

**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)

перший (бакалаврський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему «Проєктування технологічного процесу виготовлення

Сумський державний університет
вала ведучого В500.49.25.05»

**Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-71-9
спеціальності: _____

131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: _____

«Технології машинобудування»
(назва освітньої програми)

Дмитро КАСЬЯН
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Павло КУЩІНІРОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент

Віталій КОЛЕСНИК
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2021 року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет
Кафедра
Освітньо-науковий
рівень
технічних систем та енергоефективних технологій
технології машинобудування, верстатів та інструментів
перший (бакалаврський)
(назва)
Спеціальність
131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва)
Освітня програма
«Технології машинобудування»
(назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів
Віталій
ІВАНОВ

Сумський державний університет 2021 року
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів
ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

Касьян Дмитро Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) *Проектування технологічного процесу виготовлення
вала ведучого B500.49.25.05*

керівник проєкту *Кушніров Павло Васильович, канд. техн. наук, доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 05 » 04 2021 року № 152-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) « 01 » червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту)

3.1 Робоче креслення деталі «вал ведучий B500.49.25.05».

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 5000 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «вал ведучий B500.49.25.05».

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми організації робіт

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання вихідної заготовки, розроблення технічних вимог на її виготовлення

4.6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою для установки заготовки

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

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

5.1 Креслення вихідної заготовки

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.3 Креслення операційного налагодження

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі «вал ведучий В500.49.25.05»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видані завдання « 10 » 01 2021 року

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2021	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	15.05.2021	
3	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2021	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	25.05.2021	
5	Оформлення креслень та презентації	31.05.2021	

Студент

(підпис)

Керівник роботи (проєкту)

(підпис)

Дмитро КАСЬЯН

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Павло КУШНІРОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Віталій ІВАНОВ

« ____ » червня 2021 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ВАЛА ВЕДУЧОГО В500.49.25.05**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра
Сумський державний університет
Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»
Кафедра технології машинобудування,
Освітня програма – «Технології машинобудування»
верстатів та інструментів

Студент

Дмитро КАСЬЯН

Керівник

Павло КУШНІРОВ

Нормоконтроль

Юлія ДЕНИСЕНКО



**Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

					ТМ 19510114 ПЗ	5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

РЕФЕРАТ

Записка: 60 с., 13 рис., 19 табл., 4 додатки, 12 літературних джерел.

Об'єкт розробки: вал ведучий В500.49.25.05

Мета роботи: проектування технологічного процесу виготовлення вала ведучого В500.49.25.05

Виконаний аналіз службового призначення машини для виготовлення пакетів і вала та умов їх експлуатації. За коефіцієнтом закріплення операцій визначений тип виробництва – середньосерійний, та форма його організації – групова.

Виконаний аналіз технологічності конструкції деталі за якісними та кількісними показниками. Вибраний спосіб одержання заготовки – штамповка на КГШП.

Виконаний аналіз технологічного процесу виготовлення деталі, вибрані і обгрунтовані схеми базування і закріплення заготовок на двох операціях: 030 «Токарна з ЧПК» і 050 «Вертикально-фрезерна».

Розраховані припуски і граничні розміри за технологічними переходами на дві зовнішні поверхні діаметром 40 h6.

Вибрані верстатні пристрої, різальний та вимірювальний інструменти, розраховані режими різання та норми часу на наведені операції.

Спроектований верстатний пристрій для обробки шпонкових пазів заготовок на операції 050 «Вертикально-фрезерна».

В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» визначені первинні дії, які треба надавати людині у разі її ураженні електричним струмом.

ВАЛ, ЗАГОТОВКА, БАЗУВАННЯ, ПРИПУСК, РЕЖИМ РІЗАННЯ,
НОРМА ЧАСУ, ПРИСТРІЙ

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	8
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.....	16
3 Визначення типу виробництва та форми його організації.....	19
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	23
5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї.....	24
6 Аналіз існуючого технологічного процесу.....	29
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	29
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	31
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів...	35
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	37
6.5 Розрахунок режимів різання.....	39
6.6 Технічне нормування операцій.....	43
7 Проектування верстатного пристрою.....	45
7.1 Обґрунтування побудови верстатного пристрою. Вибір системи пристрою.....	45
7.2 Уточнення мети технологічної операції.....	46
7.3 Визначення кількісних і якісних даних поверхонь заготовки, яка надходить на операцію.....	46
7.4 Розроблення та обґрунтування схеми закріплення заготовки.....	47
7.5 Вибір та розрахунок механізованого приводу.....	48
7.6 Розрахунок елементів конструкції пристрою на міцність.....	48
7.7 Розрахунок точності елементів конструкції пристрою.....	52
7.8 Опис конструкції та роботи пристрою.....	53
Висновки.....	63
Список використаних джерел.....	64
Додаток А Креслення деталі «Вал ведучий».....	66
Додаток Б Розрахунок припусків на ЕОМ.....	67
Додаток В Специфікація ТМ1951014–07–00.00.....	68
Додаток Г Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	70

					ТМ 19510114 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектування технологічного процесу виготовлення вала ведучого В500.49.25.05 Пояснювальна записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.	Касьян						6	64
Пров.	Квцшніров					СумДУ, ТМ–71–9		
Реценз.								
Н. Контр.	Денисенко							
Утв.	Іванов							

ВСТУП

Сучасна промисловість в Україні випускає велику кількість пакетів з пластику для реалізації їх за кордон і на ринку держави. Виготовлення пакетів відбувається в значних об'ємах (мільйонах одиниць за рік), що характеризує виробництво та випуск даної продукції масовим.

Для виготовлення пакетів і нанесення термічної печаті на підприємстві застосовуються спеціальні машини моделі «НМ-800GPC/НМ-800GPW». Робота машин та їх вузлів відбувається в тяжких і швидкісних умовах. Їх безперервна робота може спричинити підвищений знос всієї машини і окремих деталей машини. Зношені деталі підлягають відновленню, а також можливе виготовлення нових деталей і вузлів за технічними вимогами, що відповідають кресленням.

Однією із основних деталей машини є «Вал В500.49.25.05». Вал відтворює одну із важливих функцій роботи машини – передачу крутного моменту редуктора на стіл де виготовляються пакети. Для безперервної роботи машини потрібно поновлювати зношені вали, для того щоб забезпечити її ремонтну спроможність в продовж всього року для виготовлення продукції. За даними підприємства яке використовує дану машину, річний об'єм виготовлення валів має становити не менше 5000 штук, що може забезпечити цілодобову роботу машин для виготовлення пакетів.

Метою бакалаврської роботи є удосконалення технологічного процесу існуючого на підприємстві для виготовлення вала за умов підвищеного річного об'єму їх випуску. Для проектування технологічного процесу виготовлення вала, виникає потреба проектування окремих технологічних операцій, а також режимів різання та норм часу, проектування технологічного устаткування, вимірювального та різального інструментів.

Наведений перелік питань для виготовленню вала «В500.49.25.05» пропонується вирішити в бакалаврській роботі

					ТМ 19510114 ПЗ	7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

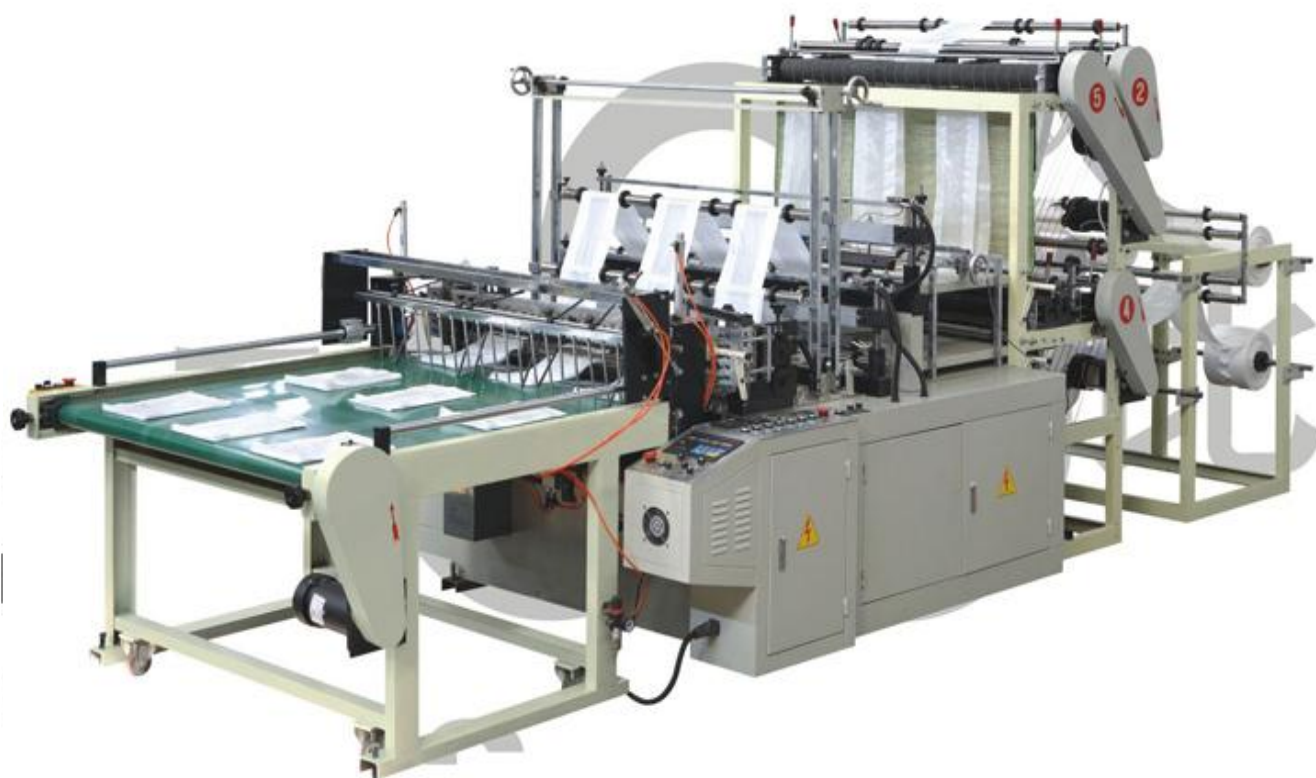


Рисунок 1.1 – Пакеторобна машина

Пакеторобні машини серії «НМ-800GPC/НМ-800GPW»

Серія GP пакеторобних машин призначена для виготовлення пакетів з прорубними ручками, посиленими ПЕ. Особливістю даної серії є посилення ручок ПЕ не термопривариванням, а за допомогою клею, що робить пакет більш привабливими. Серія представлена двома моделями: стандартної - НМ-800GPC і НМ-800GPW з більш високою продуктивністю завдяки застосуванню вікет-конверної системи, керованої разом з пристроєм протягування матеріалу додатковими серводвигунами.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 19510114 ПЗ

Машина складається з таких вузлів:

1. Система управління і діагностики машини з сенсорної панеллю на російській мові.

2. Гідравлічний размотчик з підйомом роля з підлоги, автоматичним контролем натягу за допомогою електродвигуна з інвертором, з пристроєм контролю і підстроювання положення розгортаного роля по кромці краю (ЕРС) та пристроєм складання (трикутник) зверху.

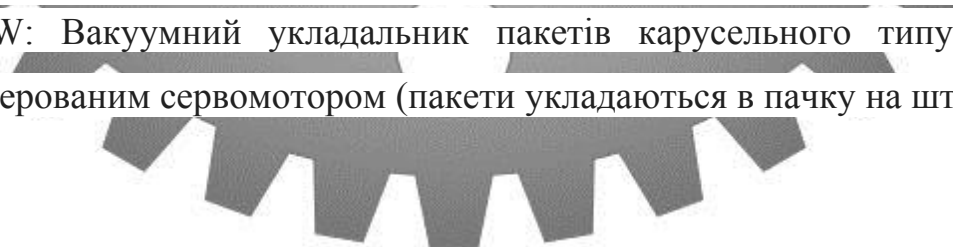
Конструкція размотчика дозволяє працювати з полотном плівки шириною до 1600 мм в діаметрі до 1000 мм.

3. Вузол приклеювання плівки під посилення керований двома сервомоторами. Подача плівки під посилення здійснюється з пневмовала при допомогою електродвигуна з інвертором через пристрій контролю положення матеріалу по кромці краю (ЕРС). Приклеювання плівки під посилення здійснюється після її поздовжнього різання навпіл, нанесення клею, подачі через вузол ротаційної обрізки. При цьому основний матеріал пакета проходить спочатку через вузол одвороту верхній частині пакета, потім через вузол повернення верхньої частини пакета після приклеювання посилення.

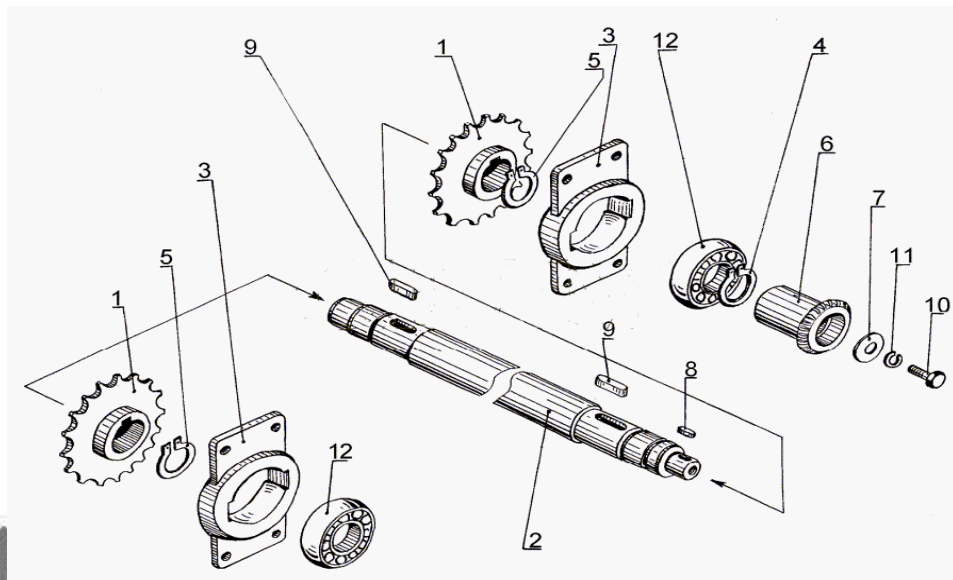
4. Плоско-висікальне пристрій «гарячого типу» для формування вирубний ручки для виготовлення пакетів з переробній ручками

5. Влаштування бічних термозварювання пакетів поворотного типу з ножем з високовуглецевої сталі і з системою його водяного охолодження

6. GPW: Вакуумний укладальник пакетів карусельного типу з вікет-конвеєром, керованим сервомотором (пакети укладаються в пачку на штирі)



					ТМ 19510114 ПЗ	9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1 - зірочка; | 7 - шайба; |
| 2 - вал; | 8 - шпонка; |
| 3 - корпус підшипник; | 9 - шпонка; |
| 4 - кільце; | 10 - болт; |
| 5 - кільце; | 11 - шайба; |
| 6 - полумуфта; | 12 - підшипник; |

Рисунок 1.2 – Склад вузла машини

Машини встановлені в приміщенні цеху № 03 АТ «Технологія» (м. Суми) за всіма вимогами техніки пожежної та санітарної безпеки. Дана машина обслуговується оператором 4-ої категорії у функцію якого входить налагодження її в період зупинки щодо виконання регламентних та ремонтних робіт.

Виконавчими поверхнями (ВП) є поверхні 28, 29 і 30. За наведеною класифікацією (дивись ГОСТ 21495–76 [3]), вал двома поверхнями 9 і 18 діаметром $35h6$ та однією із торцевих поверхонь 1 або 26 визначає своє положення в складальній одиниці машини. Всі вище зазначені поверхні виконують функцію основної конструкторської бази (ОКБ) і у вибраній системі координат (OXYZ) позбавляють п'яти ступенів свободи. Поверхні 1 та 9 позбавляють деталь чотирьох ступенів свободи в напрямку осей OX та OY (двох обертів III і II та двох переміщень V і VI, подвійна напрямна база). В напрямку осі OZ вал позбавлений однієї ступені свободи (переміщення I, опорна база). Дану функцію можуть виконувати дві торцеві поверхні 1 або 26. В напрямку обертання деталі уздовж осі OZ (обертання IV), вона не позбавлена ступені свободи, тому що цей рух не впливає на роботу в машині. За класифікацією [3] наведені бази є явними. Схема зв'язків та ступінь відповідності переміщенням наведені в таблицях 1.1 та 1.2.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
Верстатів та інструментів

Таблиця 1.1 – Таблиця відповідності

Зв'язок	Ступінь свободи	Найменування бази
1, 2, 3, 4	II, III, V, VI	Подвійна напрямна база (ПНБ). явна
5	I	Опорна база (ОБ), явна
6	IV	ОБ (Вакансія)

Таблиця 1.2 – Матриця зв'язків

X, Y, Z / 1, α	X	Y	Z	Найменування бази
1	1	1	0	ПНБ
α	1	1	0	
1	0	0	1	ОБ
α	0	0	0	
1	0	0	0	–

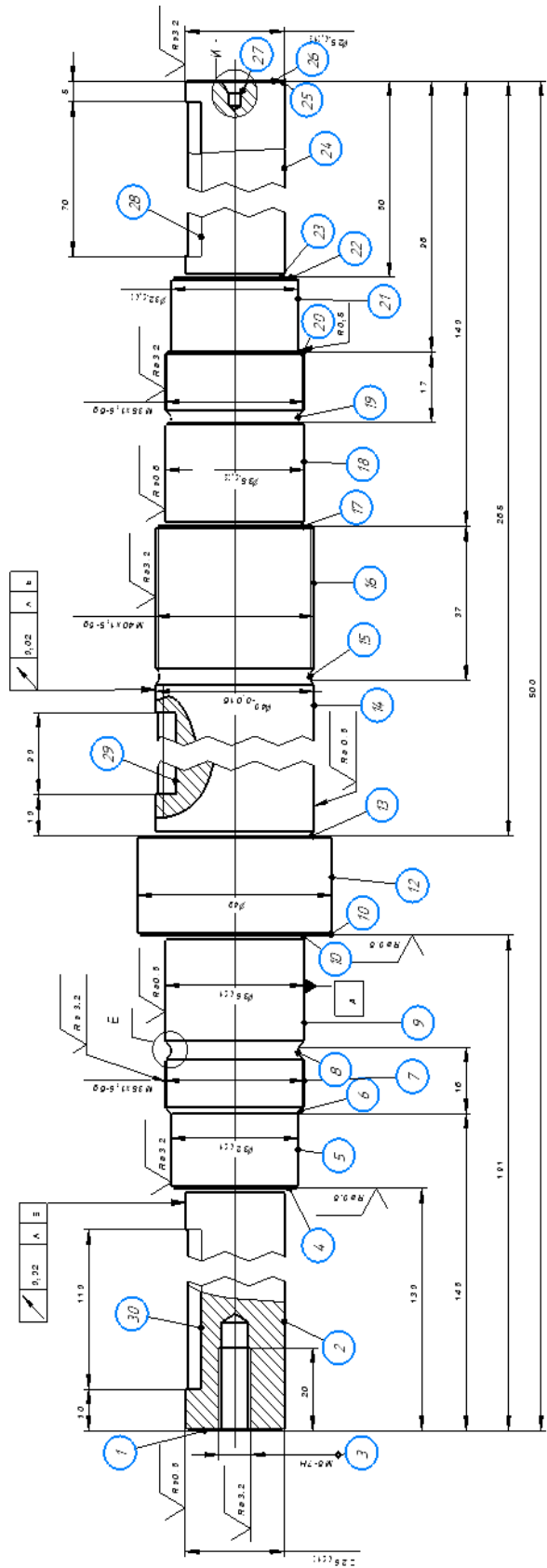


Рисунок 1.2 – Поверхні вала

верситет
будування,
ЕНТІВ



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 19510114 ПЗ

Температура критичних точок: $A_{c1}=743$, $A_{c3}(A_{cm})=815$ $A_{r1}=693$.

Оброблюваність різанням в закаленному і відпущеному стані: при HB 168 і $\sigma_B=610$ Мпа, $K_{0.2\text{тв.спл}}=0,20$, $K_{0.6\text{ст}}=0,95$.

Зварюваність матеріалу: обмежено зварювана.

Схильність до відпускнуї крихкості: схильна

Методи одержання заготовок.

Заготовку з сталі 40Х виготовляють такими методами: прокат, штамповка, ковка. Основним методом для цієї деталі являється отримання заготовки методом штамповки - це спосіб отримання заготовки або готових виробів під тиском за допомогою штампів (металевих форм), обриси яких відповідають конфігурації виробів, що виготовляються, цей метод допомагає отримати заготовку з мінімальною кількістю металу для обробки.

Проставка розмірів.

Аналіз проставлення лінійних розмірів деталі визначив, що конструктор на кресленні проставив лінійні розміри за трьома методами: ланцюговим, координатним, змішаним (дивись креслення GP-0001.00.092). Наприклад, розміри 130 мм, 148 мм, 191 мм, 500 мм, проставлені координатним методом від однієї торцевої поверхні (діаметр 25h6). Розміри 148 мм, 16 мм і 140 мм, 37 мм проставлені ланцюговим методом. Розміри 17 мм, 16 мм, 37 мм проставлені змішаним методом.

Допуски форми й взаємного розташування :


	0.02	A	B
---	------	---	---

Рисунок 2.1 - Допуск радіального биття $\varnothing 25$ відносно бази А $\varnothing 35$ і бази Б $\varnothing 35$ дорівнює 0,02 мм.

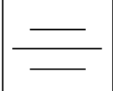
	<i>0.01</i>	<i>A</i>	<i>Б</i>
---	-------------	----------	----------

Рисунок 2.2 - Допуск симетричності бокових поверхонь пазів Ra 1,6 відносно бази А $\varnothing 35$ і бази Б $\varnothing 35$ дорівнює 0,01 мм.



3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва визначається за коефіцієнтом закріплення операцій K_{30} [5]. Вихідними даними для розрахунку цього коефіцієнта є існуючий технологічний процес виготовлення валу і норми штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к}$ за всіма операціями. Вихідні та розраховані дані наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок коефіцієнта закріплення операцій

Номер операції	Найменування операції	$T_{ш-к}$, хв	m_p	P	$\eta_{з.ср.}$	O
015	Фрезерно-центрувальна	9,1	0,0217	1	0,0217	36,86
030	Токарна з ЧПК	8,85	0,0330	1	0,0330	24,24
040	Токарна з ЧПК	10,7	0,0486	1	0,0486	16,46
050	Вертикально-фрезерна	11,8	0,0424	1	0,0424	18,87
065	Горизонтально-розточувальна	3,1	0,0744	1	0,0744	10,75
075	Кругло шліфувальна	16,8	0,0972	1	0,0972	8,23
090	Токарно-гвинторізна	4,2	0,0858	1	0,0858	9,32
Всього		64,55	–	7	–	124,73

Визначення типу виробництва.

Кількість верстатів по операціям визначається за формулою :

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.ср.}}$$

де $N = 5000$ шт – річна програма виготовлення виробів;

$F_d = 4029$ год – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$\eta_{з.н.ср.} = 0,8$ – середнє значення нормованого коефіцієнта завантаження обладнання (на цьому етапі тип виробництва ще не визначений).

Приймаємо цілу кількість робочих місць P та округляємо їх до найближчого цілого значення m_p .

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}$$

Кількість операцій, що виконуються на робочому місці

$$O = \frac{\eta_{з.н.ср.}}{\eta_{з.ф.}}$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.1, де визначені сумарні показники $T_{ш-к}$; P ; O .

Коефіцієнт закріплення операцій визначається за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{124,73}{7} = 17,8.$$

Згідно ГОСТ 14.004–83, якщо $10 < K_{з.о.} = 17,8 \leq 20$, то це відповідає середньосерійному виробництву [5].

Визначення форми організації виробництва.

Такт виробництва τ (в хвиликах) визначається за формулою:

$$\tau = \frac{60 \cdot F_d}{N} = \frac{60 \cdot 4029}{5000} \cong 48,3 \text{ хв,}$$

де $F_d = 4029$ год – дійсний фонд часу за плановий період.

Випуск N_d деталей за добу:

$$N_d = \frac{N}{254} = \frac{5000}{254} \approx 20 \text{ шт,}$$

де 254 – кількість робочих днів за рік.

Продуктивність Q потокової стрічки за сутки при її завантаженні на 60%:

$$Q = \frac{F_{сут} \cdot 0,6}{T_{ср}} = \frac{952 \cdot 0,6}{5,57} = 102,55 \text{ шт,}$$

підприємствах в певній мірі спеціалізовані – закріплені за кожним із декількох операцій для виготовлення деталей, обробка яких ведеться по партіям.

Використовується універсальне, частково спеціалізоване і спеціальне обладнання. Часто застосовуються верстати з ЧПК, оброблювальні центри, гнучкі автоматизовані системи на основі верстатів з ЧПК, пов'язаних транспортуючими пристроями, керованими від ЕОМ. Устаткування розташовано за технологічними групами із урахуванням напрямку основних вантажних потоків цеху. Застосовується універсально-збірне і періодично налагоджувальне технологічне оснащення. Основний типаж різального інструменту – універсальний і спеціальний. Вимірювальний інструмент – калібри, спеціальний вимірювальний інструмент.

Вихідними заготовками застосовують гарячий та холодний прокат і лиття в земляні форми, лиття під тиском, точне лиття, поковки і точні штамповки.

Технологічна документація та нормування докладно розробляється для найбільш складних і відповідальних заготовок і спрощеного нормування для простих заготовок. Одночасно має місце застосування укрупненої документації.

У середньосерійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, тобто розчленований на окремі операції, які закріплені за окремими визначеними верстатами. Середня кваліфікація основних робочих вище, ніж у масовому виробництві, але нижче, ніж в одиничному виробництві. Розряди робочих знаходяться в межах 3–5 розрядів.

Середньосерійне виробництво значно мірою економніше, ніж одиничне виробництво, тому що краще використовується технологічне устаткування, спеціалізація робочих місць. Все це збільшує продуктивність праці і зменшує собівартість виготовленої продукції.

4. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Форма поверхонь деталі не має складних рельєфів і не передбачає труднощів при виготовленні заготовки. Деталь є геометричною фігурою складених із циліндричних, площинних поверхонь, що дозволяє застосувати відомі методи обробки (точіння, свердління, шліфування, фрезерування) та реалізувати прості схеми базування і закріплення [5].

Аналіз конструктивних особливостей східчастих поверхонь деталі передбачає застосування на токарних операціях точіння різцями. Конструкція деталі повинна мати достатню жорсткість, яка б компенсувала деформації її поверхонь від сил різання при обробки. Конструкція валу має східчасті поверхні різних діаметрів, розташованих на великій довжині деталі (дивись креслення деталі).

Паз на кресленні виконано «глухим», тобто він фрезерується не «напрохід». Це є нетехнологічним.

За рекомендаціями робіт [3, 5, 12] вали в середньосерйному виробництві раціонально оброблювати на токарних верстатах з ЧПК.

Креслення шпонкових пазів доповнене технічними вимогами їх симетричного і паралельного розташування відносно базових поверхонь деталі, що забезпечить потрібне з'єднання пластини, шпонки а також приєднаних деталей при складанні.

За рекомендаціями робіт [3, 6] шорсткість поверхонь діаметрів 35h6 становить $R_a = 0,8$ мкм та 25h6 з шорсткістю $R_a = 0,8$ мкм . Ця вимога конструктора є правильною і передбачає забезпечити з'єднання підшипників із шийками пластини пресовою посадкою.

Таким чином, за якісними показниками деталь є технологічною, допускає застосування відомих методів обробки і роботу на верстатах із високопродуктивними режимами різання.

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Вихідними даними для виготовлення заготовки з річною програма випуску деталей $N = 5000$ штук; матеріал деталі – сталь 40Х ГОСТ 4543-71; тип виробництва – середньосерійний.

На підприємстві заготовка для валу виготовляється із круглого прокату діаметром $55(+0,4;-1,0)$ мм і довжиною 8000 мм. Заготовка із наведеними розмірами є групувою заготовкою, яка потім розрізається на окремі (штучні) заготовки (див. рис. 5.1).

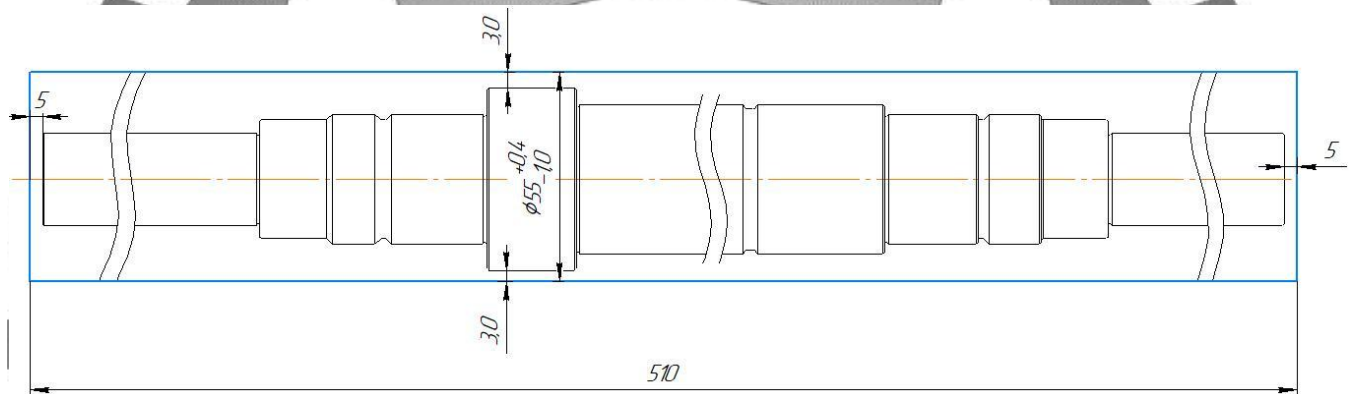


Рисунок 5.1 – Заготовка, яка виготовлена із круглого прокату

Визначимо вартість S_{II} заготовки із круглого прокату за формулою [5]:

$$S_{II} = M + \Sigma C_o,$$

де M – витрати матеріалу заготовки, грн.;

C_o – витрати на розрізання прутків для отримання штучних заготовок, грн.

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000} = 9,5 \cdot 58 - (9,5 - 3,4) \cdot \frac{280}{1000} \cong 550 \text{ грн,}$$

де $Q = 9,5$ кг – маса заготовки із прокату;

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \cdot J = \frac{3,14 \cdot 5,5^2}{4} \cdot 51 \cdot 7,9 = 9,5 \text{ кг;}$$

$$J = \frac{3,14 \cdot 5,5^2}{4} \cdot 51 \cdot 7,9 = 9,5 \text{ кг;}$$

$D = 55$ мм – діаметр прутка;

$$C = \frac{m_{ш}}{m_{ф}} = \frac{5,44}{7,8} = 0,69,$$

де $m_{ф} = V_{ф} \cdot j \cdot 1,05 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \cdot j \cdot 1,05 = \frac{3,14 \cdot 4,9^2}{4} \cdot 50 \cdot 7,9 \cdot 1,05 = 7,8 \text{ кг};$

$j = 7,9 \text{ г/см}^3$ – щільність матеріалу;

$D = 49 \text{ мм}; L = 500 \text{ мм}$ – найбільші розміри деталі за кресленням;

1,05 – коефіцієнт збільшення розмірів поковки.

Якщо $C = 0,62 < 0,69$, то ступень складності $C2$.

6. Визначаємо конфігурацію поверхні рознімання штампа – П (площинна).

7. Визначаємо вихідний індекс $VI = 13$.

8. Визначаємо основні табличні припуски на механічну обробку (на сторону) і напуски :

1,9 - діаметр 25 і шорсткість поверхні $Ra = 0.8 \text{ мкм}$

1,9 - діаметр 35 і шорсткість поверхні $Ra = 0.8 \text{ мкм}$

1,8 - діаметр 49 і шорсткість поверхні $Ra = 6.3 \text{ мкм}$

1,9 - діаметр 40 і шорсткість поверхні $Ra = 0.8 \text{ мкм}$

1,9 - діаметр 25 і шорсткість поверхні $Ra = 0.8 \text{ мкм}$

2,7 - довжина 500 і шорсткість поверхні $Ra = 6.3 \text{ мкм}$

2,0 - довжина 130 і шорсткість поверхні $Ra = 6.3 \text{ мкм} +$

2,3 - довжина 191 і шорсткість поверхні $Ra = 6.3 \text{ мкм} +$

2,5 - довжина 285 і шорсткість поверхні $Ra = 6.3 \text{ мкм} +$

1,8 довжина 80 і шорсткість поверхні $Ra = 6.3 \text{ мкм}$.

Додаткові припуски, що враховують:

– зміщення по поверхні роз'єму штампа - 0,3 мм (таблиця 5.1);

– зігнутість, відхилення від площинності і прямолінійності - 0,5 мм (таблиця 5.1).

Таблиця за розрахунковими розмірами 5.1

Розмір деталі	Основний припуск на сторону	Додатковий припуск на сторону	Розрахунковий розмір заготовки	Допуск бокові відхилення	Прийняті розміри заготовки
ø25	1,9	0,3; 0,8	31	$2,2^{+1,4}_{-0,8}$	$31^{+1,4}_{-0,8}$
ø35	1,9	0,3; 0,8	41	$2,2^{+1,6}_{-0,8}$	$41^{+1,4}_{-0,8}$
ø49	1,8	0,3; 0,8	55	$2,5^{+1,6}_{-0,9}$	$55^{+1,6}_{-0,9}$
ø40	1,9	0,3; 0,8	46	$2,2^{+1,4}_{-0,8}$	$46^{+1,6}_{-0,9}$
ø25	1,9	0,3; 0,8	31	$2,2^{+1,4}_{-0,8}$	$31^{+1,4}_{-0,8}$
500	2,7	0,3; 0,8	507	$4,0^{+2,7}_{-1,3}$	$507^{+2,7}_{-1,3}$
130	2,0	0,3; 0,8	132	$2,8^{+1,8}_{-1,0}$	$132^{+1,8}_{-1,0}$
191	2,3	0,3; 0,8	193	$3,2^{+2,1}_{-1,1}$	$193^{+2,1}_{-1,1}$
285	2,5	0,3; 0,8	286	$3,6^{+2,4}_{-1,2}$	$286^{+2,4}_{-1,2}$
80	1,8	0,3; 0,8	82	$2,5^{+1,6}_{-0,9}$	$82^{+1,6}_{-0,9}$

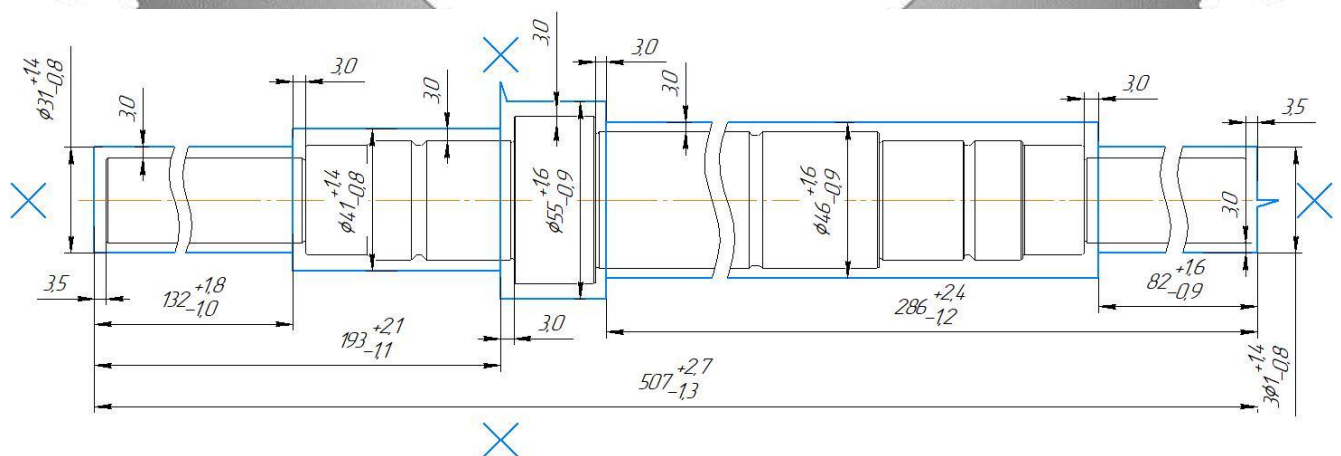


Рисунок 5.2 – Ескізи заготовки

$$l = 500 \text{ мм.}$$

$$\rho_{\text{кор}} = 2,0 \times 500 = 1000 \text{ (мкм);}$$

$\rho_{\text{зм}}$ - це величина зміщення заготовки на поверхнях штампу, мкм;
згідно з таблицею-підказкою, $\rho_{\text{зм}} = 170 \text{ мкм}$

Тоді маємо:

$$\rho_o = \sqrt{1000^2 + 170^2} = 1014 \text{ (мкм)}$$

Значення просторових відхилень для решти механічних операцій обробки визначимо по формулі:

$$\rho_i = k_y \times \rho_o, \text{ мкм}$$

де k_y – це коефіцієнт з уточнення.

Для чорнового точіння $k_y = 0,06$;

напівчистого точіння $k_y = 0,05$;

чистового точіння $k_y = 0,04$;

круглого шліфування $k_y = 0,02$.

Після виконання переходів значення остаточних похибок розміщень заготовки визначимо по формулі:

$$\rho_{\text{чорн.точ}} = 0,06 \times 1014 = 60,84 \text{ мкм;}$$

$$\rho_{\text{напівчист.точ.}} = 0,05 \times 1014 = 50,7 \text{ мкм;}$$

$$\rho_{\text{чист.точ.}} = 0,04 \times 1014 = 40,56 \text{ мкм;}$$

$$\rho_{\text{кругл.}} = 0,02 \times 1014 = 20,28 \text{ мкм;}$$

Визначимо похибку установлення заготовки по формулі:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_o^2 + \varepsilon_z^2}, \text{ мкм}$$

де $\varepsilon_{\text{баз}}$ – це похибка базування, мкм;

$\varepsilon_{\text{закр}}$ – це похибка закріплення, мкм.

					ТМ 19510114 ПЗ	31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

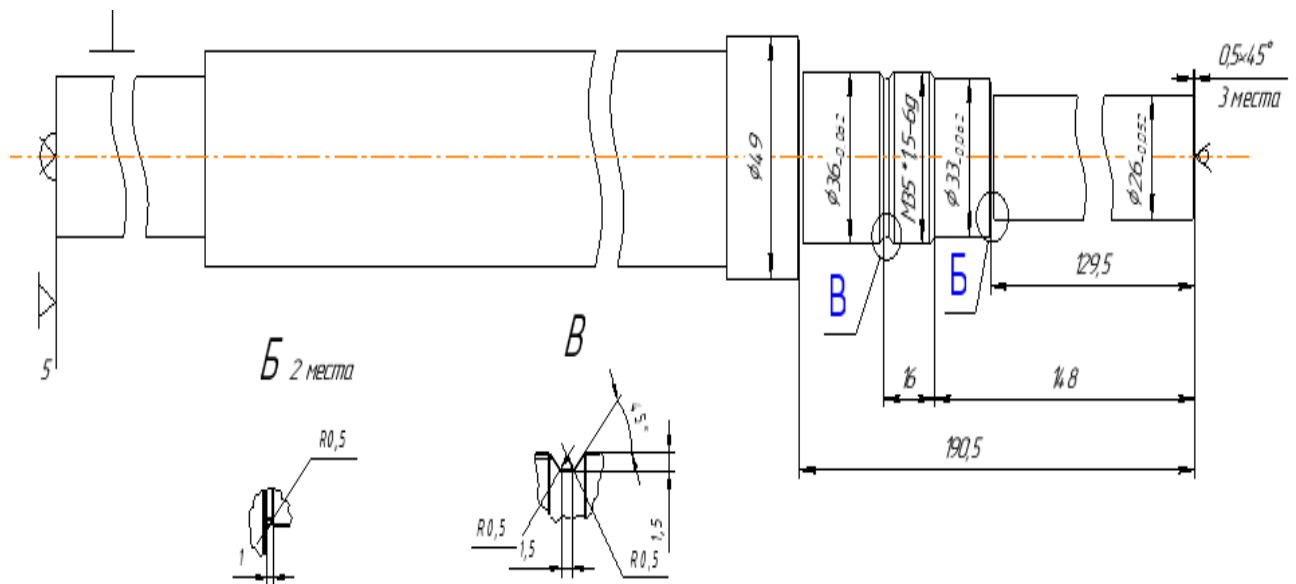


Рисунок 6.1 – Обробка на операції 030

Устаткування – токарний станок 16A20Ф3 з системою ЧПУ «WL4T».

Схема базування на даній операції деталь базується в центрах. Мають місце дві технологічні бази: подвійна направляюча (позбавляє 4-х степенів волі) і опорна (позбавляє деталь однієї степені волі)

Таблиця 6.1 – Таблиця відповідності

Зв'язок	Ступень вільності	База
1, 2, 3, 4	II, III, V, VI	ПНБ
5	I	ОБ
6	Вакансія	–

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 19510114 ПЗ

Таблиця 6.1 – Таблиця відповідності

X, Y, Z / 1, α	X	Y	Z	База
1	1	1	0	ПНБ
α	1	1	0	
1	0	0	1	ОБ
α	0	0	0	
1	0	0	0	–
α	0	0	0	
Всього	2	2	1	5-ть зв'язків

Операція 050 «Вертикально-фрезерна». Верстат моделі ГФ2171Ф3. Схема базування і закріплення заготовки наведена на рисунку 6.4.

На операції оброблюються: щпонковий паз розмірами $10H9(+0,052; 0)$ мм та паз $8H9(+0,052; 0)$. Точність ширини всіх пазів забезпечуються діаметром інструменту (фрези відповідних розмірів). Точність довжин пазів забезпечується точністю налагоджування інструментів на розмір.

Також призми забезпечать технічні вимоги паралельності і симетричності розташування пазів відносно інших поверхонь заготовки. Наведені технічні вимоги будуть забезпечені у спеціально розробленому пристрої (дивись розділ 7 пояснювальної записки).

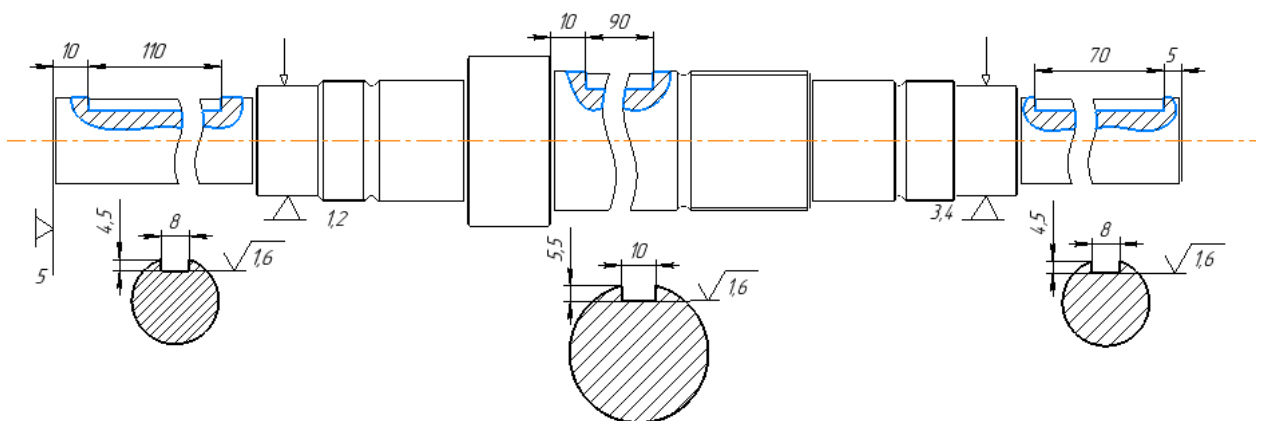


Рисунок 6.2 – Ескіз заготовки на операції 050

Таблиця 6.6 - Технічні характеристики верстата ГФ2171Ф3

Параметри	Чисельні дані
Модель верстата	ГФ2171Ф3
Розміри робочої поверхні стола, мм 0	400x1600
Найбільша маса деталі, яка встановлюється на столі верстата (разом з пристосуванням), кг	400
Частота обертання шпінделя, хв-1	50-2500
Потужність приводу головного руху, кВт	11
Переміщення столу, мм:	
поздовжнє (вісь X)	1010
поперечне (вісь Y)	400
вертикальне (установче)	250
Подача по всьому координатним осях, мм / хв	3_6000
Кількість інструментів в магазині	12
Найбільший діаметр інструмента, мм	125
Час зміни інструменту, з	20
Кількість керованих координат	3
Габарити верстата, мм	3350x4170x3150
Маса, кг, не більше	6580

6.4 Обґрунтування вибору верстатного пристрою, металорізального та вимірювального інструментів.

Операція 030 «Токарна з ЧПК».

Техоснастка – центр А-1-5-Н ГОСТ 8742-75, штангельциркуль ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-89, ШЦ-II-250-0,1-2 ГОСТ 166-89, зразки шорхності ГОСТ 9378-75, шаблон М4-3075-03, шаблон М4-3074,

PI1: Різець прохідний SCLCR 1616 H09

					ТМ 19510114 ПЗ	38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Різець токарний з механічним кріплення, гвинт через отвір твердосплавними ромбічної пластини з ріжучою кромкою 12,9мм та кутом нахилу в плані 95°, задній кут нахилу 0°, лівий, для позитивної ромбічної вставки 80°, перетин Н*В=25*25мм, довжина 100 мм.

РІ2: Різець прохідний упорний Т15К6 є відмінним прикладом для розбирання маркування. Тут видно, що виріб відноситься до твердосплавним матеріалами Титановольфрамове групи. Буквено-цифрове позначення говорить про те, що «Т15» - 15% вміст карбиду титану, а «К6» - 6% вміст кобальту.

РІ3: Різець канавкавий TGB 32-1.4 Різець канавкавий з механічним кріплення, гвинт через отвір твердосплавними ромбічної пластини з ріжучою кромкою 1 мм

РІ4: Різець різьбовий для зовнішньої різьби 20x12x120 Т30К4 ГОСТ 18885-73

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ-ІІ 630-0,1 ГОСТ 169-89; зразки шорсткості ГОСТ 9378-93 (для сталі)
Кафедра технології машинобудування, Операція 050 «Вертикально-фрезерна»
Верстатів та інструментів

Для обробки трьох пазів треба розробити спеціальний пристрій з метою точного базування, швидкого закріплення та розкріплення заготовки, з використанням пневматичного силового приводу. Проектування верстатного приводу наведено у розділі 7 пояснювальної записки.

Для обробки шпонкового.

Різальний інструмент:

РІ1: Кінцева фреза 2Р-ТЕ90-214-13-05-L110

Кінцеві фрези під кутом 90 ° зі вставками 2РКТ з високими позитивними спіральними ріжучими крайками. Матеріал ріжучої частини Р6М5 ГОСТ 17026-71. Довжина державки 110мм.

Приймаємо $n_{\Pi} = 500$ об/хв, тоді

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D n_{\Pi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 500}{1000} = 76,9 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо потужність різання N_e , кВт [9, с. 271]:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V_{\Phi}}{1020 \cdot 60} = \frac{3985 \cdot 76}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт.}$$

Порівняємо $N_e = 4,9 \text{ кВт} < N = N_e \cdot \eta = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт}$ – режим різання буде реалізований.

Визначаємо основний T_0 (хв) час переходу:

$$T_0 = \frac{L_p \cdot i}{S \cdot n_{\Pi}} = \frac{285 \cdot 1}{0,63 \cdot 300} = 0,47 \text{ хв,}$$

де $L_p = l_d + l_{вр} + l_{пер} = 285 + 1,5 + 0 = 286,5$ мм – розрахункова довжина;

$l_d = 285$ мм – довжина обробленої поверхні;

$l_{вр} = 1,5$ мм – величина врізання інструменту;

$l_{пер} = 0$ – величина перебігу інструменту;

$i = 1$ – кількість ходів інструменту.

На інші технологічні переходи операції режими різання визначалися табличним методом (див. табл. 5.7).

$$T_0 = 2,36$$

Операція 060 «Вертикально-фрезерна».

Обробка виконується на фрезерному верстаті моделі ГФ2171Ф3, потужність верстата $N = 7$ кВт. На першому переході фрезерується шпонковий паз шириною $14J57(+0,009; 0)$ мм, довжиною $46 \pm 0,435$ мм, глибиною 4,5 мм. Різальний інструмент: фреза шпонкова діаметром $D = 8$; $L = 107$ мм; $l = 22$ мм; кількість зубців $Z = 2$; тип 2 із конічним хвостовиком згідно ГОСТ 9140–78, матеріал фрези Р6М5 ГОСТ 19265–73. Обробка паза виконується за один хід інструменту.

Глибина різання $t = 4,5$ мм; ширина фрезерування $B = 8$ мм.

Подача на зуб при врізанні на глибину шпонкового пазу $S_z = 0,25$ мм/зуб. [7, т. 38, с. 286].

					ТМ 19510114 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Період стійкості шпонкової фрези $T = 80$ хв .

Швидкість різання V визначається за формулою :

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} = \frac{12 \cdot 20^{0,3} \cdot 0,96}{80^{0,26} \cdot 5,9^{0,3} \cdot 0,25^{0,25} \cdot 14^0 \cdot 2^0} \approx 12,5 \text{ м/хв},$$

де $C_v = 12$; $q = 0,3$; $x = 0,3$; $y = 0,25$; $u = 0$; $p = 0$; $m = 0,26$ – показники степені ;

$K_v = 0,96$ – загальний поправний коефіцієнт для швидкості різання залежно від фактичних умов різання .

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,96,$$

де $K_{pv} = 0,8$ – коефіцієнт враховує стан поверхні заготовки ;

$K_{iv} = 1,0$ – коефіцієнт враховує матеріалу інструменту ;

$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_b)^n = 1 \cdot (750/760)^{0,9} = 1,027$ – коефіцієнт враховує фізико-механічні властивості матеріалу заготовки.

Частота обертання фрези n , об/хв.:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 12,5}{3,14 \cdot 8} = 497 \text{ об/хв.}$$

Корегуємо оберти фрези за паспортними даними верстата і приймаємо $n_{\pi} = 500$ об/хв. Тоді фактична швидкість різання визначиться:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\pi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 500}{1000} = 12,56 \text{ м/хв.}$$

Визначимо хвилинну подачу стола верстата:

$$S_M = S_z \cdot n_{\pi} \cdot Z = 0,25 \cdot 497 \cdot 2 = 12,8 \text{ мм/хв.}$$

За паспортом верстата приймаємо подачу $S_M = 15$ мм/хв.

Тоді подача на зуб фрези визначиться за формулою:

$$S_z = S_M / n_{\pi} \cdot Z = 15 / 284 \cdot 2 = 0,105 \text{ мм/зуб.}$$

Сила різання P_z визначається за формулою:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z \cdot K_{mp}}{D^q \cdot n^w} =$$

7.2.2 Точність форми

До шпонкового пазу не висунуті вимоги по точності форми. В такому разі допуск площинності стінок паза порівнює 60% від допуску на розмір ширини паза: $T=0,6*36=21,6$ (мкм).

Приймаємо зі стандартного ряду: $T=20$ мкм = 0,02 мм

7.2.3 Точність розташування

Відповідно до креслення, до шпонкового пазу висунуті вимоги по взаємному розміщенню – допуск симетричності, який рівен 0,01 мм.

7.2.4 Шорсткість

Шорсткість оброблюваного пазу задана становить 1,6 мкм за критерієм Ra, що відповідає 4 класу точності.

7.3 Визначення кількісних і якісних відомостей про заготовку, котра надходить на операцію

На початковому етапі розроблення схеми базування проводимо аналіз точності поверхонь, що претендують на роль базових.

Аналіз креслення деталі дозволив запропонувати ряд поверхонь, що можуть бути використанні як технологічні бази.

Розроблюване пристрій використовується для зажиму деталі «Вал».

Згідно завдання необхідно спроектувати верстатне пристрій для установки та закріплення заготовки на операції 050 Шпонково-фрезерна з ЧПК.

7.3.1 Точність розмірів

Діаметри двох базових поверхонь $35h6(0; -0,02)$ мм, номінальний розмір – 35 мм; квалітет – 6-й, поле допуску – h, величина допуску $T35h6 = 0,02$ мм,



верхнє відхилення поля допуску $ES = 0$, нижнє відхилення поля допуску $EI = -0,02$ мкм.

7.3.2 Точність форми

На кресленні зазначена технічна вимога – радіальне биття двох поверхонь $\varnothing 60,8h8$ в межах $0,02$ мм. Це биття може бути як відхиленням форми точності циліндричної поверхні (овал), так і відхиленням від співвісності двох наведених поверхонь (радіальне биття). Допуск циліндричності розраховується як 60% від допуску на розмір $\varnothing 60,8h8$ і становить:

$$T_f \varnothing 35h6 = 0,6 \cdot T_{\varnothing 35h6} = 0,6 \cdot 0,02 = 0,012 \text{ мм.}$$

Таким чином, цю технічну вимогу приймаємо як радіальне биття $0,01$ мм.

7.3.3 Точність розташування

Розглянемо можливі похибки по радіальному биттю діаметра $\varnothing 35h6(0;-0,02)$

Для діаметра $\varnothing 35 h6$:

$$T_{\varnothing 35} = 0,6 \cdot 0,02 = 1,2 \cdot 0,012 \text{ мм.}$$

відповідного до стандартного ряду:

$$T_{\varnothing 45,4} = 1,2 \text{ мкм,}$$

що відповідає 6 ступеню точності.

7.3.4 Шорсткість

Шорсткість циліндричних базових поверхонь $R_a = 0,8$ мкм. В пристрої, який проектується, будуть оброблятися заготовки із базовими поверхнями тільки наведеної точності розмірів, форми і шорсткістю.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

7.4 Визначення умов, в яких буде виготовлятися та експлуатуватися проєктований пристрій

Річна програма випуску задана в 5000 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості відповідає дрібносерійному типу виробництва. Можна стверджувати, що пристрій будуть використовувати з досить великою інтенсивністю. В цілому, за період виготовлення деталі “Вал ведучий” (1 рік) пристрій повинен здійснити 5000 робочих циклів.

Заготовка буде оброблюватися на верстаті із ЧПК моделі ГФ2171Ф3.

Основні параметри верстата:

- частота обертання шпинделя – 50-2500 об/хв;
- Макс. обертаючий момент – 339Нм;
- максимальна осьова сила різання: $P = 2000 \text{ Н}$;
- потужність електродвигуна – 11 кВт;

7.5 Складання переліку функцій, які реалізуються

0 Переміщення і попередня орієнтація заготовки;

1 Базування заготовки;

2 Закріплення заготовки;

3 Базування пристрою на верстаті;

4 Закріплення пристрою на верстаті;

5 Підведення і відведення енергоносія;

6 Утворення вихідної сили для закріплення;

7 Керування енергоносієм;

8 Об'єднання функціональних вузлів;

9 Обробка пазу;

10 Створення безпечних умов праці.

Сумський державний університет
Кафедра технологій машинобудування,
верстатів та інструментів

циліндрична поверхня деталі, позбавляє деталь 4-х ступенів волі (переміщення по осях z та у обертання по осях z та у). Опорна база – торець деталі, позбавляє деталь 1-ого ступеня волі (переміщення по осі x). Схема базування деталі наведена на рисунку 7.1. Зв'язки, що забезпечуються базами наведені в таблиці 7.1, в таблиці 7.2 наведена матриця зв'язків.

Таблиця 7.1 Зв'язки, забезпечувані базами

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

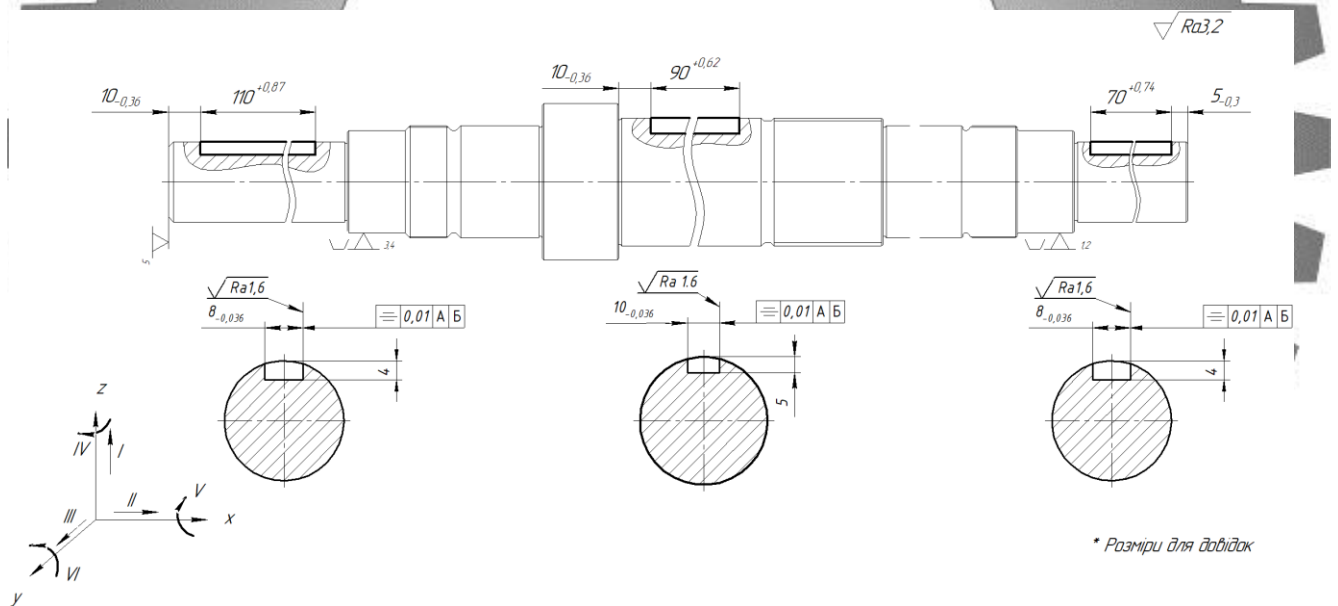


Рисунок 7.1 Схема базування деталі

Таблиця 7.2 - Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
ПНБ	0	1	1	↔
	0	1	1	○

Індекс координати		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалізації	Реакція	-	\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}	-	\bar{R}	-	-	\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}
	Сила закріплення					P_3							
	Сила тертя							F	F				

7.7 Побудова функціональної структури пристрою

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

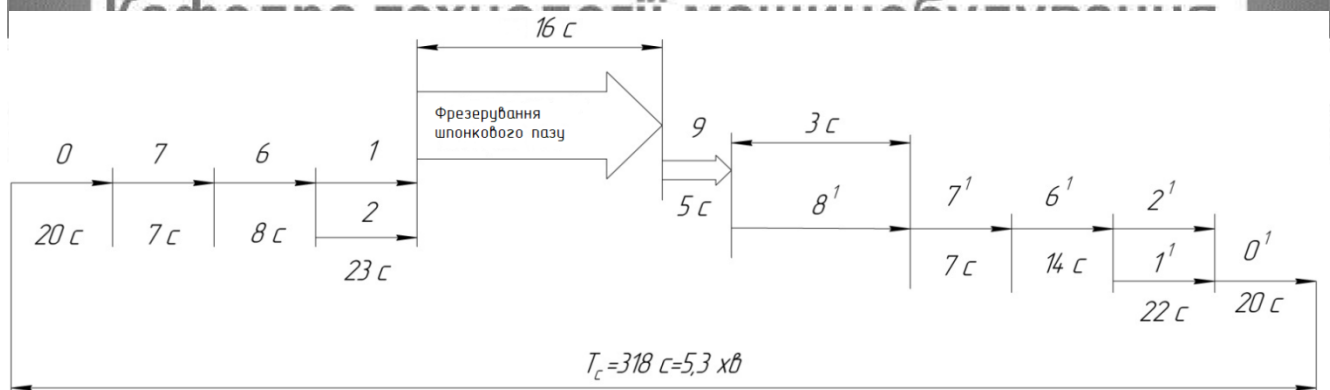


Рисунок 7.4 – Схема послідовної реалізації функцій

Функціональна структура пристрою представлена на рисунку 7.4.

При обробці заготовки виникають сили різання, які спмагаються зрушити її з встановленого місця у пристрої. За схемою базування, наведеної у розділі 2 пояснювальної записки, заготовка розбавлена п'яти степенів вільності, які орієнтують її відносно інструмента (фрези), налагоджуваного на виконання розмірів паза згідно технічних вимог креслення.

Розрахунком режимів різання на операції операції 050 «Вертикально-фрезерна» були визначені чисельні дані складових елементів режимів при обробці пазу. Найбільш несприятливий режим різання виникає при обробці пазу шириною 10(0,009) мм

7.8.3 Розрахунок сил затиску

Сила P_z намагається зсунути заготовку в вісьовому напрямку, а значить необхідно розрахувати силу затиску, котра протидіятиме цьому зсуву.

З урахуванням вищесказаного силу закріплення заготовки можна розрахувати за P_3 для циліндричної заготовки діаметром бази D встановленої в призмі та навантаженої крутним моментом сила закріплення P_3 визначається за формулою:

$$P_3 = \frac{k \cdot R}{f_{оп} + f_{зм}}$$

де K - коефіцієнт запасу;

$R=P_z$ сила різання, Н·м;

D - діаметр заготовки, $D=0,032$ м;

$f_{оп}, f_{зм}$ - коефіцієнти тертя відповідно в місцях контакту заготовки з опорами і затискними елементами, по [2] с.85, таблиця 10 при контакті обробленої заготовки з опорами і затискними елементами пристосування $f_{оп} = f_{зм} = 0,16$.

Коефіцієнт запасу K вводять в формули при обчисленні сили P_3 для забезпечення надійного закріплення заготовки, по [2] с.85:

де	C_p -	коефіцієнт, по [9] с.291, таблиця 41 $C_p = 68,2$;
-	x, y, n, q, w	показники ступеню, по [9] с.291, таблиця 41 $x = 0,86$; $y = 0,72$; $n = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$;
-	t -	глибина фрезерування, при фрезеруванні з маятниковою подачею $t = 1$ мм;
-	S_z -	подача на один зуб при фрезеруванні, по [9] с.286, таблиця 38 $S_z = 0,06$ мм/зуб;
-	B -	ширина фрезерування, при фрезеруванні з маятниковою подачею $B = 10,0$;
-	z -	число зубців фрези $z = 4,0$;
-	n -	частота обертання шпинделя, $n = 400$ об/хв;
-	K_{MP}	поправочний коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, $1,08$.

Підставивши вибрані і розраховані значення в формулу , визначимо головну складову сили різання при фрезеруванні:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 10^1 \cdot 4}{10^{0,86} \cdot 400^0} \cdot 1,08 = 536,5 \text{ Н}$$

Підставивши вибрані і розраховані значення в формулу , визначимо крутний момент, діючий на заготовку при фрезеруванні:

$$M_{KP} = \frac{536,5 \cdot 10}{2 \cdot 100} = 26,8 \text{ Н мм}$$

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

$$P_3 = \frac{2,6 \cdot 536,5}{0,16 + 0,16} = 4359 \text{ Н.}$$

Отже, необхідна сила затиску $P_3 = 4359$ Н.

Вибір та розрахунок силового приводу

Визначаємо передатне відношення механізму підсилення. Для даної схеми ричажних механізмів передатне відношення $i=1$.

$$Q = 2W \cdot i, \text{ (Н)}$$

де W - сила на штоці пневмоциліндра;

2 - кількість пневмоциліндрів.

Звідси виводимо формулу для визначення необхідної сили на штоці:

$$W = \frac{Q}{2i}, \text{ (Н)}$$

При даному передатному відношенні та силі затиску заготовки сила на штоці пневмоциліндра буде рівна:

$$W = \frac{4353}{2} = 2180, \text{ (Н)}$$

Розрахунок силового приводу:

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

де D - діаметр поршня пневмоциліндра;

$p = 0,4$ МПа – тиск стиснутого повітря,

$\eta = 0,9$ - ККД, враховуючий втрати в пневмоциліндрі.

Тоді діаметр поршня дорівнює:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2180}{3.14 \cdot 0.4 \cdot 0.9}} = 87,83 \text{ мм.}$$

Діаметр пневмоциліндра округляється до найближчого більшого значення по ГОСТ 15608-81: $D=90$ (мм); діаметр штоку $d=30$ (мм).

Визначаю дійсну силу з врахуванням округлення за формулою :

$$W_{\partial} = \frac{3,14}{3} \cdot 90^2 \cdot 0.4 \cdot 0.9 = 3052 \text{ (Н).}$$

По четверте, виготовлені за існуючими нормативними документами пневматичні камери значно легше встановлюються в конструкцію верстатного пристрою і підключаються до мережі стислого повітря цеху. У цілому конструкція верстатного пристрою є значно компактною і простішою при її виготовленні та експлуатації.

7.9 Розрахунок на міцність

Розрахунок силового приводу:

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

де D - діаметр поршня пневмоциліндра;

$p = 0,4$ МПа – тиск стиснутого повітря;

$\eta = 0,9$ - ККД, враховуючий втрати в пневмоциліндрі.

Тоді діаметр поршня дорівнює:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2180}{3.14 \cdot 0.4 \cdot 0.9}} = 87,83 \text{ мм.}$$

Діаметр пневмоциліндра округляється до найближчого більшого значення по ГОСТ 15608-81: $D=90$ (мм); діаметр штоку $d=30$ (мм).

Визначаю дійсну силу з врахуванням округлення за формулою :

$$W_d = \frac{3,14}{3} \cdot 90^2 \cdot 0.4 \cdot 0.9 = 3052 \text{ (Н).}$$

Таким чином дійсна сила на штоці перевищує необхідну силу, відповідно пристрій забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

7.10 Розрахунки пристрою на точність

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою [4, с.26]. Більшість складових, що входять у дану формулу, являють собою поля



**Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**

ВИСНОВКИ

1. Виконаний аналіз службового призначення машини для виготовлення пакетів та вала. Проаналізовані технічні вимоги деталі на її виготовлення.
2. За коефіцієнтом розроблення операцій визначений тип виробництва – середньосерійний та форма його організації – групова.
3. Виконаний аналіз технологічності конструкції вала за якісними показниками. Конструкція деталі за окремими її елементами визнана технологічною.
4. Запропонований спосіб одержання вихідної заготовки – штамповка на КГШП, а також розроблені технічні вимоги на її виготовлення.

					ТМ 19510114 ПЗ	64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

10. **Горбацевич, А.Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышэйш. школа, 1983. – 256 с.

11. **Гусев, А. А.** Технология машиностроения (специальная часть) / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. – Москва: Машиностроение, 1986. – 480 с.

12. **Маталин, А.А.** Технология машиностроения / А.А. Маталин. – Ленинград: Машиностроение, 1985. – 496 с.



**Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів**