. Привід – джерело руху і сукупність механізмів, що передають рух до кінцевих ланках верстата. Верстат може мати один або кілька джерел руху. Застосування декількох двигунів дозволяє скоротити кінематичні ланцюги, спростити управління, механізувати і автоматизувати верстат. Якщо ж між окремими кінематичними ланцюгами потрібна суворий взаємозв'язок, то вони повинні отримувати рух від загального двигуна. Вибір приводу має істотне значення при проектуванні нового верстата, так як це є одним з основних умов створення високоякісної й економічної продукції.

2.8 Визначення кількості зубців зубчастих коліс

Коли ГЧО побудовано, можна визначити кількість зубців зубчастих коліс у кожній парі, що позначені на первісному варіанті кінематичної схеми як Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 і т. д. Для визначення кількості зубців зубчастих коліс також існують правила. Перше правило полягає у тому, що сума зубів зубчастих коліс у двоваловій передачі залишається незмінною, 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). Суму Z визначають виходячи з того, що найменша кількість зубів на одному колесі може бути 18 – 20.

Тоді $\Sigma Z_{\min} = 40$, а відповідно $\Sigma Z_{\max} = 120$. Друге правило полягає у тому, що записують передатні відношення через кількість зубів зубчастих коліс і прирівнюють їх до передатних відношень з ГЧО через знаменник геометричного ряду. Це має такий вигляд:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{\varphi^2}; \quad \frac{z_3}{z_4} = \frac{1}{\varphi}; \quad \frac{z_5}{z_6} = \frac{1}{\varphi^0} = \frac{1}{1} = 1; \quad (2.4)$$

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

$$z_1 = \frac{\Sigma z}{1 + \varphi^2}, \quad z_2 = \Sigma Z - z_1. \quad (2.5)$$

Для визначення реальних значень потрібно задати ΣZ .

$$N_{i \text{ пас}} = 1450 \cdot \frac{127}{460} \cdot 0,985 = 400.$$

$$i_1 = \frac{1}{\varphi^4}, \quad \Sigma Z = 70, \quad Z_1 = \frac{70}{1 + 2,5} = 20; \quad Z_2 = 80 - 20 = 50. \quad \frac{20}{50}$$

$$i_2 = \frac{1}{\varphi^3}, \quad \Sigma Z = 70, \quad Z_3 = \frac{70}{1 + 2} = 23; \quad Z_4 = 80 - 23 = 47. \quad \frac{23}{47}$$

$$i_3 = \frac{1}{\varphi^2}, \quad \Sigma Z = 70, \quad Z_5 = \frac{70}{1 + 1,6} = 27; \quad Z_6 = 80 - 27 = 43. \quad \frac{27}{43}$$

$$i_4 = \frac{1}{\varphi^4}, \quad \Sigma Z = 70, \quad Z_7 = \frac{70}{1 + 2,5} = 20; \quad Z_8 = 80 - 20 = 50. \quad \frac{20}{50}$$

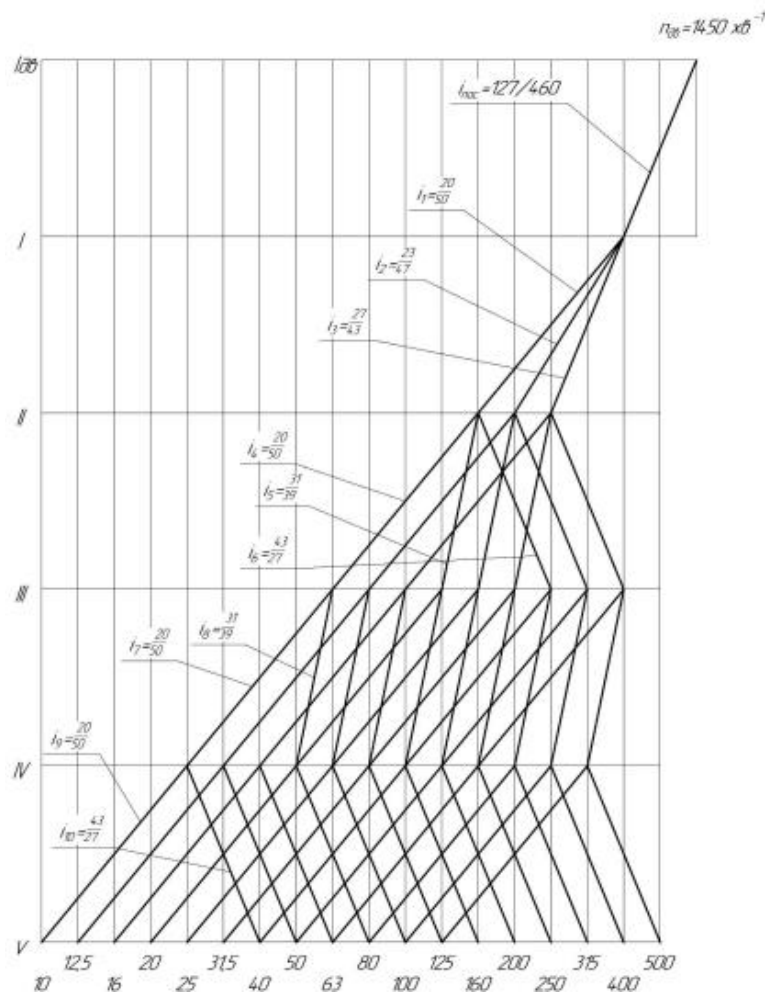
$$i_5 = \frac{1}{\varphi}, \quad \Sigma Z = 70, \quad Z_9 = \frac{70}{1 + 1,26} = 31; \quad Z_{10} = 80 - 31 = 39. \quad \frac{31}{39}$$

$$i_6 = \frac{\varphi^2}{1}, \quad \sum Z = 70, \quad Z_{12} = \frac{70}{1 + 1,6} = 27; \quad Z_{11} = 80 - 27 = 43. \quad \frac{43}{27}$$

$$i_7 = \frac{1}{\varphi^4}, \quad \sum Z = 70, \quad Z_{13} = \frac{70}{1 + 2,5} = 20; \quad Z_{14} = 80 - 20 = 60. \quad \frac{20}{50}$$

$$i_8 = \frac{1}{\varphi}, \quad \sum Z = 70, \quad Z_{15} = \frac{70}{1 + 1,26} = 31; \quad Z_{16} = 80 - 31 = 49. \quad \frac{31}{39}$$

На рисунку 2.9 зображено графік частот обертання шпинделя з підібраними передаточними відношеннями(колесами).



Рисунку 2.9 – Графік частот обертання шпинделя з підібраними передаточними відношеннями(колесами)

2.9 Підрахування фактичних частот обертання шпинделя

Якщо прораховані усі передатні відношення привода, то можна визначити фактичні частоти обертання шпинделя шляхом складання відповідних рівнянь

кінематичного балансу. Такі рівняння можна складати користуючись ГЧО. Вихідною точкою для таких розрахунків є частота 1000 хв^{-1} тому, що точка на валу одна і відповідає точці n_0 на структурних сітках. Першу, або найменшу частоту, можна отримати, якщо перемножити передатні відношення i_1, i_4, i_6 . Записати потрібно так:

$$n_1 = 1460 \cdot 51/39 \cdot 21/55 \cdot 22/88 \cdot 22/88 \cdot 26/52 = 22 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_2 = 1460 \cdot 56/34 \cdot 21/55 \cdot 22/88 \cdot 22/88 \cdot 26/52 = 28 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_3 = 1460 \cdot 51/39 \cdot 21/55 \cdot 22/88 \cdot 22/88 \cdot 26/52 = 22 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_4 = 1460 \cdot 56/34 \cdot 21/55 \cdot 22/88 \cdot 22/88 \cdot 26/52 = 28 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_5 = 1460 \cdot 51/39 \cdot 29/47 \cdot 22/88 \cdot 22/88 \cdot 26/52 = 36 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_6 = 1460 \cdot 56/34 \cdot 38/38 \cdot 22/88 \cdot 22/88 \cdot 26/52 = 75 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_7 = 1460 \cdot 51/39 \cdot 21/55 \cdot 22/88 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 91 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_8 = 1460 \cdot 56/34 \cdot 21/55 \cdot 22/88 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 114 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_9 = 1460 \cdot 51/39 \cdot 21/55 \cdot 22/88 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 91 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{10} = 1460 \cdot 56/34 \cdot 21/55 \cdot 22/88 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 114 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{11} = 1460 \cdot 51/39 \cdot 29/47 \cdot 22/88 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 147 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{12} = 1460 \cdot 56/34 \cdot 38/38 \cdot 22/88 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 300 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{13} = 1460 \cdot 51/39 \cdot 21/55 \cdot 45/45 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 364 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{14} = 1460 \cdot 56/34 \cdot 21/55 \cdot 45/45 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 459 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{15} = 1460 \cdot 51/39 \cdot 21/55 \cdot 45/45 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 364 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{16} = 1460 \cdot 56/34 \cdot 21/55 \cdot 45/45 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 459 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{17} = 1460 \cdot 51/39 \cdot 29/47 \cdot 45/45 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 589 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{18} = 1460 \cdot 56/34 \cdot 38/38 \cdot 45/45 \cdot 45/45 \cdot 26/52 = 1202 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{19} = 1460 \cdot 56/34 \cdot 21/55 \cdot 65/43 = 1387 \text{ хв}^{-1},$$

3 КОНСТРУЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНКИ МОДЕРНІЗОВАНОГО ПРИВОДА ВЕРСТАТА

3.1 Використання приводного різального інструменту для модернізації приводу

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

У сучасній механічній обробці токарні верстати з можливістю вести фрезерну обробку, зайняли вельми об'ємну нішу. З кожним роком подібні верстати набирають все більше і більше обертів. Це пов'язано, зазвичай, з певною універсальністю даного типу устаткування. Якщо задачі, що стоять перед виробництвом, підходять до реалізації на токарно-фрезерному верстаті, то вибір зазвичай робиться завжди в бік такого рішення, а не в бік двох окремих (токарного і фрезерного) верстатів. Привідний інструмент завжди несе як ряд плюсів, так і ряд обмежень.

Основними перевагами можна назвати:

скорочення виробничих площ;

скорочення обслуговуючого персоналу;

економія допоміжного часу, що досягається відсутністю додаткових установок на фрезерному верстаті;

жорстке витримування допусків щодо взаємного розташування поверхонь (робота від однієї бази).

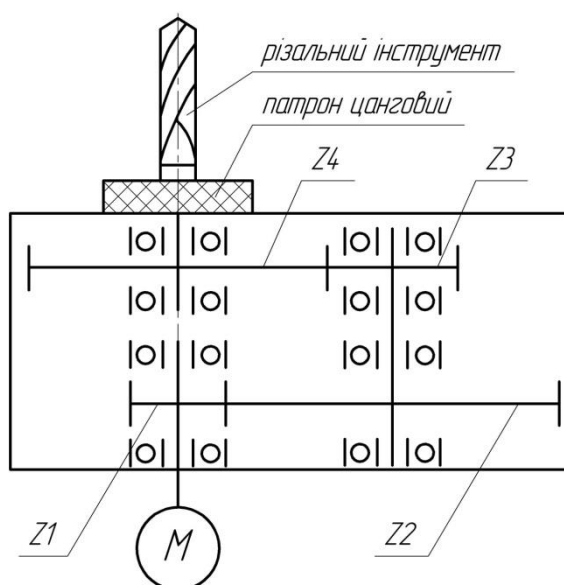


Рисунок 3.1 – Кінематична схема приводного інструменту

Обмеженнями при цьому можна вважати:

- складності налагодження та розміщення інструменту в револьвері;

- складнощі, що виникають під час підготовки УП для деталей фрезерних робіт, що потребують великого обсягу;
- зниження режимів фрезерної обробки (фрезерний привід токарного верстата не порівнюється зі шпинделем повноцінного фрезерного ОЦ);
- обмеження, пов'язані з робочими ходами верстата та Y-осі.

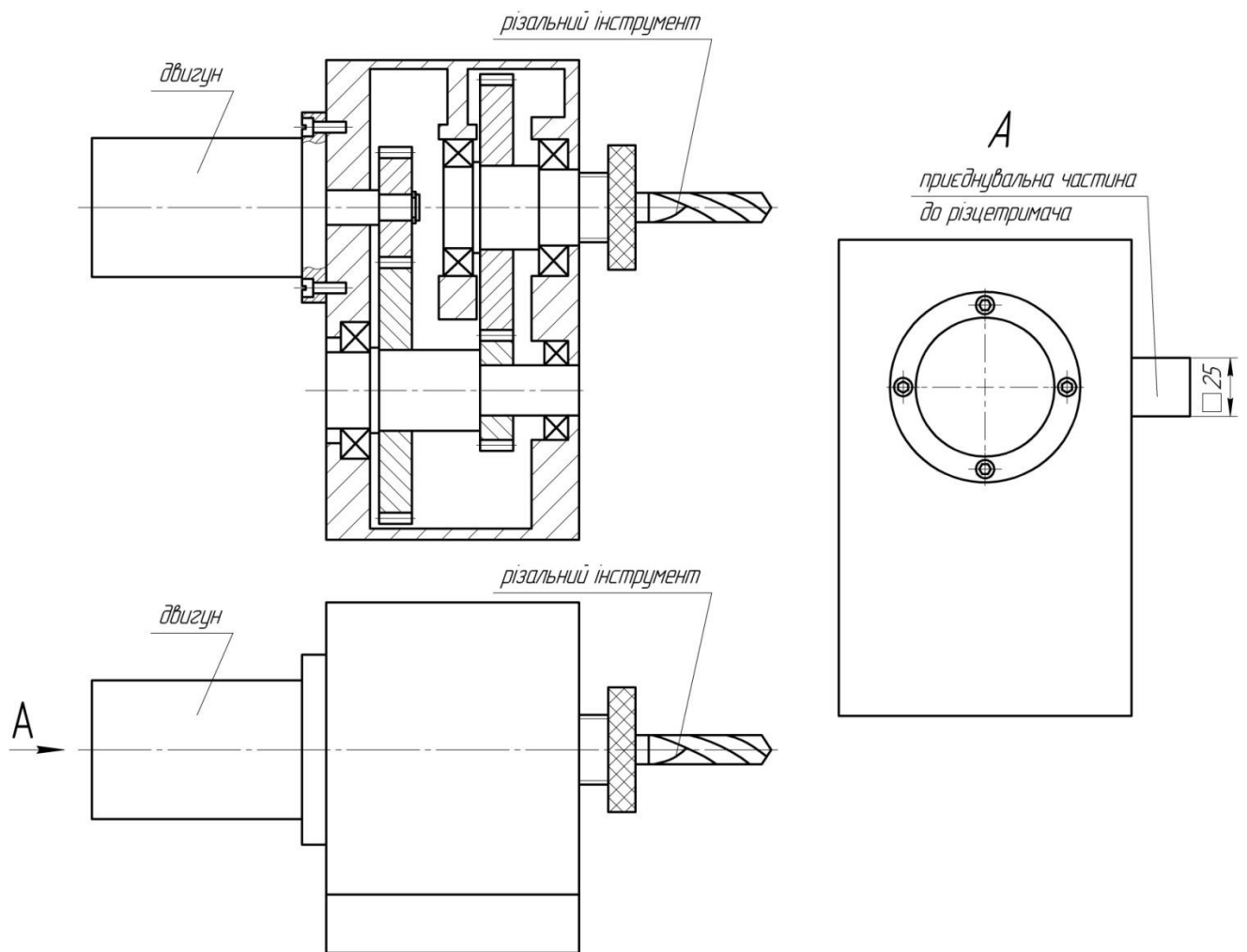


Рисунок 3.2 – Компонувальна схема приводного інструменту для подальших розрахунків

3.2 Проектний розрахунок і методика конструювання привода верстата

Почнемо із того, що між валами майбутньої коробки швидкостей визначимо

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

міжцентрову відстань.

Для цього використовують формулу 3.1:

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

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).

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

Частіше за все на верстатах середніх розмірів у коробках швидкостей використовують зубчасті передачі, що мають модуль від $2,5 \div 3,0$ мм до $6,0 \div 8,0$ мм.

Візьмемо для прикладу значення модуля $4,0$ мм між всіма валами, і скориставшись даними за кількістю зубів із кінематичного розрахунку визначимо міжцентрову відстань між валами, тобто:

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

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

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

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

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

Після визначення міжцентрових відстаней логічно перейти до розрахунку діаметрів валів. Але для розрахунку валів, зубчастих коліс потрібно визначити навантаження на них, тобто діючі сили, крутні моменти. Для цього потрібно розрахувати сили різання при найбільших режимах та визначити потужність двигуна. Для типових моделей верстатів можна скористатися потужністю базової моделі. Розрахуємо крутний момент за формулою 3.2 та навантаження за

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

формулою 3.3:

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

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

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 такою формулою 3.4:

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

де ω – кутова швидкість.

Кутова швидкість визначається за формулою 3.5:

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

Без урахування коефіцієнта навантаження колову силу розраховують за формулою 3.6:

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

де d_z – ділительний діаметр зубчатого колеса.

Ділительний діаметр зубчатого колеса розраховуємо за формулою 3.7:

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

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

Для першого валу $n = 1450 \text{ хв}^{-1}$ та P – потужність двигуна $P = 5,5 \text{ кВт}$.

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

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

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

$$T_1 = \frac{5,5 \cdot 10^3}{151} = 36,24 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

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

$$T_{p1} = 36,24 \cdot 1,2 = 43,48 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

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).

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot 36,23 \cdot 10^3}{80} = 905,75 \text{ Н}$$

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

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

$$F_{p1} = 905,75 \cdot 1,2 = 1087 \text{ Н}$$

Для другого валу:

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

$$T_2 = \frac{5,5 \cdot 10^3}{104,67} = 52,54 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_{p2} = 52,54 \cdot 1,2 = 63,05 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$d_2 = 4 \cdot 31 = 124 \text{ мм}$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot 52,54 \cdot 10^3}{124} = 847 \text{ Н}$$

$$F_{p2} = 847 \cdot 1,2 = 1016 \text{ Н}$$

Для третього валу:

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

$$T_3 = \frac{5,5 \cdot 10^3}{65,94} = 83,41 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_{p3} = 83,41 \cdot 1,2 = 100,09 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$d_3 = 4 \cdot 31 = 124 \text{ мм}$$

$$F_{t3} = \frac{2 \cdot 83,41 \cdot 10^3}{124} = 1425 \text{ Н}$$

$$F_{p3} = 1425 \cdot 1,2 = 1711 \text{ Н}$$

Для четвертого валу:

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$$\omega_4 = \frac{3,14 \cdot 400}{30} = 41,8 \text{ рад/с}$$

$$T_4 = \frac{5,5 \cdot 10^3}{41,8} = 131,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_{p4} = 131,7 \cdot 1,2 = 157,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$d_4 = 4 \cdot 31 = 124 \text{ мм}$$

$$F_{t4} = \frac{2 \cdot 157,9 \cdot 10^3}{124} = 2546 \text{ Н}$$

$$F_{p4} = 2546 \cdot 1,2 = 3056 \text{ Н}$$

Для п'ятого валу:

$$\omega_5 = \frac{3,14 \cdot 250}{30} = 26,16 \text{ рад/с}$$

$$T_5 = \frac{5,5 \cdot 10^3}{26,16} = 210,24 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_{p5} = 210,24 \cdot 1,2 = 259,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$d_5 = 4 \cdot 31 = 124 \text{ мм}$$

$$F_{t5} = \frac{2 \cdot 259,3 \cdot 10^3}{124} = 4069 \text{ Н}$$

$$F_{p5} = 4069 \cdot 1,2 = 4883 \text{ Н}$$

3.3 Розрахунок валів

Розрахунок проводимо в два етапи:

- попередній розрахунок;
- уточнюючий розрахунок.

Орієнтовний діаметр валу визначають при попередньому розрахунку та уточнюють його конструкцію. При допустимому напруженні $[\tau] = 20 \text{ МПа}$ діаметр вихідного кінця валу знаходять за формулою 3.8:

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

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

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

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{43,48 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 22,1 \text{ мм}$$

Під підшипники візьмемо діаметр валу $d_1 = 25$ мм.

Для другого валу:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{63,05 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 25,07 \text{ мм}$$

Під підшипники візьмемо діаметр валу $d_2 = 25$ мм.

З кінематичного розрахунку відомо, що вал II шліцьовий. Тому за ГОСТом 1139 – 81 призначаємо шліці за розмірами 6x 8x32 із центруванням за внутрішнім діаметром валу. Посадка для рухомого з'єднання блок – вал може бути такою: d – 6 x 28H7/g6 x 32H12/a11 x 7D9/f7.

Для третього валу:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{100,09 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 29,25 \text{ мм}$$

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

Вал III також шліцьовий. Посадка для рухомого з'єднання блок – вал може

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

бути такою: $d - 8 \times 32H7/g7 \times 36H12/d10 \times 6D9/f8$.

Для четвертого валу:

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{157,9 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 34,4 \text{ мм}$$

Під підшипники візьмемо діаметр валу $d_4 = 35$ мм.

Вал IV також шліцьовий. Посадка для рухомого з'єднання блок – вал може бути такою: $d - 8 \times 36H7/g6 \times 40H12/d10 \times 7D9/f7$.

Для п'ятого валу:

$$d_5 = \sqrt[3]{\frac{252,23 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 39,8 \text{ мм}$$

Під підшипники візьмемо діаметр валу $d_5 = 40$ мм.

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

Для шостого валу:

$$d_6 = \sqrt[3]{\frac{394 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 54,2 \text{ мм}$$

Беремо діаметр валу під підшипники $d_6 = 55$ мм.

3.4 Уточнюючий (перевірний) розрахунок валів

Виконується після проектного розрахунку як розрахунок коефіцієнта запасу міцності для небезпечних перерізів валу на основі виконаної конструкції коробки

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

швидкостей.

Умова міцності валу визначається за формулою 3.9:

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

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;

$\psi_{\sigma} = 0,15$ – коефіцієнт;

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

σ_V – амплітуда нормальних напружень на згинання.

В останній формулі невизначеними є:

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

σ_V – амплітуда нормальних напружень на згинання.

Для визначення σ_{-1} потрібно знати σ_B ,

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

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 3.10:

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

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.

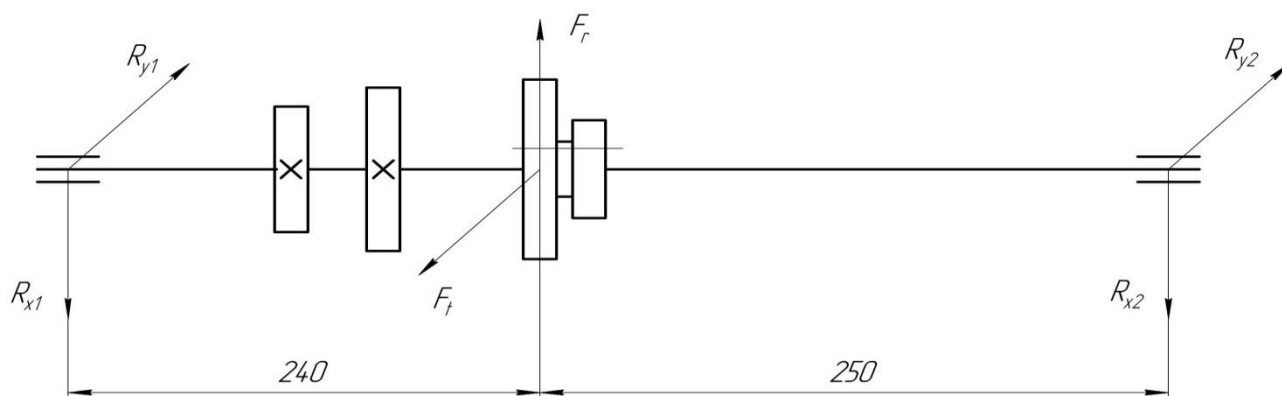


Рисунок 3.3 – Схема діючих сил та реакцій опор IV валу коробки

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:

$$Rx_1 = \frac{F_r \cdot 240}{240 + 250} = \frac{6853 \cdot 240}{240 + 250} = 3356 \text{ Н},$$

$$Rx_2 = \frac{F_r \cdot 250}{240 + 250} = \frac{6853 \cdot 250}{240 + 250} = 3496 \text{ Н}.$$

Згинальні моменти:

$$M_x = Rx_1 \cdot 240 = 8,05 \cdot 10^3 \text{ Нмм},$$

$$M_y = Ry_1 \cdot 240 = 8,05 \cdot 10^3 \text{ Нмм}.$$

Сумарний згинальний момент дорівнює:

$$M_\Sigma = \sqrt{(8,05 \cdot 10^3)^2 + (8,05 \cdot 10^3)^2} = 11,5 \cdot 10^3 \text{ Нмм}$$

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

$$\sigma = \frac{M_\Sigma}{W_{\text{нетто}}} = \frac{8,05 \cdot 10^3}{1,25 \cdot 10^3} = 6,44 \text{ МПа},$$

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:

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

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

3.5 Геометричний розрахунок зубчастих коліс

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

$$d_{a1} = d_{w1} + 2 \cdot m \quad (3.11)$$

Внутрішні діаметри розрахуємо за формулою:

$$d_{a2} = d_{w1} - 2,5 \cdot m \quad (3.12)$$

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
$Z_4 = 49$	196	204	186

3.6 Розрахунок зубів коліс на контактну міцність

Допустимі контактні напруження підраховують за формулою 3.13:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{S_H} \cdot z_r \cdot z_v \cdot K_L \cdot K_{XH}, \quad (3.13)$$

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 3.13 визначимо допустимі контактні напруження:

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

3.7 Розрахунок зубів зубчастих коліс на згинання

Допустимі контактні напруження на згинання розраховуємо за формулою:

$$\sigma_{Hlimb} [\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flimb} \cdot K_{FL}}{S_F} \cdot K_{FC}, \quad (3.13)$$

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 3.13:

$$\sigma_F = 2 \cdot Y_F \cdot Y_E \cdot Y_\beta \cdot \frac{T \cdot K_F}{z \cdot b \cdot m^2} \leq [\sigma_F], \quad (3.14)$$

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 3.14 виконаємо розрахунок зубів на згинання:

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

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

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

4 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ШЕСТЕРНІ

Запропонована деталь «Шестерня» входить у вузол «Коробка швидкостей» верстата 16К20ФЗС32 і є однією з його відповідальних складових.

Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16К20ФЗС32 призначений для виконання різноманітних токарних робіт, у тому числі для нарізування лівих і правих різей: метричних, дюймових, модульних, кітчевих різей і Архімедової спіралі з кроком до 12 мм. За рахунок наявності механізму збільшення кроку за допомогою гітари зубчастих коліс можна нарізувати різі з кроком до 196 мм.

Цей верстат використовується для чорнової та чистової обробки сталей, чавунів, кольорових металів, загартованих заготовок, так як шпиндель верстата встановлений на спеціальних підшипниках, що забезпечують його жорсткість. Токарна обробка різноманітних матеріалів може проводитися з ударним навантаженням без суттєвого погіршення точності обробки.

Частоти обертання шпинделя, що забезпечуються коробкою швидкостей наступні: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000 обертів за хвилину.

Даний вузол «Коробка швидкостей» призначений для забезпечення оптимальних режимів різання – частоти обертання шпинделя для забезпечення необхідної величини швидкості різання. Коробка швидкостей також призначена для зміни величини крутного моменту на шпинделі за рахунок переміщення блоків зубчастих коліс на шліцьових валах.

Вузол «Коробка швидкостей» складається з валів, підшипників, шпинделя, блоків зубчастих коліс, окремих шестерен, шпонок, гвинтів, ущільнюючих кілець, та ін. Шпонки призначені для передачі крутного моменту з валів на зубчасті колеса, а також між з'єднаннями зубчастих коліс, коли одне колесо має зовнішні шпонкові пази на відповідному посадочному місці, а інше колесо внутрішні шпонкові пази, як у нашому випадку.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Блоки зубчастих коліс та окремі шестерні розміщують на валах, що мають шліцьові поверхні. Рухомі блоки зубчастих коліс піддають термічній обробці для підвищення їх зносостійкості, а нерухомі шестерні центрують по зовнішньому діаметру та залишають без термічної обробки. Це спрощує технологію виготовлення валів, адже не треба їх шліфувати по внутрішньому діаметру шліців.

Даний виріб «Коробка швидкостей» також може бути встановлений на інших верстатах, кріплення коробки швидкостей мають розміри, аналогічні розмірам верстата 16K20ФЗС32, а також мають схожі характеристики.

Область застосування виробу «Коробка швидкостей» - передача крутного моменту з електродвигуна верстата на шпиндель. Умови роботи виробу – підвищені частоти обертання та навантаження.

4.2 Аналіз технічних умов та вимог до конструкції деталі. Визначення технологічних завдань щодо її виготовлення

Деталь «Шестерня» призначена для передачі крутного моменту з вхідного валу верстата 1K62 на проміжний вал.

Умови її роботи – це високі крутні моменти, та змінюючі напруження на зубцях шестерні у місцях кріплення шпонок. Змінюючі напруження виникають у результаті протидії сил різання, що діють на заготовку, сил інерції мас (на початку пуску необхідно подолати опір всього ланцюга коробки швидкостей від вхідного вала до шпинделя) та крутного моменту, що надходить зі шпинделя верстата на вхідний вал.

В конструкції деталі «Шестерня» передбачені два шпонкових пази для більш рівномірного розподілення зусилля та напружень відповідно. З'єднання зубчастого колеса та шестерні відбувається по перехідній посадці H7/k6.

На шестерні присутній шліцьовий отвір зі схемою центрування за зовнішнім діаметром, що передбачає обробку шліців протяжкою одразу до потрібного розміру без подальшої термообробки. Такий тип центрування застосовують при нерухомому з'єднанні, адже шестерня знаходиться нерухомо на валу.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Поверхня зубців по дільному діаметру має шорсткість Ra1,6, а також радіальне биття 0,03 мм відносно шліцьового отвору, що потрібно для забезпечення плавності руху шестерні у вузлі.

Матеріал деталі «Шестерня» - легована сталь марки 40X, що містить у своєму складі 0,4% вуглецю, 1% хрому, а інше – залізо. Матеріали замітники – сталь 45, сталь 50, сталь 50Г2, дані про фізико-механічні властивості яких наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 4.1 - Фізико-механічні властивості сталі 40X та її заміників

Матеріал	σ_b , МПа	Ψ , %	Твердість НВ	Хімічний склад, %					
				C	Si	Mn	Cr	P	S
Сталь 40X	610	45	163-168	0,36- 0,44	0,17- 0,37	0,5- 0,8	0,8- 1,1	Дуже мала доля	
Сталь 45	640	40	170-179	0,42- 0,50	0,17- 0,37	0,5- 0,8	<0,25		
Сталь 50	640	40	196-202	0,47- 0,55	0,17- 0,37	0,5- 0,8	<0,25		
Сталь 50Г2	630	35	167-207	0,46- 0,55	0,17- 0,37	1,4- 1,8	<0,25		

Даний матеріал був обраний конструктором не випадково, а закономірно, так як деталь в процесі роботи повинна забезпечувати умови міцності та безвідмовності у продовж певного часу, тому сталь 40X є гарним вибором. Хоча вона і дорожча ніж сталь 45, проте для подібних деталей її застосування з точки зору нормальної і безвідмовної роботи всього редуктора необхідно. До того ж сталь 40X краще обробляється різанням.

Базування і закріплення деталі є технологічним оскільки на всіх операціях, окрім зубофрезерної деталь закріплюється у трьохкулачковому патроні, а на зубофрезерній на шліцьовій оправці.

Так як деталь на операціях механічної обробки базується в розточених кулачках токарного патрона та по шліцьовій поверхні на спеціальній оправці, то непотрібно проводити точну вивірку деталі при її закріпленні, що зменшує допоміжний час.

Проставлення розмірів на деталі завжди повною мірою дає можливість контролю розмірів на одному установі стандартним вимірювальним інструментом, що є добре з точки зору технологічності. Всі розміри можна проконтролювати стандартним інструментом: штангенциркулем, мікрометром, нормалеміром для зубчастих коліс за винятком розмірів шліцьового отвору, для якого необхідний спеціальний калібр.

Присутність на деталі жорстких допусків форми і розташування поверхонь роблять її нетехнологічною за цим показником. Допуски, що проставлені на кресленні досягаються на чистових токарних операціях з базуванням та закріпленням у розточених кулачках та відповідним підбором режимів обробки.

На деталі є декілька нетехнологічних конструктивних елементів, а саме шліцьовий отвір що вимагає обробки протягуванням, та закриті шпонкові пази, для обробки яких необхідно застосовувати шпонкову фрезу, що є непродуктивним. Різні розміри фасок досягаються обробкою на верстаті з ЧПК без втрати продуктивності.

Способи отримання заготовки можуть бути різні (лиття, пластичне деформування, прокат), так як у технічних вимогах не вказана група поковок, або якісь інші обмеження.

4.5 Розроблення технологічного процесу

На даному етапі проектування згідно ГОСТ 3.1109-82 розробимо маршрутний технологічний процес механічної обробки деталі «Шестерня» керуючись основними принципами побудови технологічних процесів.

Враховуючи середньо серійний тип виробництва будемо розподіляти чорнові та чистові операції. Вони будуть виконуватись на обладнанні різної точності, що є

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

ефективним з економічної точки зору, адже виконання чорнових операцій на чистових верстатах призводить до їх підвищеного зносу та дорогого ремонту. А виконання чистових операцій на верстатах для чорнової обробки суттєво збільшує основний час або взагалі унеможливорює досягнення показників точності розмірів та форми оброблюваних поверхонь.

Після операцій одного характеру (токарні ,фрезерні, ін.) виконуємо операцію технічного контролю. Після будь-якої механічної чи термічної операції вводимо операцію контролю на робочому місці, що виконується робітником безпосередньо.

Складемо запропонований техпроцес.

Таблиця 4.2 – Запропонований техпроцес

Пропонований технологічний процес		
№ оп	Найменування	Обладнання
005	Заготівельна	КГШП
010	Контроль ВТК	-
015	Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16P20
015К	Контроль на робочому місці	-
020	Токарна з ЧПК	Токарний верстат з ЧПК 16P20Ф3
020К	Контроль на робочому місці	-
025	Контроль ВТК	-
030	Фрезерна з ЧПК	Фрезерний верстат з ЧПК FADAL 2216FX
030К	Контроль на робочому місці	-
035	Слюсарна	Верстак слюсарний
040	Горизонтально-протяжна	Горизонтально-протяжний напівавтомат 7Б55

045	Зубофрезерна	Зубофрезерний напівавтомат 53А20
045К	Контроль на робочому місці	-
050	Слюсарна	Верстак слюсарний
055	Контроль ВТК	-

Опис запропонованого технологічного процесу за операціями будемо проводити, опираючись на таблицю 4.1.

005 Заготівельна.

У запропонованому технологічному процесі заготовка буде виготовлятися штампуванням на кривошипних горяче-штампувальних пресах за ГОСТ 7505-89, коефіцієнт використання матеріалу при цьому зросте з $K_z=0,25$, до $K_z=0,51$, відповідно зросте і коефіцієнт використання матеріалу з $K_m=0,2$ до $K_m=0,46$.

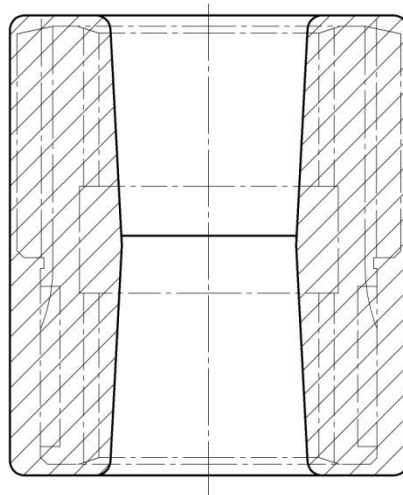


Рисунок 4.1 – Ескіз запропонованої заготовки

010 Контроль ВТК.

Пропонується ввести операцію контролю, так як важливо контролювати заготовку до того, як вона надійде на механічну дільницю. На даній операції використовуємо для контролю розмірів штангенциркуль ШЦ II-250-0,1 ГОСТ166-89, так як розмірів для контролю всього три, то немає необхідності застосовувати

спеціальні калібри.

015 Токарно-гвинторізна.

На даній операції відбувається підрізання торців з припуском 1мм під чистову обробку, а також точіння поверхонь $\varnothing 115$ та $\varnothing 97$ та розточування отвору $\varnothing 60$ мм на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16P20. У якості нововведення прийняли верстат нової моделі. Операція виконується за 2 установи.

Схема базування на даній операції – подвійна-напрямна база на циліндричній поверхні, що позбавляє деталь чотирьох ступенів вільності та опорна база на торці деталі, що позбавляє деталь однієї ступені вільності.

При цьому використовується наступне оснащення: патрон трьохкулачковий 7100-0032 ГОСТ 2675-80 з довгими розточеними кулачками.

Вибрані нові різальні інструменти з механічним кріпленням непереточуваних пластин:

- різець PCLNR 2525 K12 – різець правий прохідний упорний для зовнішнього точіння та підрізання торців Матеріал пластини – твердий сплав Т5К10. Геометрія різця: головний кут в плані 95° , допоміжний кут в плані 5° , кут при вершині 80° , радіус при вершині 0,8мм, радіус округлення ріжучої кромки 0,04 мм, задній кут 10° , передній кут -10° , кут загострення 90° . Товщина пластини 4,5 мм. Довжина різальної кромки – 12 мм. Максимальна глибина різання $t_{\max}=3$ мм.

- різець розточувальний S25 MCNCR з механічним кріпленням пластини-різець правий прохідний упорний для розточування в упор та підрізання внутрішніх торців. Матеріал пластини – твердий сплав Т5К10. Геометрія різця: головний кут в плані 95° , допоміжний кут в плані 5° , кут при вершині 80° , радіус при вершині 0,8мм, радіус округлення ріжучої кромки 0,04 мм, задній кут 10° , передній кут -10° , кут загострення 90° . Товщина пластини 4,5 мм. Довжина різальної кромки – 12 мм. Максимальна глибина різання $t_{\max}=3$ мм.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

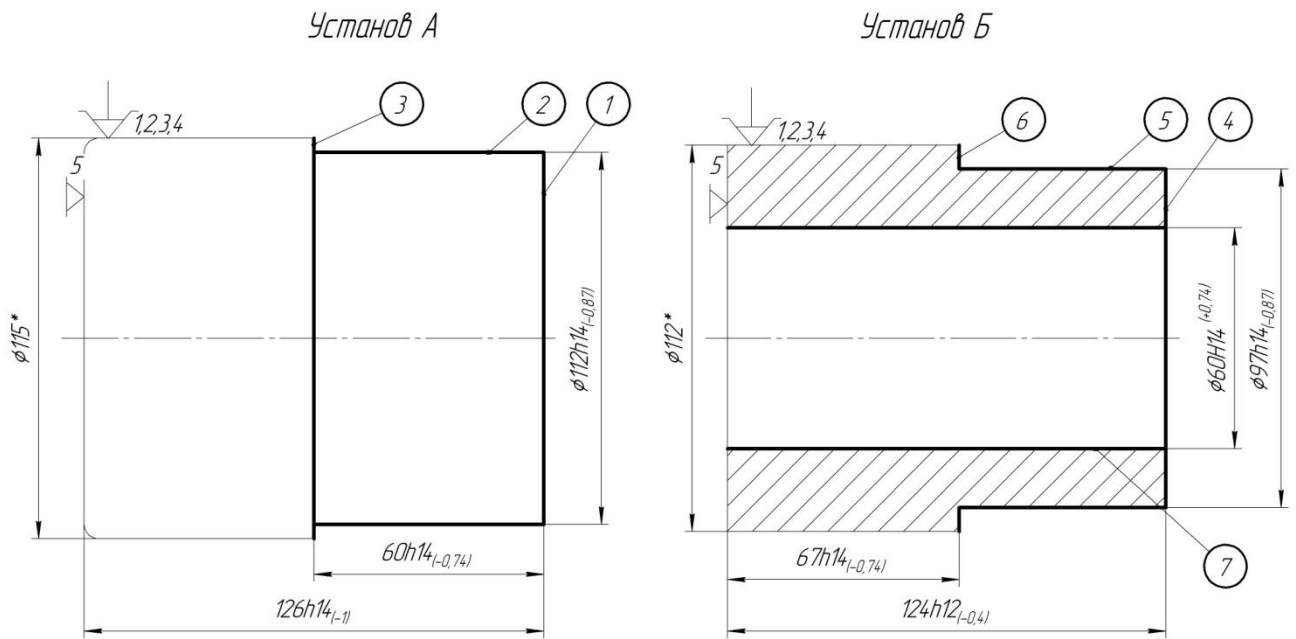


Рисунок 4.2 – Ескіз токарно-гвинторізної операції 015

Операційний ескіз даної операції зображено на рисунку 4.2.

Здійснення операції на даному обладнанні дозволить забезпечити перпендикулярність торців та співвісність отворів, що добре для послідуночі механічної обробки.

Стадії обробки на операції – чорнове точіння та чорнове розточування.

Зміст операції:

Установ А

1. Встановити, закріпити, зняти.
2. Підрізати торець 1.
3. Точити циліндричну поверхню 2.
4. Підрізати торець 3.

Установ Б

1. Перевстановити, закріпити, зняти.
 2. Підрізати торець 4.
 3. Точити циліндричну поверхню 5.
 4. Підрізати торець 6.
- Розточити циліндричну поверхню 7.

015К Контроль на робочому місці.

Проводиться контроль довжини та діаметрів деталі після чорної обробки.
Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ II- 250-0,1 ГОСТ 166-89
ГОСТ 18356-73.

020 Токарна з ЧПК.

Дану операцію будемо виконувати на токарному верстаті з ЧПК моделі 16Р20Ф3, що буде більш прогресивним ніж виконання на універсальному обладнанні, а також дозволить досягти необхідну точність.

На даній операції відбувається точіння всіх поверхонь до розмірів згідно креслення. Обробка здійснюється за 2 установи.

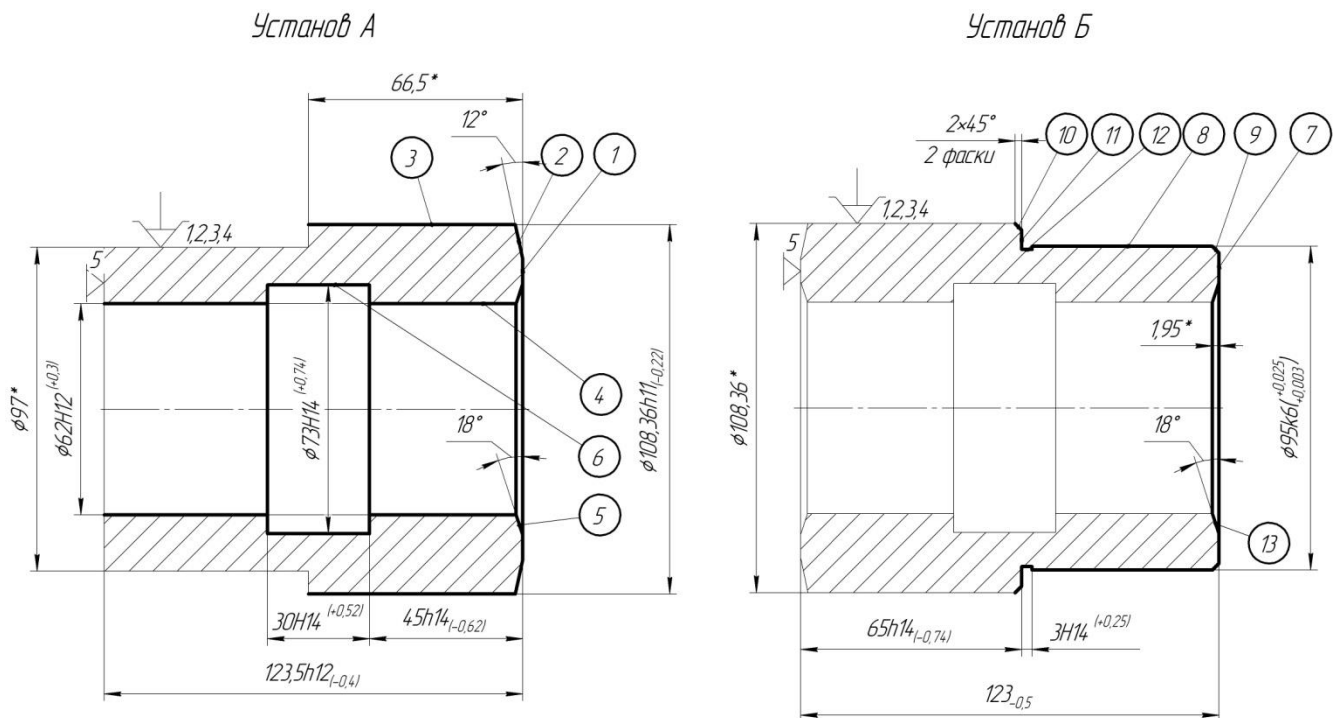


Рисунок 4.3 – Ескіз токарної з ЧПК операції 020

Схема базування на кожному з установів на даній операції – подвійна-напрямна база на циліндричній поверхні, що позбавляє деталь чотирьох ступенів вільності та опорна база на торці деталі, що позбавляє деталь однієї ступені

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

вільності.

При цьому використовується наступне оснащення: патрон трьохкулачковий 7100-0032 ГОСТ 2675-80 з довгими розточеними кулачками.

Вибрані нові різальні інструменти з механічним кріпленням непереточуваних пластин:

- різець PCLNR 2525 K12 – різець правий прохідний упорний для зовнішнього точіння та підрізання торців Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6. Геометрія різця: головний кут в плані 95°, допоміжний кут в плані 5°, кут при вершині 80°, радіус при вершині 0,8мм, радіус округлення ріжучої кромки 0,04 мм, задній кут 10°, передній кут -10°, кут загострення 90°. Товщина пластини 4,5 мм. Довжина різальної кромки – 12 мм. Максимальна глибина різання $t_{max}=1$ мм – на напівчистовій стадії та 0,3 мм на чистовій стадії.

- різець розточувальний S25 MCNCR з механічним кріпленням пластини-різець правий прохідний упорний для розточування в упор та підрізання внутрішніх торців. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6. Геометрія різця: головний кут в плані 95°, допоміжний кут в плані 5°, кут при вершині 80°, радіус при вершині 0,8мм, радіус округлення ріжучої кромки 0,04 мм, задній кут 10°, передній кут -10°, кут загострення 90°. Товщина пластини 4,5 мм. Довжина різальної кромки – 12 мм. Максимальна глибина різання $t_{max}=1$ мм.

- різець канавочний спеціальний для зовнішніх канавок з кріпленням пластини пайкою. Матеріал пластини – твердий сплав Т5К10. Геометрія різця: головний кут в плані 90°, допоміжні кути в плані 3°, радіус при вершині 0,2 мм, радіус округлення ріжучої кромки 0,04 мм, задній кут 10°, передній кут 6°, кут загострення 74°. Товщина пластини 4 мм. Ширина різця – 3 мм. Глибина різання на поверхні 11 дорівнює 3 мм (тобто дорівнює ширині різця).

- різець канавочний спеціальний для внутрішніх канавок з кріпленням пластини пайкою. Матеріал пластини – твердий сплав Т5К10. Геометрія різця: головний кут в плані 90°, допоміжні кути в плані 3°, радіус при вершині 0,2 мм, радіус округлення ріжучої кромки 0,04 мм, задній кут 10°, передній кут 6°, кут

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

загострення 74°. Товщина пластини 5 мм. Ширина різця – 5 мм. Глибина різання на поверхні 5 дорівнює 5 мм (тобто дорівнює ширині різця).

Стадії обробки на операції – напівчистове та чистове точіння, а також напівчистове розточування.

Зміст операції:

Установ А

1. Встановити, закріпити, зняти.
2. Підрізати торець 1.
3. Точити фаску 2.
4. Точити циліндричну поверхню 3.
5. Розточити циліндричну поверхню 4.
6. Розточити фаску 5.
7. Розточити канавку 6

Установ Б

1. Перевстановити, закріпити, зняти.
2. Підрізати торець 7.
3. Точити циліндричну поверхню 8 напівчисто.
4. Точити циліндричну поверхню 8 начисто.
5. Точити фаску 9.
6. Точити фаску 10.
7. Підрізати торець 11.
8. Точити канавку 12.
9. Розточити фаску 13.

020К Контроль на робочому місці.

У рамках даної операції виконують контроль розмірів, що виконувались на операції. Вимірювальний інструмент - штангенциркуль ШЦ II- 250-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон спеціальний на зовнішню канавку, шаблон спеціальний на внутрішню канавку, шаблон спеціальний на фаску 12°, шаблон спеціальний на фаску 18°,

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

калібр-скоба d95k6 ГОСТ18362-73, зразки шорсткості ГОСТ 9378-93.

025 Контроль ВТК.

У рамках даної операції виконують контроль розмірів, що виконувались на операції 020. Вимірювальний інструмент - штангенциркуль ШЦ II- 250-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон спеціальний на зовнішню канавку, шаблон спеціальний на внутрішню канавку, шаблон спеціальний на фаску 12°, шаблон спеціальний на фаску 18°, калібр-скоба d95k6 ГОСТ18362-73, зразки шорсткості ГОСТ 9378-93.

030 Фрезерна з ЧПК.

На даній операції відбувається фрезерування пазів 12Н9 до розмірів згідно креслення. Дану операцію будемо виконувати на вертикально-фрезерному обробному центрі з ЧПК моделі FADAL2216FX, що має поворотний стіл та магазин інструментів. Дана операція виконується за 1 установ. Обробка виконується у спеціальному верстатному пристрої, проектування якого і буде завданням на наступні роботи.

Схема базування на даній операції – подвійна-напрямна база на циліндричній поверхні, що позбавляє деталь чотирьох ступенів вільності та опорна база на торці деталі, що позбавляє деталь однієї ступені вільності.

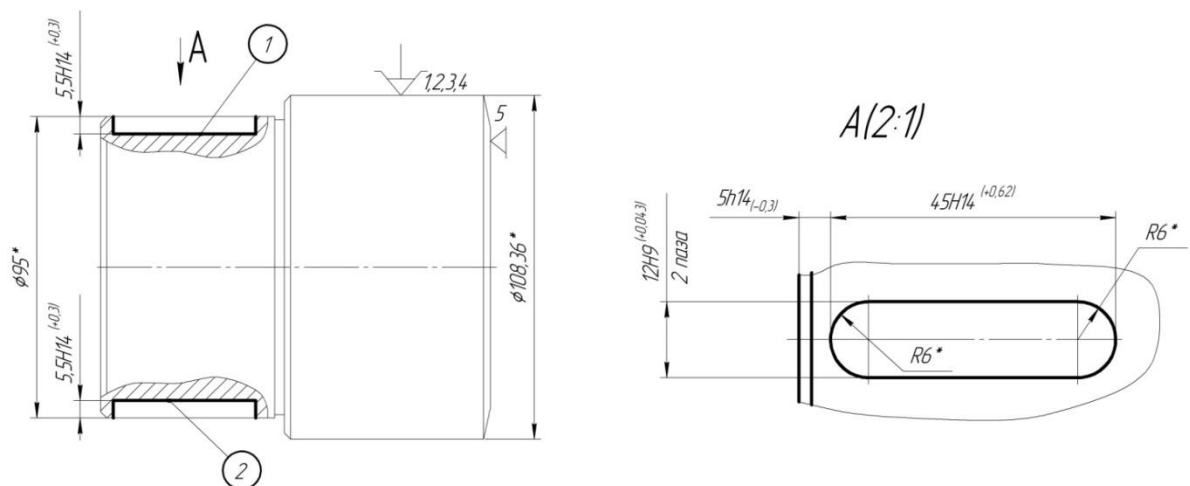


Рисунок 4.4 – Ескіз фрезерної з ЧПК операції 030

Вибрані новий різальний інструмент-фреза кінцева $\phi 10$ з твердого сплаву Т15К6. Так як застосовуємо верстат з ЧПК, то можемо застосувати звичайну кінцеву фрезу та вести обробку по 3-м координатам, при цьому продуктивність та

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

точність буде вища ніж при обробці шпонковою фрезою, що має всього 2 зуба. Геометрія вибраної фрези: кількість зубів - 4 рівномірно розташованих по колу, кут нахилу стружкових канавок $\omega = 30-35^\circ$, задній кут 20° , передній кут 10° , задній кут торцевої частини фрези 5° , передній кут торцевої частини фрези 8° . Максимальна глибина різання $t_{max}=10$ мм – на чорновій стадії та 1 мм на чистовій стадії. Ширина фрезерування на чорновій стадії – 3мм, на чистовій стадії 5,5мм.

Стадії обробки на операції – чорнове та чистове фрезерування.

Зміст операції:

1. Встановити, закріпити, зняти.
2. Фрезерувати паз 1.
3. Фрезерувати паз 2.

030К Контроль на робочому місці.

У рамках даної операції виконують контроль розмірів, що виконувались на фрезерній з ЧПК операції. Вимірювальний інструмент - штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, калібр пазовий спеціальний.

035 Слюсарна.

На даній операції відбувається зачистка заусенців та притуплення гострих кромок, що виникли під час фрезерування на деталі. Різальний інструмент – напильник плоский ГОСТ 1475-80.

040 Горизонтально-протяжна.

Нововведенням у порівнянні з базовим техпроцесом є обробка шліців на деталі за допомогою протяжки, тому ми вводимо горизонтально-протяжну операцію. Обираємо верстат горизонтально-протяжний моделі 7Б55, що має достатнє тягове зусилля для протягування шліцевого отвору. Введення цієї операції замість довбальної дозволить зменшити основний та допоміжний час, а також підвищити точність оброблюваного отвору, адже обробка усіх шліців буде виконуватись одразу. Ескіз операції зображено на рисунку.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

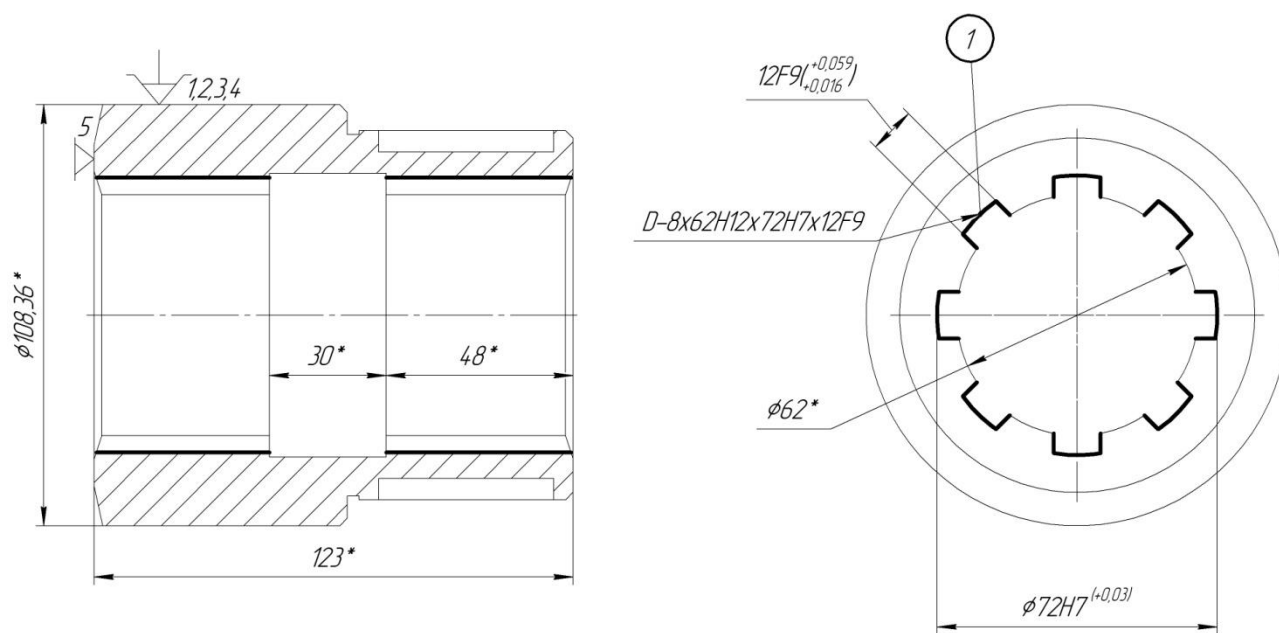


Рисунок 4.5 – Ескіз горизонтально-протяжної операції 040

Схема базування на даній операції – подвійна-напрямна база на циліндричній поверхні, що позбавляє деталь чотирьох ступенів вільності та опорна база на торці деталі, що позбавляє деталь однієї ступені вільності.

При цьому використовується наступне оснащення: патрон трьохкулачковий 7100-0032 ГОСТ 2675-80 з довгими розточеними кулачками.

Вибраний різальний інструмент: протяжка спеціальна D-8x62H12x72H7x12F9 з швидкорізальної сталі Р6М5. Геометрія протяжки: кількість чорнових зубів – 150 (глибина різання – 0,03 мм на один зуб), кількість чистових зубів 25 (глибина різання – 0,02 мм на один зуб), калібрувальних зубів 10, задній кут 10° , передній кут 10° . Максимальна глибина різання $t_{max}=0,03$ мм – на чорновій стадії та 0,02 мм на чистовій стадії.

Стадії обробки на операції – чорнове та чистове протягування.

Зміст операції:

1. Встановити, закріпити, зняти.
2. Протягнути шліцьовий отвір 1.

040К Контроль на робочому місці.

Робітник виконує контроль шліцьового отвору. Вимірювальний інструмент:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВІ 17630376-00 ПЗ

Лист

56

калібр - пробка шліцьова спеціальна D-8x62H12x72H7x12F9, зразки шорсткості ГОСТ 9378-93.

045 Зубофрезерна.

На даній операції відбувається фрезерування зубів шестерні до розмірів згідно креслення. Операція аналогічна базовому технологічному процесу. У якості нововведення вибираємо верстат 53A20 замість 53A50 з меншими габаритами та потужністю, але на якому можна виконати обробку даної деталі.

Базування – подвійна-напрямна база на циліндричній поверхні та опорна база на одному з шліців при закріпленні на шліцьовій оправці та опорна база на торці деталі. таким чином деталь позбавлена усіх 6 ступенів вільності. Обробка здійснюється з одного установа. Ескіз операції зображено на рисунку.

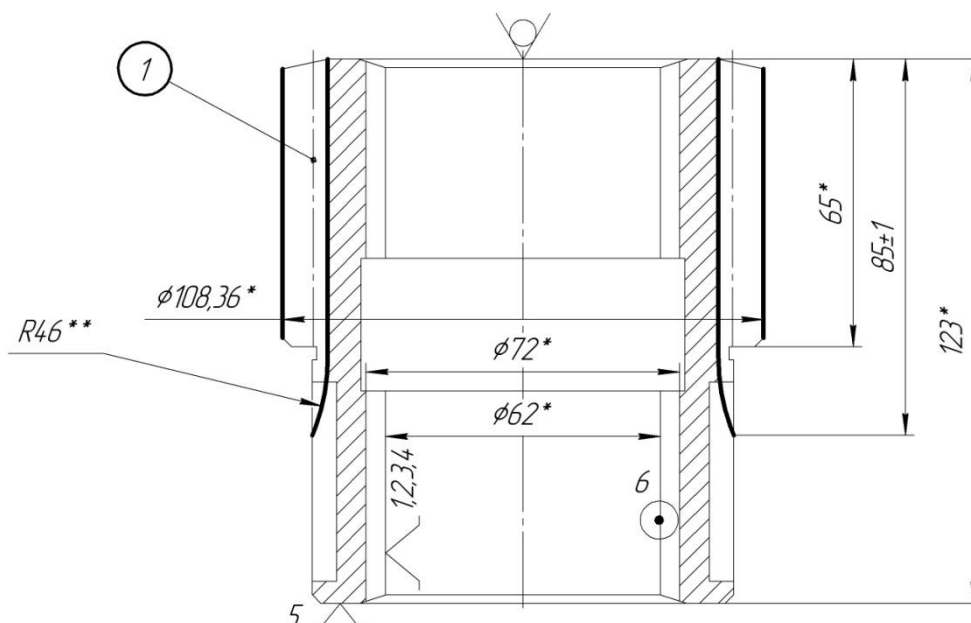


Рисунок 4.6 – Ескіз зубофрезерної операції 045

Оснащення, що використовується на операції: оправка шліцьова спеціальна, центр обертовий ГОСТ 8742 - 75.

Різальний інструмент – фреза черв'ячна модульна 2510-4093 ГОСТ 9324-80 (матеріал фрези - швидкорізальна сталь Р6М5). Геометрія фрези: задній кут 10° , передній кут 0° . Максимальна глибина різання $t_{\max}=4$ мм – на чорновій стадії та 2

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

мм на чистовій стадії.

045К Контроль на робочому місці.

Вимірювальний інструмент - нормалемір НЦ-1 ГОСТ 7760-59.

050 Слюсарна.

На даній операції відбувається зачистка заусенців та притуплення гострих кромок, що виникли під час зубофрезерування на деталі. Різальний інструмент – напильник плоский ГОСТ 1475-80.

055 Контроль ВТК.

На даній операції виконується контроль розмірів, що були отримані на операціях 040 та 045, а саме контроль шліцьового отвору та зубчатого вінця.

Вимірювальний інструмент - нормалемір НЦ-1 ГОСТ 7760-59, калібр - пробка шліцьова спеціальна D-8x62H12x72H7x12F9 та зразки шорсткості ГОСТ 9378.

Таким чином завдяки нововведенням технологічний процес скоротився на 3 операції, що позитивно позначиться на собівартості механічної обробки, також завдяки новій заготовці зменшиться розхід інструменту, адже потрібно буде знімати менше припуску.

За результатами даного пункту креслимо маршрутний технологічний процес з розмірами та вимогами на кожен з операцій.

4.6 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів

Для операції 020 – токарна з ЧПК пропонуємо використовувати токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3, паспортні дані якого взяті з [4].

При виборі даного обладнання з огляду на технологічні методи обробки поверхонь на даній операції (на операції проводиться точіння зовнішніх поверхонь і розточування ступеневої отвори) прийшли до висновку, що даний верстат цілком придатний для здійснення заданої операції.

Потужність даного обладнання становить 11 кВт, що має бути достатньо для здійснення даної операції.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Також зручно використання даного верстата з точки зору того, що частота обертання шпинделя ($6,3 \div 1250$ об/хв) і привід подач (поздовжніх $-1 \div 2000$ мм/хв, а поперечних $1 \div 600$ мм/хв) на ньому мають безступінчасте регулювання, що зручно при призначенні режимів різання, так як немає необхідності округляти розрахункове значення подачі і частоти обертання до фактичних по верстата.

Токарний верстат з ЧПК 16К20Ф3.

Технічна характеристика верстата:

- а) найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом – 200 мм;
- б) найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною – 400 мм;
- в) найбільша довжина оброблюваної заготовки – 1000 мм;
- г) частота обертання шпинделя – $16 \dots 2000$ хв⁻¹;
- д) число частот обертання шпинделя – 25;
- е) межі робочих подач (поздовжніх та поперечних): $0,01 \div 16$ мм/об;
- ж) потужність електродвигуна головного привода, кВт – 10;
- з) найбільша допустима сила приводу подач верстата по осям X,Z – 5000 Н
- і) точність позиціонування по осям X, Z – 0,01 мм.
- к) маса з шафою ЧПК, кг: 2800.

Такі габарити дозволяють встановити трьохкулачковий патрон і безперешкодно її обробити із заданою точністю.

Для операції 030 – фрезерна з ЧПК пропонуємо використовувати вертикально-фрезерний верстат з ЧПК моделі FADAL 2216FX.

Технічна характеристика верстата:

Розміри робочої поверхні столу, мм 800x630

Виліт шпинделя, мм 70

Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм 600

Найбільша маса оброблюваного виробу, кг 300

Найбільше переміщення столу:

- поздовжнє, мм 600

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

- поперечне, мм 500

Найбільший діаметр:

- свердління в сталі, мм 20

- фрезерування, мм 100

Частота обертання шпинделя (безступінчасте через 1), об/хв $1 \div 8000$

Подача:

- шпинделя, мм / хв $1 \div 3000$

- стола, мм / хв $1 \div 3000$

Дискретність відліку координат по осях, мм 0,001

Точність установки координат, мм 0,001

Число T-подібних пазів 5

Ширина паза, мм 18

Конус шпинделя ISO40

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт 6,5

Габаритні розміри, мм 2150x1900x2320

Маса верстата, кг 3200.

4.7 Проектування верстатного пристрою

В проєкті розробляється пристрій для обробки деталі – «Шестерня» на операції 030 вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК моделі FADAL2216FX, що має у базовому оснащенні поворотний ділильний стіл.

Впровадження розроблюваного пристосування дасть можливість встановлювати деталь на операції без попередньої вивірки, за рахунок використання спеціального установчого елемента – оправки Ø62h7. Торець оправки дозволить при базуванні деталі на ньому отримувати однакові лінійні розміри на усіх деталях партії без здійснення операції прив'язки інструментів для кожної деталі.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Жорсткість пристрою дозволить використовувати максимальну потужність верстата. Жорсткість пристрою повинна забезпечуватись шляхом розрахунків на міцність конкретних елементів конструкції, де виникають найбільші напруження, та збільшувати розміри цих елементів, таким чином зменшуючи напруження у них, та як наслідок підвищуючи жорсткість усього пристрою.

Можливість швидкого затиску та розтиску деталі досягається за рахунок використання силових приводів пневматичної дії. Для цього у конструкції верстатного пристрою необхідно передбачити наявність пневмокамери або пневмоциліндру. Швидкість затиску та розтиску деталі дозволить зменшити допоміжний час на операції. Також слід передбачити швидкозмінну шайбу у конструкції.

Конструкція пристрою забезпечуватиме зручність та безпеку в роботі. Для цього при проектуванні кожного з елементів верстатного пристрою необхідно прагнути до збільшення кількості округлень та зменшення кількості гострих граней та кутів, при контакті з якими можуть виникнути травми.

Матеріали деталей та елементів верстатного пристрою деталей призначаємо таким чином, щоб забезпечити вимогам механічних навантажень, які будуть на них діяти та відсутності хімічних реакцій між цими елементами, середовищем та деталями.

Всі матеріали для виготовлення деталей пристрою мають бути зносостійким та міцними і не в якому разі – крихкими.

Тому для деталей, що будуть рухомими між собою обираємо сталь, яка має поверхневе зміцнення, що збільшить термін служби деталі, а також при цьому деталь буде мати в'язку структуру, що при ударах краще сприймає динамічні навантаження ніж деталь, що має об'ємне загартування.

Матеріали корпусних деталей обираємо з точки зору найменшої собівартості конструкції пристосування при забезпеченні ним необхідної точності. Тобто, якщо конструкція корпусу складна то обираємо у якості матеріалу чавун, так як він має гарні ливарні властивості, а якщо форма корпусу проста, то обираємо сталь, що

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

гарно піддається зварюванню. Зварна конструкція буде дешевшою, адже не потрібно виготовляти спеціальні ливарні форми.

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

При базуванні деталі в пристосуванні на вертикально-фрезерній операції (рис. 1.21) деталь позбавляється 5 ступенів волі. мають місце дві технологічні бази: опорна, що виникає на торці деталі (позбавляє однієї ступені волі), та подвійна – напрямна база, що виникає на внутрішній циліндричній поверхні $\varnothing 62H12$ (позбавляє 4-х ступенів волі).

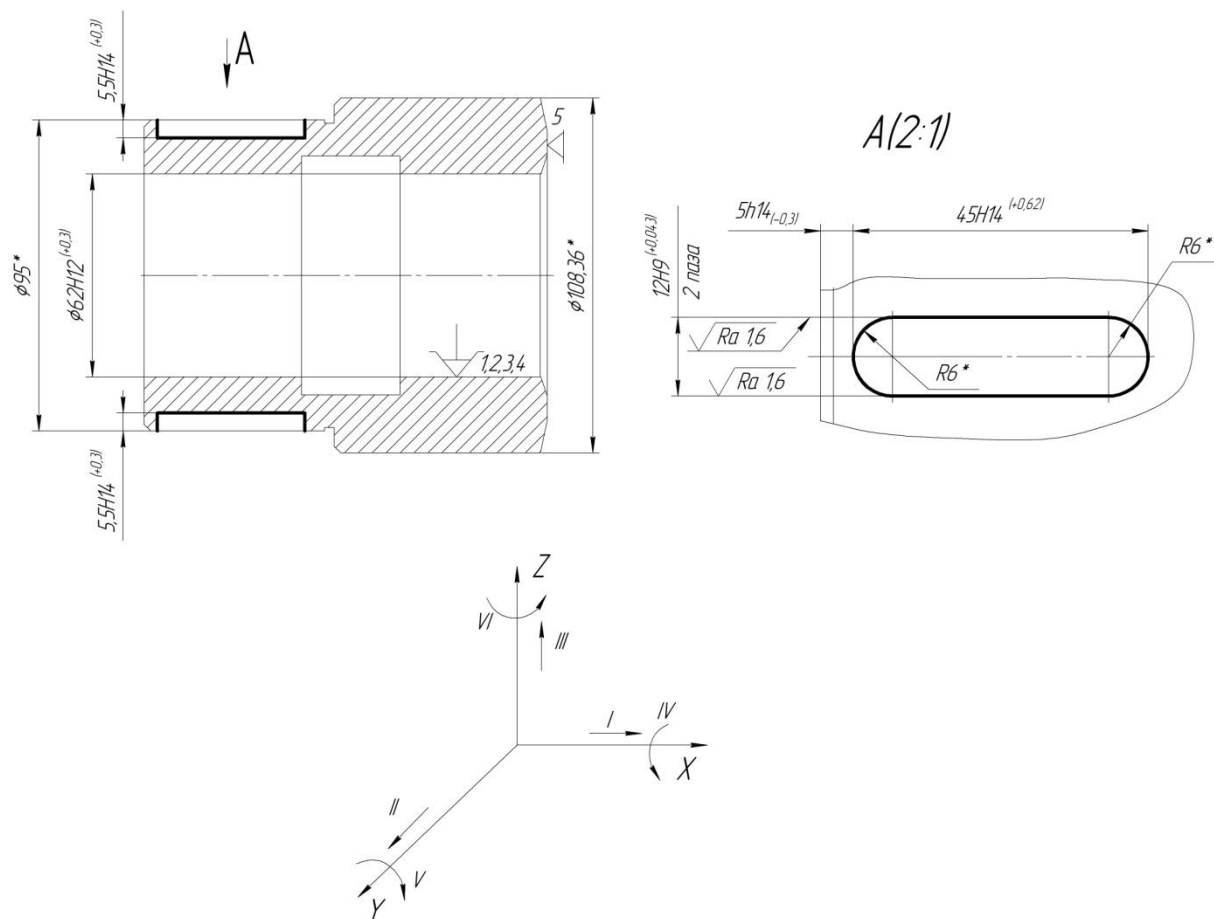


Рисунок 4.7 – Схема базування заготовки в пристрої

Зв'язки, забезпечувані базами, та позбавлені ступені волі наведені в таблиці.

Таблиця 4.3 – Зв'язки, забезпечувані базами

База	Забезпечені зв'язки	Позбавлені ступені вільності
ПНБ	1,2,3,4	II, III, V, VI
ОБ	5	I

Таблиця 4.4 – Матриця зв'язків.

ПНБ	X	Y	Z	
	0	1	1	↔
	0	1	1	○
ОБ	1	0	0	↔
	0	0	0	○

Заміняю теоретичну схему базування установчими елементами пристосування. Опорною базою буде торець оправки, а подвійною-напрямною – циліндрична поверхня оправки $\varnothing 62h7$. Схема встановлення деталі в установчих елементах пристосування, наведена на рисунку.

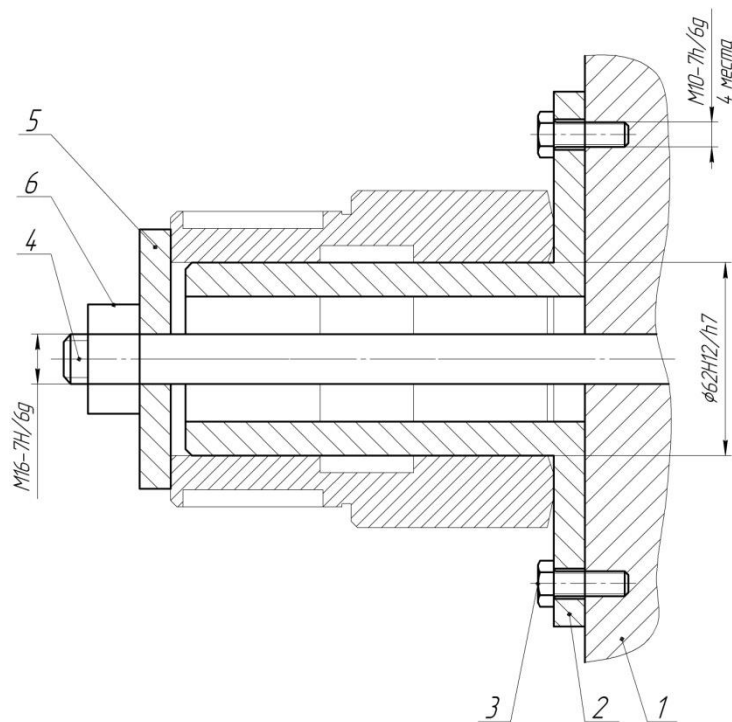


Рисунок 4.8 – Деталь, встановлена на оправку

- 1 – Корпус пристрою
- 2 – Оправка Ø62h7
- 3 – Гвинт M10
- 4 – Шток пневмоциліндра
- 5 – Розрізна шайба
- 6 – Гайка M16

В процесі проектування верстатного пристрою дотримуємося правила вибору баз, стабільного взаємного положення заготовки і ріжучого інструменту при обробці, зручного встановлення, контролю і зняття деталі, а також умов, що забезпечують безпеку роботи і обслуговування даного пристрою.

При проектуванні верстатного пристрою проводи розрахунок похибки базування в залежності від способу установки заготовки за загальноприйнятими формулами.

При розробці конструкції верстатного пристрою необхідно прагнути до зменшення часу на установку і знімання оброблюваної деталі, до підвищення режимів різання.

Визначаємо похибку базування.

Похибка базування при обробці даної деталі у лінійному напрямку:

$$\varepsilon_{\bar{a}} = T_{123} = 0,5 > T_5 = 0,3,$$

Фактична похибка перевищує допустиму, але так як дана схема базування є зручною та надійною у технологічному процесі зменшимо допуск на розмір 123 мм та будемо виготовляти його за 11 квалітетом з допуском 0,25 мм, що не є проблемою для верстату з ЧПК та не призведе до втрати продуктивності, адже дана поверхня вимагає обробки з шорсткістю Ra1,6, що і так вимагає чистової стадії обробки. Таким чином після зміни допуску на розмір 123 мм отримуємо

$$\varepsilon_{\bar{a}} = T_{123} = 0,25 < T_5 = 0,3,$$

що цілком нас задовольняє.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Для забезпечення перпендикулярності вісі деталі при встановленні у пристосуванні призначимо допуск торцевого биття поверхні оправки відносно її циліндричної поверхні 0,01 мм, що треба врахувати при виготовленні пристосування.

Розрахуємо похибку базування на розміри пазів у радіальному напрямку.

Фактична похибка буде визначатись зазором між деталлю та оправкою.

$$\varepsilon_{\dot{a}} = \frac{12 + h7}{2} = \frac{0,3 + 0,03}{2} = 0,165 \text{ мм.}$$

Допустима похибка $\varepsilon_{\ddot{a}\ddot{r}} = 0,3$ мм.

З умови базування:

$\varepsilon_{\ddot{a}\ddot{r}} \geq \varepsilon_{\dot{a}}$, $0,3 \geq 0,165$ – умова виконується, звідси виходить, що при обробці пазів при даному базуванні буде досягнута необхідна точність.

При проектуванні верстатного пристосування необхідно особливу увагу приділити вибору затискних пристроїв і розрахунку сили затиску оброблюваних заготовок. Сила затиску повинна забезпечити надійне закріплення заготовок у пристосуванні і не допускати зсуву, повороту або вібрацій заготовки при обробці.

Розрахуємо силу затиску заготовки, яка необхідна для обробки деталі на фрезерній з ЧПК операції. Для цього намалюємо схему дії сил різання та сил затиску, що діють на заготовку в процесі обробки.

Найбільша сила буде діяти при чорновій обробці більшого вікна, тому визначимо тангенціальну складову сили різання, тобто силу P_z і радіальну складову P_r , користуючись літературою [11]. Сила P_x значно менша за інші дві складових результуючої сили, та діє лише в процесі врізання під кутом при заході у паз, тому нею можна знехтувати, оскільки її буде сприймати основа пристосування:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^X \cdot S_Z^Y \cdot B_r \cdot Z}{D^q \cdot n^W} \cdot K_{MP} \text{ (Н)} \quad (4.1)$$

де $C_p = 12,5$ – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$t = 10$ мм – глибина різання;

$S_z = 0,01$ мм/зуб – подача на зуб;

$B = 5$ мм – ширина фрезерування;

$z = 4$ – кількість зубів фрези;

$D = 10$ мм – діаметр фрези;

$n = 3057$ об/хв – частота обертання;

$K_{MP} = 1$ – коефіцієнт, що залежить від властивостей оброблюваного матеріалу;

$x = 0,9$ - коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$y = 0,8$ - коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$q = 0,73$ - коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$w = -0,13$ - коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$n = 1$ - коефіцієнт, що враховує умови обробки.

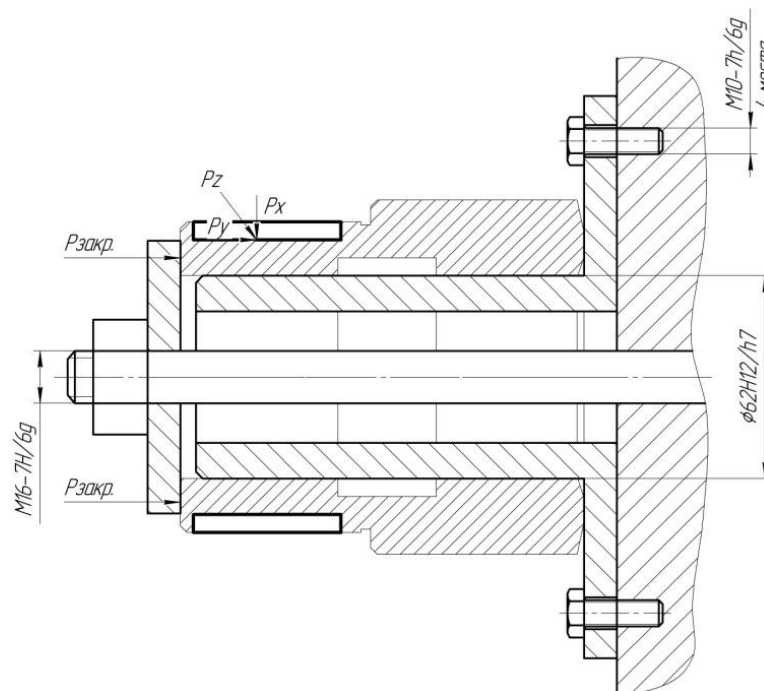


Рисунок 4.9 – Схема сил, що діють на заготовку

З урахуванням цих величин розрахувати силу різання:

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$P_Z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 10^{0,9} \cdot 0,01^{0,8} \cdot 5^1 \cdot 4}{10^{0,73} \cdot 3057^{-0,13}} \cdot 1 = 264 \text{ (Н)}$$

Радиальная составляющая силы резанья рассчитывается по формуле:

$$P_Y = 0,5 \cdot P_Z \text{ (Н)} \quad (4.2)$$

$$P_Y = 0,5 \cdot 264 = 132 \text{ Н}$$

Складаю рівняння рівноваги. Для цього до заготовки прикладаються сили, що врівноважують сили різання:

$$P_Z - F_{TP} = 0 \quad (4.3)$$

де F_{TP} – сила тертя, що врівноважує P_Z .

$$F_{TP} = N \cdot f \quad (4.4)$$

де N – сила реакції опори, що виникає внаслідок притискаючої сили Q ;
 f – коефіцієнт тертя; $f=0,25$ [8].

$$P_Z = N \cdot f \text{ (Н)} \quad (4.5)$$

Тоді:

$$N = \frac{P_Z}{f} \text{ (Н)} \quad (4.6)$$

$$\text{тобто } N = \frac{264}{0,25} = 1056 \text{ (Н)}$$

$$|\bar{N}| = |\bar{Q}| \quad (4.7)$$

тобто $N = Q = 1056$ (Н)

таким чином необхідна сила затиску заготовки $Q = 22660$ (Н).

Визначаємо коефіцієнт запасу K :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (4.8)$$

де $K_0=1,5$ - постійний коефіцієнт запасу при всіх випадках обробки;

$K_1=1,0$ - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки-оброблене або необроблене;

$K_2=1,3$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні різального інструменту;

$K_3=1,0$ -коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при обробці переривистих поверхонь на деталі;

$K_4=1,0$ - коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, що розвивається приводом пристосування;

$K_5=1,0$ - коефіцієнт, що враховує зручне розташування рукоятки для ручних пристроїв затискних;

$K_6 = 1,5$ - коефіцієнт, який враховується при наявності моментів, які прагнуть повернути оброблювану деталь навколо її осі.

По формулі:

$$K=1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5=2,925$$

При цьому сила на штоку приводу з коефіцієнтом запасу дорівнюватиме:

$$Q = 1056 \cdot 2,925 = 3089 \text{ Н.}$$

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Вибір і розрахунок силового приводу.

В нашому випадку у якості пневмоприводу обираємо пневмокамеру, адже нам не потрібен великий хід штока при закріпленні, а враховуючи її довговічність, надійність, простоту виготовлення та дешевизну вона має суттєві переваги над пневмоциліндром у даному випадку.

Дійсна сила на поршні розраховується за формулою:

$$W = \frac{\pi(D+d)^2}{16} \cdot p \quad (4.9)$$

де: p – розрахунковий тиск, $p=0,4$ МПа;

D – діаметр пневмокамери;

d – діаметр штока, 16 мм;

$$D = \sqrt{d^2 + \frac{16Q}{\pi \cdot p}} \quad (4.10)$$

$$D = \sqrt{16^2 + \frac{16 \cdot 3089}{3,14 \cdot 0,4}} = 194(\text{мм})$$

приймаю $D=200$ мм по ГОСТ 9887-70.

Товщину діафрагми h_D вибирають залежно від її діаметра $D_D : h_D = 4 \dots 8$ мм, приймаю товщину 4 мм.

Дійсна сила на штоку розраховується за формулою:

$$W = \frac{3,14}{16} (200^2 + 16^2) \cdot 0,4 = 3184(H)$$

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

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

В даному пристосуванні використана стандартна пневмокамера, в якій діаметр дорівнює 200 мм, діаметр штока - 16 мм.

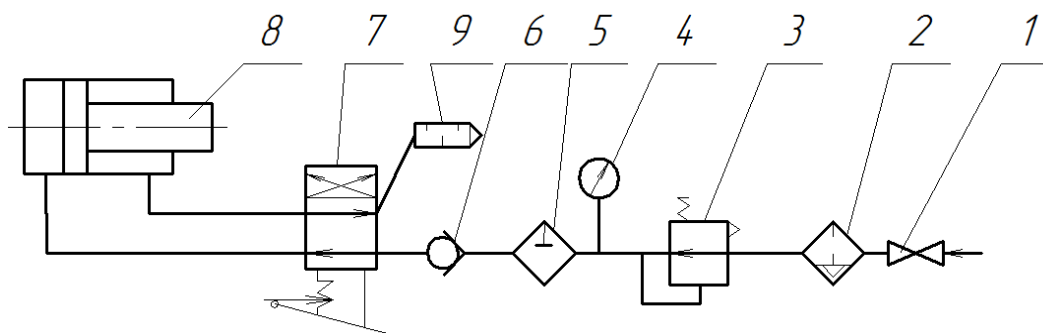


Рисунок 4.10 – Схема підключення до пневмомережі

1. Кран – вентиль
2. Фільтр вологовідділювач
3. Редукційний пневмоклапан
4. Манометр
5. Маслорозпилювач
6. Зворотній клапан
7. Пневморозподілювач
8. Пневмокамера
9. Пневмоглушник

Схема підводу повітря у пневмокамеру наведена на рисунку.

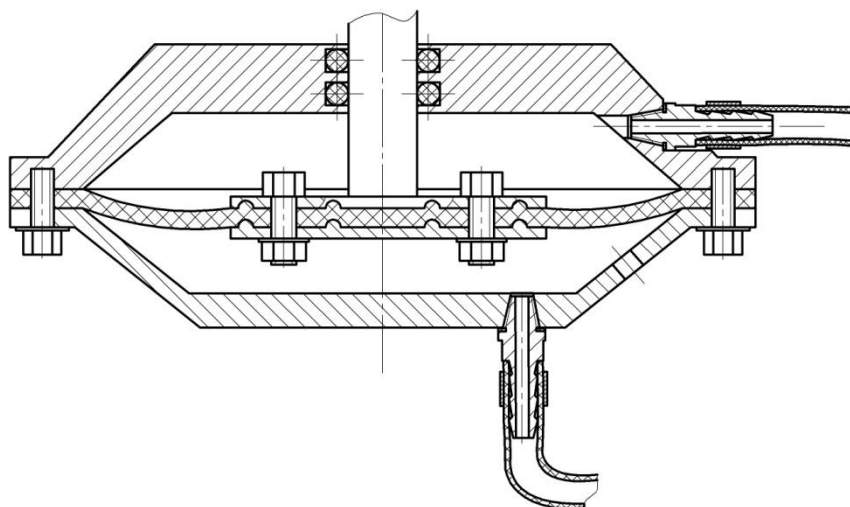


Рисунок 4.11 – Схема підводу повітря у пневмокамеру

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВІ 17630376-00 ПЗ

Лист

70

Розрахунок деталі на міцність

Розраховуємо на міцність різьбу М8х1,25 на рим – болтах (це найменший діаметр різі, що допускається ГОСТ), так як вони сприймають значні навантаження при підйомі пристосування. Завідомо приймаю, що буде використовуватися 2 рим-болти. Вага пристосування приблизно 30 кг що дорівнює 300 Н, тобто на один рим-болт буде припадати навантаження 150Н.

Розраховую необхідну площину різі, для одного ремонтного болта.

Для того, щоб різьба на рим-болті не була зірвана, необхідно виконати умови, щоб діаметр різьби болта був не менше допустимого діаметру по міцності:

$$\sigma_p \leq [\sigma_p] \quad (4.11)$$

Межа текучості для Сталі 40 дорівнює $\delta_T = 300$ МПа.

$$[\delta]_p = 0,4\delta_T \quad (4.12)$$

$$[\delta]_p = 0,4 \times 300 = 120 \text{ МПа}$$

Небезпечним є перетин, ослаблене нарізкою різьби. Розрахунковий діаметр різьби визначається за формулою:

$$d_p = d - 0,94p \quad (4.13)$$

де: d – зовнішній діаметр різьби, мм;

p – крок різьби, мм.

$$d_p = 8 - 0,94 \times 1,25 = 6,85 \text{ мм}$$

$$\sigma_p = \frac{4N}{\pi d_p^2} \quad (4.14)$$

де N – максимальна осьова сила, що діє на розтягнення

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

По формулі:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 150}{3,14 \cdot (6,85)^2} = 28,3 \text{ МПа}$$

Умова $\sigma_p \leq [\sigma]_p$ виконується ($28,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$) отже рим-болти витримують навантаження на розрив при підйомі пристрою.

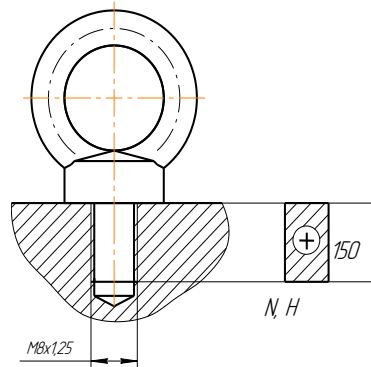


Рисунок 4.12 – Епюра навантажень рим-болта М8х1,25

Збирання та експлуатація пристрою.

Пристосування в зборі має задовольняти технічним вимогам креслення загального вигляду і забезпечувати якісну обробку заготовки по заданих розмірах.

Складання пристосування. Всі деталі та вузли пристосування піддають візуальному контролю, виявлені дефекти усунути.

1. До столу верстата по шпонкам 19 встановлюється корпус 2 з пневмокамерою та штоком 6.

2. До корпусу пригвинчується стакан 3.

3. Після цього встановлюється швидкозмінна шайба 7.

4. Шайба пригвинчується гайкою 8.

5. Після цього приєднуються метало рукави 12 за допомогою хомутів 11.

Експлуатація пристосування.

1. Встановити і закріпити пристосування на верстаті.

2. Підготувати базові поверхні до установки заготовки.

3. Встановити заготовку на стакан до упора в торець.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

4. Встановити швидкозмінну шайбу.
5. Повернути рукоятку пневморозподільника у положення «Відкрито».
6. Виконати обробку деталі.
7. В процесі експлуатації пристосування виконувати пункти 1 - 7 технічних вимог.

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

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проєкту було виконано розширення технологічних можливостей токарного верстату з ЧПК 16К20Ф3С32 за рахунок встановлення фрезерного інструменту.

А саме, завдяки встановленню додаткового двигуна на револьверну головку, що дозволяє додавати обертання фрези або свердла. Розроблений технологічний процес виготовлення деталі «Шестерня» коробки швидкостей верстата з ЧПК 16К20Ф3С32.

В результаті модернізації верстат забезпечує такі технологічні параметри:

- 1) зменшення кількості установів при обробці деталей на данному верстаті;
- 2) різноманітність обробки деталей за допомогою додаткового приводу.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі «Шестерня» та внесено зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме змінена послідовність операцій, замінено універсальне устаткування на обладнання з ЧПК.

Спроектований верстатний пристрій для комплексної із ЧПК операції для оброблення деталі «Шестерня».

До операції 015 токарна з ЧПК розроблена карта операційного налагодження.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. **Євтухов, В.Г.** Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» / укладач В.Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.
2. **Горбацевич, А.Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пос. [Текст] / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. — 4-е изд., перераб. и доп. — Минск : Высшая школа, 1983. — 256 с.
3. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.1 [Текст] / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. — 656 с.
4. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.2 [Текст] / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. —М.: Машиностроение, 1986. — 496 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резанья для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть I. Нормативы времени. – Москва : Экономика, 1990.
6. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых Изм. станках с ЧПУ, часть II (нормативы режимов резания). – Москва : Экономика, 1990.
7. **Добриденьов І.С.** Курсове проектування по предмету «Технологія машинобудування»: Учб. посібник для технікумів за спеціальністю «Обробка металів різанням». - М.: Машинобудування, 1985. 184 с., іл.
8. **Гжиров Р.И.** Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983.- 464 с.
9. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски
10. ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

11. **Приходько В.П.**, Литвин О.В. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин: Навч. посіб. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 212 с.

12. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам

13. **Кушніров, П.В.** Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологічна оснастка» / Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.

14. **Кушніров, П.В.** Лабораторний практикум з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров, А.В. Євтухов, І.М. Дегтярьов. – Суми: Сумський державний університет, 2019.– 158с.

15. **Жидецький, В.Ц.** Основи охорони праці. // В. Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников — Вид. 2-е, стереотипне. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

ДОДАТОК Б

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Організація пожежної охорони промислових підприємств.

Враховуючи, що однією з найважливіших складових загальної безпеки будь-якого сучасного об'єкта є його надійний захист від пожеж, то і система управління пожежною безпекою має посісти відповідне місце у сфері загального управління.

На жаль, у діючих нормативних актах з питань пожежної безпеки майже зовсім відсутні конкретні вимоги і практичні рекомендації щодо створення, впровадження та забезпечення функціонування систем управління пожежною безпекою для окремих галузей і різноманітних категорій об'єктів. Тому пропонується розглянути загальні питання стосовно системи управління пожежною безпекою (надалі - СУПБ) на прикладі підприємства.

Забезпечення пожежної безпеки на підприємствах здійснюється наступними основними компонентами виробництва:

- технічною системою, яка передбачає надійність обладнання, використання безпечних технологій, визначає обсяг вибухопожежонебезпечних речовин, проектні рішення, впровадження систем виявлення та гасіння пожеж тощо;

- персоналом, його підготовкою, забезпеченням регламентами і правилами роботи;

- системою управління.

Передбачається, що результатом впровадження СУПБ буде поліпшення стану пожежної безпеки. Організація діяльності підприємств щодо забезпечення пожежної безпеки повинна стати невід'ємною складовою частиною і пріоритетним завданням функціонування управлінь, структурних підрозділів, служб пожежної безпеки, посадових осіб і забезпечити контроль за показниками пожежної небезпеки, виконання протипожежних вимог, дотримання протипожежного режиму, аналіз пожежної небезпеки і протипожежного стану об'єктів, спеціальну

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

підготовку персоналу, розробку, прийняття і реалізацію рішень щодо запобігання, обмеження розповсюдження та ліквідації пожеж, забезпечення безпеки людей і навколишнього середовища.

Рівень деталізації та складності СУПБ, обсяг необхідної документації та ресурсів визначаються в залежності від рівня пожежної небезпеки, масштабу та характеру діяльності підприємства.

Державне управління системою пожежної безпеки здійснюється Державною пожежною охороною та іншими органами державної виконавчої влади.

Підприємство повинно гарантувати забезпечення функціонування СУПБ і надати людські, матеріальні та фінансові ресурси, необхідні для реалізації завдань щодо забезпечення пожежної безпеки.

Управління пожежною безпекою досягається зміною стану підприємства (об'єкта) шляхом переведу його у менш небезпечний стан.

До основних функцій СУПБ відносяться:

1. Кількісна оцінка ризику (ймовірності виникнення пожежі).

Математичний розрахунок ризику, урахування його значення у планах локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій, пожежогасіння, сертифікатах підприємств, деклараціях безпеки небезпечних промислових об'єктів, оцінках впливу на довкілля.

2. Регламентування пожежної безпеки.

Розробка, впровадження, нагляд за виконанням загальнодержавних, відомчих нормативних актів, інструкцій, положень, інших документів з питань пожежної безпеки, визначення та встановлення протипожежного режиму.

3. Забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів, виробничого обладнання, будівель і споруд.

Систематичне проведення аналізу пожежної небезпеки, розробка і впровадження відповідних протипожежних заходів. Повне і своєчасне виконання приписів Держпожнагляду, служб пожежної безпеки, актів пожежно-технічних комісій.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

4. Розробка і реалізація програм запобігання пожежам і зниження втрат від них.

Збалансоване покращення протипожежного стану та технічної системи підприємства, включаючи системи протипожежного захисту, підвищення кваліфікації і підготовки персоналу, вдосконалення правил і систем пожежної безпеки. Підготовка плану протипожежних заходів на основі передового досвіду споріднених підприємств, досліджень і розробок, вимог Державного пожежного нагляду, їхнє фінансування та контроль за виконанням.

5. Створення пожежної охорони, служби пожежної безпеки, забезпечення та організація їх діяльності.

Розробка та затвердження відповідних положень, планувальної та робочої документації. Визначення функцій, створення і впровадження механізму їх реалізації. Фінансове, матеріально-технічне та кадрове забезпечення.

6. Створення та організація роботи добровільних пожежних дружин і пожежно-технічних комісій.

Підготовка та прийняття рішення щодо створення ДПД і ПТК. Визначення та затвердження їх складу. Розробка, реалізація і контроль за виконанням обов'язків членів і планів роботи.

7. Організація вивчення правил пожежної безпеки, протипожежна пропаганда. Визначення рівнів вивчення правил пожежної безпеки (хто має проходити протипожежні інструктажі, а хто і пожежно-технічний мінімум) для кожної посадової особи та працівника. Розробка і затвердження програм. Планування, організація і проведення навчання з питань пожежної безпеки і заходів протипожежної пропаганди.

8. Дії при пожежах і надзвичайних ситуаціях.

Використання попередньо сформованих і підготовлених сил та засобів щодо захисту людей, локалізації і ліквідації пожеж і надзвичайних ситуацій, яке засноване на заздалегідь розроблених планах.

9. Вдосконалення.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Розробка і чітке виконання планів, створення системи мотивації дій щодо забезпечення пожежної безпеки на усіх ділянках роботи, забезпечення контролю за прийняттям рішень і поточних дій усіх учасників процесу.

Органами управління СУПБ є:

- керівники підприємств;
- керівники структурних підрозділів та служб;
- фахівці служби пожежної безпеки;
- особи, призначені відповідальними за пожежну безпеку;
- пожежно-технічні комісії;
- добровільні пожежні дружини (команди);
- диспетчерські служби;
- охорона.

Об'єктами управління СУПБ є:

- керівники, посадові особи, персонал апаратів управління;
- власники, керівники, посадові особи та персонал підприємств;
- виробнича діяльність підприємств;
- пожежна безпека технологічних процесів, виробничого обладнання, будівель, споруд, речовин і матеріалів;
- виробниче та прилегле середовище.

Для введення в дію СУПБ підприємства:

- створюють служби пожежної безпеки або вводять посади для фахівців служби пожежної безпеки;
- визначають обов'язки керівників і посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки;
- встановлюють порядок взаємодії апаратів управління, окремих служб і структурних підрозділів щодо запобігання пожежам і їх гасінням.

Основні напрями і заходи щодо впровадження і забезпечення ефективного функціонування СУПБ:

1. Організація та координація робіт в галузі пожежної безпеки.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Формування органів управління пожежною безпекою, визначення та встановлення прав і обов'язків посадових осіб, служб, підрозділів, відповідальних за пожежну безпеку.

2. Планування роботи.

Розробка і формування комплексних, перспективних і поточних планів. Вибір оптимальних і пріоритетних напрямів здійснення протипожежних заходів, вкладення відповідних інвестицій.

3. Кадрове і професійне забезпечення.

Відбір спеціалістів і працівників, якісне комплектування служби пожежної безпеки, спеціальна підготовка, постановка завдань щодо забезпечення пожежної безпеки. Забезпечення потреби підприємства у кваліфікованих кадрах, спроможних забезпечити ефективне функціонування СУПБ.

4. Проектно-конструкторське забезпечення.

Розробка проектно-технічної документації на об'єкти та технологічні процеси, які створюються, будуються або реконструюються. Врахування у проектній технічній документації усіх вимог діючих нормативних актів з питань пожежної безпеки.

5. Технологічне забезпечення.

Приведення діючих технологічних процесів у відповідність до діючих стандартів з метою забезпечення необхідного рівня протипожежного захисту виробничих об'єктів нормативним, зниження пожежної небезпеки.

6. Технічне забезпечення.

Підтримання справності, безвідмовності, пожежної безпеки технологічного, інженерного, виробничого та допоміжного устаткування і обладнання. Зниження пожежної небезпеки за рахунок своєчасного та якісного обслуговування, проведення регламентів і планово-попереджувальних ремонтів устаткування та обладнання.

7. Енергетичне забезпечення.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Безперебійне забезпечення підприємства та відповідних систем протипожежного захисту потрібними енергетичними ресурсами. Звести до мінімуму, унеможливити виникнення аварійних ситуацій, перебоїв у роботі технічних систем протипожежного захисту.

8. Метрологічне забезпечення.

Підтримання у працездатному стані засобів вимірювань з метою одержання точної інформації. Отримання точної та оперативної інформації, визначення необхідних контрольних параметрів технологічних процесів, середовища тощо.

9. Матеріально-технічне забезпечення підприємств.

Придбання пожежної техніки, обладнання, первинних засобів пожежогасіння, фінансування монтажу та експлуатації систем протипожежного захисту, спеціального навчання та підготовки персоналу, програм управління та забезпечення пожежної безпеки, інших протипожежних заходів. Повне задоволення потреб підприємства у впровадженні необхідних заходів пожежної безпеки, виконанні приписів Держпожнагляду.

10. Правове забезпечення.

Створення умов для ефективного функціонування СУПБ на основі правового регулювання. Неприпустимість прийняття управлінських рішень і введення в дію документів, що не відповідають правовим нормам.

11. Інформаційне забезпечення.

Формування інформаційного поля, в якому функціонує СУПБ. Накопичення необхідної маси інформації для прийняття вірних рішень щодо забезпечення пожежної безпеки.

12. Контроль за станом пожежної безпеки.

Організація контрольно-інспекційної діяльності щодо виконання всього комплексу протипожежних заходів. Запобігання діям персоналу, проектним, інженерним, технологічним, виробничим рішенням, що суперечать вимогам нормативних актів з питань пожежної безпеки.

					ВІ 17630376-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84