

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

Форма № Н-9.02

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

Факультет технічних систем і енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему *Проектування технологічного процесу*
виготовлення валу 62.11.01.061

Виконав: студент IV курсу, групи *ТМ-71к*
напряму підготовки

131 – Прикладна механіка

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Блідзе Б.С

(прізвище та ініціали)

Керівник

Динник О.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О. Іванов

« ____ » _____ 2021 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ВАЛУ 62.11.01.061**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 6.050502 – Інженерна механіка

Студент

Бліадзе Б.С

Керівник

Динник О.Д

Нормоконтроль

Динник О.Д

Суми – 2021

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 65 с., 11 рис., 6 табл., 2 додатки, 22 літературних джерела. Графічна частина виконана на 4 аркушах формату А2 та 1 аркушу формату А1.

Об'єкт розробки – технологічний процес по виготовленню валу АК-60.02.00.061 редуктора роздаточного установки підйомна для освоєння і ремонту нафтових і газових свердловин УПА-60А.

Основна увага приділена аналізу службового призначення як машини в цілому, так і окремо вузла і деталі, проведена перевірка пред'явлених до деталей технічних вимог, аналіз методів отримання заготовки, розроблено структуру механічних операцій технологічного процесу виготовлення деталі, призначені технічно обгрунтовані режими різання і норми часу, обгрунтовано застосування засобів технічного оснащення і устаткування, спроектовано верстатне пристосування, розглянуті питання охорони праці.

ВАЛ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ, ЗАГОТОВКА, РЕЖИМ РІЗАННЯ, РІЗЕЦЬ, ФРЕЗА, ВЕРСТАТ, ДІЛЬНИЦЯ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВИРОБУ, ВУЗЛА І ДЕТАЛІ.....	6
1.1 Аналіз службового призначення виробу.....	6
1.2 Аналіз службового призначення вузла.....	9
1.3 Аналіз службового призначення деталі.....	10
2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	12
3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ..	14
4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ.....	18
5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ.....	19
5.1 Розрахунок штампованої заготовки.....	19
5.2 Розрахунок заготовки з прокату.....	22
6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	23
6.1 Розробка структури операції	Ошибка! Закладка не определена.
6.2 Розрахунок припусків на механічну обробку поверхонь	24
6.3 Вибір і обґрунтування схем базування і закріплення.....	25
6.4 Обґрунтування вибору металоріжучих верстатів	28
6.5 Обґрунтування вибору верстатних пристосувань і іншого технологічного оснащення.....	31
6.6 Розрахунок режимів різання.....	32
6.7 Технічне нормування операцій	38
7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ	4250
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	51
ДОДАТКИ.....	54

					<i>ТМ 1809004.28.-00. ПЗ</i>			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Блідзе Б.С			<i>Проектування технологічного процесу виготовлення валу валу 62.11.01.061 Пояснювальна записка</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Динник О.Д				3	69	
Н. Контр.		Динник О.Д			КІСумДУ, ТМ-71к			
Затверд.		Іванов В.О						

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні особливу роль відводять створенню і впровадженню нової техніки в усіх галузях, прискоренню науково-технічного прогресу країни.

У зв'язку з гнучким використанням і створенням виробничих комплексів механічної обробки різанням особливого значення набувають верстати з ЧПУ. Застосування верстатів з ЧПУ замість універсального устаткування мають істотні особливості, і створює певні переваги:

1. продуктивність верстата підвищується в 1,5 - 5 разів в порівнянні з аналогічними верстатами, але з ручним управлінням;
2. застосування верстатів з ЧПК з метою поєднання гнучкості універсального обладнання з точністю і продуктивністю верстата-автомата, що і дозволяє вирішувати питання комплексної автоматизації серійного виробництва;
3. якісно перебудовується машинобудування на базі сучасної обчислювальної техніки;
4. знижується потреба в кваліфікованих робочих, а підготовка виробництва стає завданням інженерної праці;
5. скорочується час пригоночних робіт в процесі складання, оскільки деталі, виготовлені за однією програмою, є взаємозамінними;
6. скорочуються терміни підготовки і переходу на виготовлення нових деталей, завдяки централізованому запису програм і простішому універсальному технологічному оснащенню;
7. знижується тривалість циклу виготовлення деталей і зменшується запас незавершеного виробництва.

Розвиток машинобудування, припускає проектування технологічних процесів із застосуванням обчислювальної техніки і математичне моделювання процесів механічної обробки, використання верстатів з числовим програмним управлінням і створення гнучких автоматичних систем на основі використання ЕОМ, автоматизація міжопераційного транспорту, контролю, техніки.

					<i>ТМ 18090028-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВИРОБУ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ

1.1 Аналіз службового призначення виробу

Установка підйомна для освоєння і ремонту нафтових і газових свердловин УПА-60А призначена для освоєння і ремонту нафтових і газових свердловин. При цьому проводяться наступні операції:

- переїзд від свердловини до свердловини;
- монтаж-демонтаж на свердловині;
- операції з насосно-компресорними, бурильними і обсадними трубами, а також насосними штангами;
- промивання піщаних пробок, глушення свердловин, циркуляція промивального розчину при бурінні, фрезеруванні і інших роботах;
- розбурювання цементних стаканів, буріння, фрезерування та ін.;
- проведення ловильних і інших робіт по ліквідації аварій у свердловині.

Усі механізми, що входять до складу установки підйомної, змонтовані на шасі автомобіля КраЗ. В якості приводу установки підйомної використовується ходовий двигун автомобіля КраЗ. Потужність відбирається через коробку відбору потужності 10, встановлену на роздавальній коробці шасі. Карданним валом 8 коробка відбору потужності сполучена з роздавальним редуктором 7, встановленим на рамі 9. Від роздавального редуктора потужність відбирається за допомогою клинових ременів на компресорну установку 18, яка живить механізм пневмокерування 3, а також на трансмісію 35 через карданний вал 33 і карданний шарнір 34.

Від первинного валу роздавального редуктора обертання передається через вбудований редуктор масляним насосам, що живлять виконавчі гідромеханізми: гідромотор гідроротора 6 і гідравлічні домкрати підйому щогли, і інші. Від шківів на первинному валу обертання передається через клинопасову передачу компресорній установці 7.

Від вторинного валу роздавального редуктора обертання передається трансмісії 3. На валу трансмісії насаджена зірочка ланцюгової передачі приводу лебідки 5, а на консольній частині валу - фланець, що служить для кріплення кардан-

					ТМ 18090028-00 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ного валу приводу бурового насоса 4.

Загальний вигляд підйомної установки УПА-60А наведений на рис. 1.1

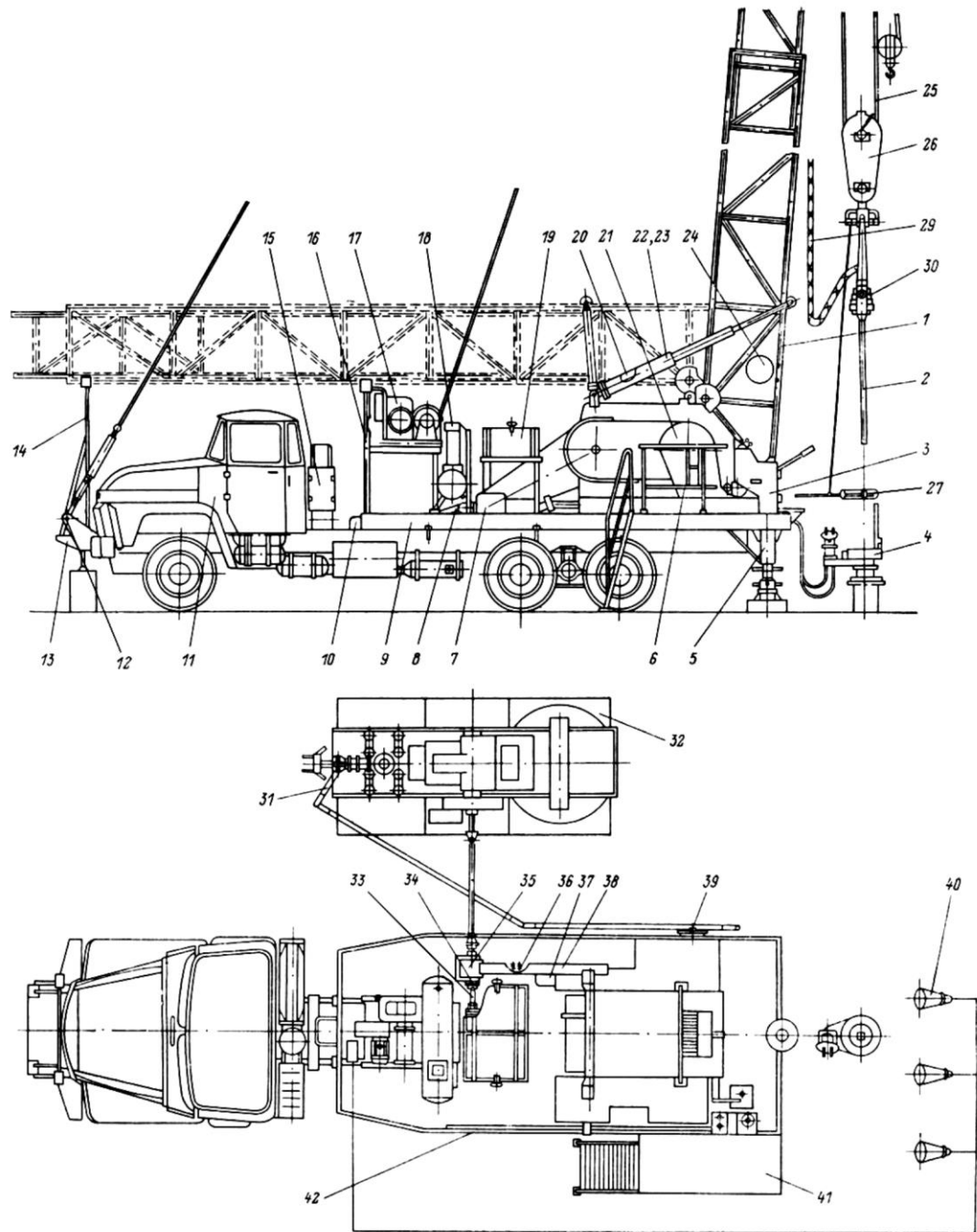


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд підйомної установки УПА-60А

Основні технічні характеристики підйомної установки УПА-60А приведені в таблиці 1.1.

										Арк.
										7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 18090028-00 ПЗ

Таблиця 1.1 – Технічні дані і характеристики установки УПА-60А

№ поз.	Найменування параметра	Одиниці вимірюв.	Величина
1	2	3	4
1.	Навантаження, що допускається, на крюку	кН(тс)	600 (60)
2.	Потужність приводу лебідки, максимальна	кВт	165.4
3.	Число швидкостей лебідки:	-	6
4.	Швидкість підйому	м/с	0.21 . 1.6
5.	Висота щогли від землі до осі кронблока	м	20.0
6.	Довжина об'єктів, що спускаються, найбільша	м	12.7
7.	Діаметр каната	мм	25
8.	Тягове зусилля допоміжної лебідки	кН(тс)	20 (2)
9.	Робочий майданчик		підвісний, із змінною висотою установки
10.	Висота установки робочого майданчика від рівня землі	м	0.9 - 2.5
11.	Розміри в робочому положенні (довжина х ширина)	м	2x4.2
12.	Крутний момент	кНм (кгс м)	4.5(450)
13.	Частота обертання	с ⁻¹ (об/мин)	1 (60)
14.	Тиск гідросистеми	МПа (кгс/см ²)	16.0 (160)
15.	Вантажопідйомність	кН (тс)	800 (80)
16.	Умовний діаметр захоплюваних труб	мм	60,73,89,102,114
17.	Тиск пневмосистеми	МПа (кгс/см ²)	0,8 (8)
18.	Габаритні розміри транспортного засобу (підйомної установки АК-60 в транспортному положенні)	мм	
19.	довжина		16500
20.	ширина		3150
21.	висота		4500
22.	Дубіючи передніх / задніх коліс		2160
23.	Повна маса транспортного засобу (підйомної установки АК-60 в транспортному положенні)	кг	28000
24.	- на передню вісь		7400
25.	- на задній візок		20600

1.2 Аналіз службового призначення вузла

Редуктор роздавальний є складовою частиною виробу «Установка підйомна УПА-60А» і служить для передачі потужності від двигуна автомобіля на ланцюгові редуктори лебідки. Ескіз редуктора роздавального показаний на рис. 1.2

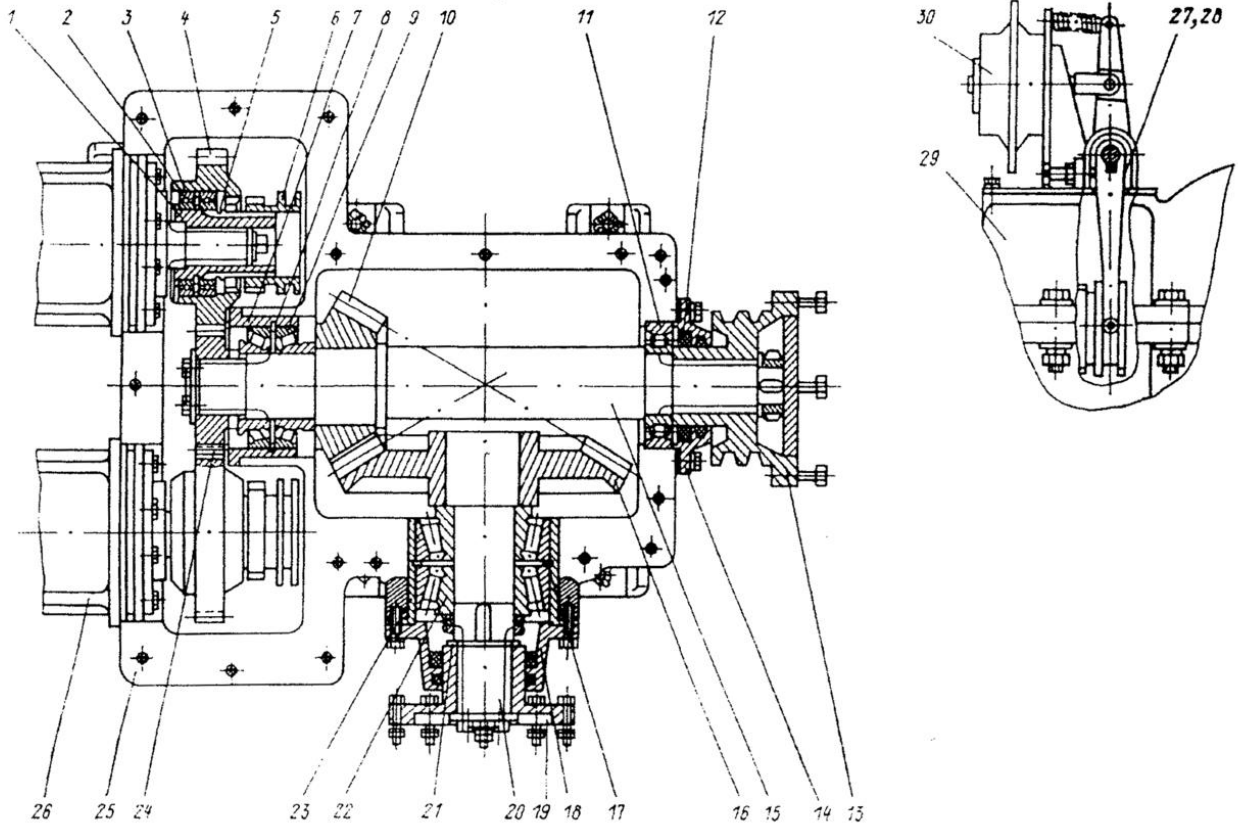


Рисунок 1.2 – Ескіз редуктора роздавального

Принцип роботи редуктора роздавального.

Вал вихідний 15 обертається на одному радіальному 11 і двох конічних роликопідшипниках 9, між його опорами насаджена мала конічна шестерня 10. На консольних кінцях валу, на шліцах, встановлений шків 13 для приєднання карданної передачі і приводу компресорної установки, а також шестерня 24, що знаходиться в зачепленні з двома з шестернями 4 приводи насос-моторів 26. Шестерні встановлені на підшипниках 3, на шліцевих втулках 1, укріплених на шліцевих валах насос-моторів. На шліцевих втулках знаходяться також зубчасті муфти 6 насосів, які переміщуються за допомогою гальмівних камер 30.

						ТМ 18090028-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			9

Ведений вал 20 встановлений на двох конічних роликотішипниках 22. На його кінцях закріплені з одного боку велика конічна шестерня 16, що знаходиться в зачепленні з малою конічною шестернею, з іншого боку -фланець 19, для приєднання карданної передачі. Роз'ємний корпус редуктора складається з корпусу 25 і кришки 29, відлитих із сталі і таких, що сполучаються болтами. У кришці 29 є оглядовий люк, що закривається кришкою з сапуном і щупом. Корпус має зливний отвір, закритий різьбовою пробкою. Вали, що виходять з корпусу редуктора, ущільнені гумовими манжетами і повстяними ущільнювачами. Регулювання зачеплення конічних шестерень робиться за допомогою металевих регулювальних прокладень. Монтаж, підготовку і порядок роботи роздавального редуктора у складі установки підйомної необхідно здійснювати відповідно до "Керівництва по експлуатації і інструкції по монтажу і регулюванню" установки підйомної для освоєння і ремонту нафтових і газових свердловин УПА-60А.

1.3 Аналіз службового призначення деталі

Деталь, що розглядається, вал 62.11.01.061 є вихідним валом редуктора роздавального. Вал призначений для передачі моменту обертання на ланцюгову передачу лебідки, а також для монтажу рухомих частин редуктора. Функції основних баз, за допомогою яких вал встановлюється у виробі, є поверхні 6, 7 і 18 (рис.1.2).

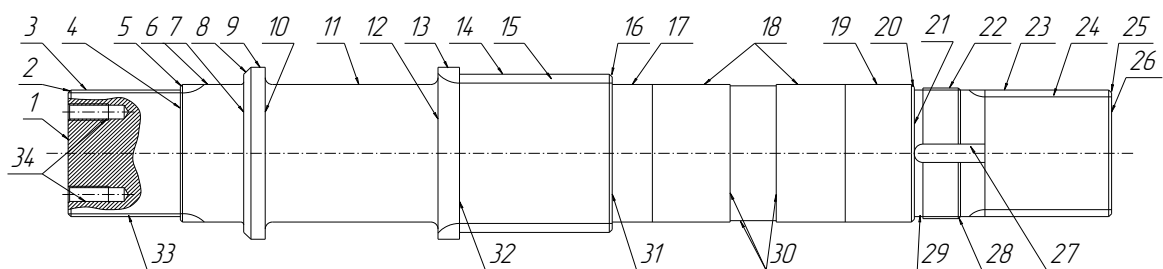


Рисунок 1.2 – Ескіз деталі.

Поверхні 6 і 18 утворюють подвійну напрямну базу і позбавляють деталь чотирьох ступенів вільності (обертань навколо вісей Y і Z і переміщень вздовж цих же вісей). Поверхня 7 є опорною базою і позбавляє деталь однієї ступені ві-

										Арк.
										10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

льності (переміщення вздовж вісі Х).

Допоміжними конструкторськими базами є такі поверхні:

- поверхні 14, 15 і 32 призначені для базування колеса 56.
- поверхня 17 призначена для базування втулки 51.
- поверхні 3, 33 призначені для базування фланця 59.
- поверхня 19 призначена служить для базування втулки 50.
- поверхня 22 призначена для базування гайки 120.
- поверхня 27 призначена для фіксації гайки 120.

Виконавчою є поверхня 34, вона призначена для закріплення фланця 59.

Решта поверхонь є вільними.

В процесі роботи вал підлягає дії динамічних і знакозмінних навантажень, а також працює у важких кліматичних умовах (діапазон робочих температур від -45°C до +40°C).

					<i>ТМ 18090028-00 ПЗ</i>	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Матеріалом для виготовлення деталі конструктором задана конструкційна низьколегована сталь 40ХФА ГОСТ 4543–71. Сталь призначена: у покращеному стані – шліцьові вали, штоки, настановні гвинти, траверси і інші деталі, що працюють при температурі до 400°C; після гартвання і низького відпускання – черв'ячні вали і інші деталі підвищеної зносостійкості.

Хімічний склад та механічні властивості сталі 40ХФА приведені в таблицях 2.1 та 2.2

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 40ХФА ГОСТ 4543-71

C	Si	Mn	V	P	S	Cu	Ni	Cr
				Не більш				
0,37-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,1-0,18	0,025	0,025	0,30	0,30	0,8-1,1

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 40ХФА ГОСТ 4543-71

Перетин, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_y	δ_5	ψ	K _{cu} , Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
100-300	540	685	13	40	49	223-262

Задана конструктором сталь має досить велику вартість. Таке конструкторське рішення було викликано умовами експлуатації (п.1.2) вала у вузлі. Відомості про матеріал приведені за даними джерела [1].

Розміри деталі і граничні відхилення зведемо в таблицю 2.3. Для розмірів з неказаними граничними відхиленнями, згідно запису, в технічних вимогах, приймаємо точність – отворів по Н14, валів по h14, останніх по класу точності «середній» СТ СЕВ 302-76.

Для розмірів приведених в таблиці 2.3 числових значень допусків відповідають допускам встановленим ГОСТ 2325346-82.

Перевіримо відповідність розмірів із заданим відхиленнями стандартним значенням по ГОСТ 25346-82 (СТ СЕВ 145-75):

					ТМ 18090028-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Оскільки точність форми на кресленні не обмовляється, отже, допуск форми знаходиться в межах допуску на розмір. Вал є тіло обертання, тому для нього в якості допуску форми приймаємо допуски циліндричності і круглості. Згідно [2,с.24], для тіл обертання допуск форми приймаємо у межах 0,3 допуску на відповідний діаметр ступеня валу.

На кресленні задані такі допуски розташування поверхонь: радіального і торцевого биття. Допуск торцевого биття, заданий до торців поверхонь $\varnothing 125\text{мм}$ має значення 0,025мм (відповідає сьомому класу точності по ГОСТ 24643-81).

Допуск радіального биття заданий до поверхонь 92e8; $\varnothing 100\text{js}6$; $\varnothing 100\text{e}8$ і 115e8 величиною 0,04 мм (відповідає сьомому класу точності по ГОСТ 24643-81).

Аналіз креслення показує, що квалітети точності, допуски форми і розташування призначені обґрунтовано, оскільки ці поверхні є конструкторськими базами, і від точності їх виконання залежить робота деталей, що базуються по ним, і базування самого валу.

Шорсткість поверхонь проставлена на кресленні конструктором залежно від допуску на розмір по [3, табл. 6.9]. Так, для вільних поверхонь, виконаних по 14 квалітету, значення параметра шорсткості складає $R_a=12,5$ мкм, для поверхонь під підшипники $R_a=0,8-1,6$ мкм; для центруючих розмірів шліцьових з'єднань $R_a=0,8-1,6$ мкм; для різьбових поверхонь $R_a=3.2$ мкм. Вимоги до шорсткості призначені обґрунтовано, залежно від функціонального призначення поверхні.

Креслення деталі «Вал» має достатня кількість видів, розрізів і перетинів, що дають повне уявлення про форму деталі. Всі поверхні деталі обрзмірені, вказана їх точність і шорсткість, а також вимоги до матеріалу деталі. Простановка розмірів правильна і зручна для читання креслення. При аналізі креслення виявлені наступні порушення вимог ЕСКД:

					<i>ТМ 18090028-00 ПЗ</i>	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва визначаємо розрахунковим методом, за методикою [2], у відповідності до вимог ГОСТ 14.004-83 на основі коефіцієнту закріплення операцій K_{30} .

Початковими даними для цього є річна програма випуску $N = 1000$ шт. і норми штучно-калькуляційного часу по технологічному процесу виготовлення валу. Розрахунки типу виробництва заносимо до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Визначення типу виробництва

Номер операції	Найменування операції	$T_{ш-к}$, хв	m_p , шт.	P , шт.	$\eta_{з.ф.}$	O , шт.
005	Розточувальна	6,6	1	1	0,02	35
010	Токарна з ЧПК	15,3	1	1	0,05	18
015	Токарна з ЧПК	17,2	1	1	0,06	16
020	Токарна з ЧПК	9,7	1	1	0,03	27
025	Вертикально-свердлильна	7,3	1	1	0,02	33
030	Розточувальна	5,3	1	1	0,02	43
035	Круглошліфувальна	15,7	1	1	0,05	18
040	Токарна з ЧПК	12,5	1	1	0,04	22
045	Шліцефрезерна	21,4	1	1	0,07	10
050	Круглошліфувальна	16,6	1	1	0,05	13
	Разом	127,9	—	10	—	221

Розрахункова кількість верстатів визначається по формулі:

$$m_p = \frac{N_{год} \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_{д} \cdot \eta_{з.н.ср.}}, \quad (3.1)$$

де $F_{д} = 4015$ год - дійсний річний фонд часу роботи устаткування [2];

$\eta_{з.н.ср.} = 0,75$ - нормативний коефіцієнт завантаження устаткування [2].

					<i>TM 18090028-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

На операції 005 Розточувальна розрахункова кількість верстатів:

$$m_p = \frac{600 \cdot 6,7}{60 \cdot 4015 \cdot 0,75} = 0,02 \text{ шт.}$$

Прийняту кількість робочих місць P знаходимо шляхом округлення до найближчого більшого числа значення m_p : Наприклад, для операції 005 $P=1$.

Фактичний коефіцієнт завантаження устаткування:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} = \frac{0,02}{1} = 0,02. \quad (3.2)$$

Кількість операцій, що виконуються на одному робочому місці

$$O = \frac{\eta_{з.н.ср.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,75}{0,02} = 34,5 \approx 35. \quad (3.3)$$

Визначені значення, отримані в результаті розрахунків, ΣP , ΣO , $\Sigma T_{ш-к}$ заноситмо до табл.3.1.

Коефіцієнт закріплення операцій визначаємо по формулі:

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} = \frac{221}{10} = 22,1 \approx 22 \quad (3.4)$$

Отримане значення коефіцієнта ($20 < K_{з.о.} = 22 < 40$) відповідає дрібносерійному типу виробництва [2].

Визначення форми організації виробництва

Визначаємо випуск деталей за добу, шт

$$N_{доб} = \frac{N_{год}}{c}, \text{шт.} \quad (3.5)$$

де c - кількість робочих днів в році, $c = 258$ дня [2, с. 21].

$$N_{сут} = \frac{600}{258} = 2,326 \approx 3 \text{шт/день.} \quad (3.6)$$

Добовий фонд часу роботи обладнання, хв:

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot F_d}{258} = \frac{60 \cdot 4015}{258} = 933,72 \approx 934 \text{хв.} \quad (3.7)$$

					ТМ 18090028-00 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середня трудомісткість механічних операцій, хв.:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{ш-к}}{n} = \frac{127,9}{10} = 12,79 \text{ хв}, \quad (3.8)$$

де n - кількість операцій, $n = 10$.

Добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%

$$Q_{cym} = \frac{F_{cym}}{T_{cp}} \cdot 0,6 = \frac{934}{12,79} \cdot 0,6 = 43,80 \text{ шт}. \quad (3.9)$$

Порівнюючи $N_{cym} = 0,76 < Q_{cym} = 43,80$ бачимо, що добовий випуск деталей значно менше добової продуктивності потокової лінії при завантаженні її на 60%, тобто застосування однономенклатурної потокової лінії недоцільне. Тому застосовуємо групову форму організації виробництва.

Визначаємо такт випуску деталей за формулою[2]:

$$\tau = \frac{60 \cdot F_{zod}}{N_{zod}} = \frac{60 \cdot 4015}{600} = 401,5 \text{ хв}, \quad (3.10)$$

Визначаємо величину виробничої партії

$$N_{нар.р.} = N_{cym} \cdot a = 3 \cdot 22 = 66 \text{ шт}, \quad (3.11)$$

де a - періодичність запуску деталей у виготовлення, $a=22$ (один раз в місяць) [2].

Дрібносерійний тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою виготовлених виробів, при цьому вироби виготовляють дрібними партіями або серіями.

Організаційна форма – стаціонарна непотокова збірка без розчленовування робіт і з розчленовуванням.

Устаткування - переважно універсальне, спеціалізоване з ЧПУ, яке оснащується як спеціальними, так і універсальними пристосуваннями з механізованими пневмо- і гідроприводами.

					ТМ 18090028-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Ріжучий інструмент - стандартний, рідше застосовується спеціальний вимірювальний інструмент – універсальний (штангенциркулі).

Досягнення необхідної точності - метод пробних робочих ходів і промерів. Подекуди використовується метод автоматичного отримання розміру на настроєному верстаті.

Розташування технологічного обладнання - по технологічним групам. При необхідності можуть бути створені спеціалізовані ділянки, на яких технологічне устаткування розташовується по ходу технологічного процесу.

Кваліфікація робітників - нижче чим в одиничному.

Види заготовок: поковка, калібрований прокат.

Припуски на механічну обробку: оптимальні, оскільки настроювання верстата на виготовлення одного виду деталі проводиться один раз, допуски на розмір – жорсткі, конфігурація заготовки повинна дозволити провести механічну обробку з мінімальною кількістю установів.

Застосування розмітки обмежене, норми технічно обгрунтовані.

					<i>ТМ 18090028-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Вивчаючи конфігурацію аналізованого валу, а також умови її експлуатації і базування у вузлі редуктора, можна зробити висновок, що деталь проста за конфігурацією, складається з простих елементарних геометричних фігур. Конфігурація і розміри деталі обумовлені її експлуатаційним призначенням

З урахуванням того, що деталь виготовлюється в умовах дрібносерійного виробництва, то можемо запропонувати такі прогресивні методи виготовлення заготовок:

- поковка;
- штампування;
- прокат.

Конструкція деталі дозволяє застосувати універсальне, спеціалізоване напівавтоматичне устаткування з ЧПУ, оснащене пневмо- і гідроприводами, попередньо налагодженими на випуск партії деталей.

Простановка розмірів на кресленні деталі відповідає вимогам ЕСКД, є зручною для вивчення креслення та розробки маршрутної технології. Кількість видів, перетинів, розрізів на кресленні цілком достатня для повного уявлення про конструкцію деталі.

Форми оброблюваних поверхонь, не мають складності для механічної обробки; є можливість максимального використання універсальних уніфікованих різальних і вимірювальних інструментів.

Деталь має добре розвинені поверхні, які можна використовувати в якості технологічних баз. Чорновими базами для установки заготовки на першій операції можуть бути циліндричні поверхні заготовки. Як чистову базу можна прийняти циліндричні поверхні, і центрові отвори. Точність і шорсткість цих поверхонь достатня, щоб забезпечити необхідну точність обробки. Таким чином, при обробці валу витримуються принципи базування (постійності і співпадання баз).

З точки зору продуктивності механічної обробки, шліцьова поверхня є не технологічною, але з точки зору експлуатації деталі це недоцільно, оскільки шліцьове з'єднання є більш надійним.

					<i>ТМ 18090028-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

При дрібносерійному виробництві як початкові заготовки для валів використовуються поковки штамповані або прокат. Доцільність застосування того або іншого способу отримання заготовки визначається з техніко-економічного розрахунку. Для порівняння методів отримання заготовок типу тіла обертання в умовах дрібносерійного виробництва виберемо два способи: поковку штамповану на молотах і круглий прокат.

Круглий прокат дозволяє з найменшими витратами отримувати заготовки, які або повністю проводять передбачений конструктором поперечний перетин деталі, або максимально наближається до нього. Прокат має в порівнянні з іншими способами обробки металів, високу продуктивність, низьку.

При штампуванні застосовують динамічне устаткування зворотно-поступальної періодичної дії (молот). Процес штампування складається з декількох етапів: нагріву металу, виконання ковальських операцій, первинній термообробці.

Розрахунок штампованої заготовки проводимо за стандартом [5]

Ескіз штампованої поковки показаний на рисунку 5.1.

1. Устаткування – штампувальний молот. Клас точності Т2
2. Орієнтовна маса поковки визначається по додатку 3:

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{д}} K_p = 60,4 \cdot 1,5 = 90,6 \text{ (кг)} \quad (5.1)$$

де K_p = розрахунковий коефіцієнт $K_p = 1,5$, дод. 3, табл.2.

3. Для матеріалу заготовки 40ХФА група стали – М2, (таблиця 1).
4. Ступінь складності – С1. Описувана поковку фігура – циліндр з розмірами: діаметр 131,25 мм; довжина 1031,1 мм.

Маса фігури, що описує поковку

$$M_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi}^2}{4} \cdot l_{\phi} \cdot \rho, \text{ кг}$$

					ТМ 18090028-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$M_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 131,25^2}{4} \cdot 1031 \cdot 7,82 \cdot 10^{-6} = 103,6 \text{ кг};$$

$$C = \frac{G_n}{G_{\phi}} = \frac{90,6}{103,6} = 0,87 \quad (5.2)$$

5. Площина роз'єму штампу – плоска.
6. Вихідний індекс 12 (таблиця 2).
7. Розрахунок розмірів поковки занесені в таблицю 5.1.

Маса поковки.

$$m = 7800 \left(\frac{3,14 \cdot 0,106^2}{4} \cdot 0,122 + \frac{3,14 \cdot 0,130^2}{4} \cdot 0,018 \cdot 2 + \frac{3,14 \cdot 0,105^2}{4} \cdot 0,31 + \frac{3,14 \cdot 0,121^2}{4} \cdot 0,106 + \frac{3,14 \cdot 0,106^2}{4} \cdot 0,414 \right) = 71(\text{кг})$$

Вартість заготовки визначаємо за формулою:

$$S_{з.д.} = M_з \cdot S_з \cdot (1 + a_{тз}/100) - (M_з - M_д) \cdot S_{отх}, \text{ грн} \quad (5.3)$$

Де $S_з$ – вартість одного кілограма заготовки, грн;

$a_{тз}$ – транспортно-заготівельні витрати, грн;

$S_{отх}$ – вартість одного кілограма відходів, грн;

Вартість одного кілограма штампованих заготовок визначається за преїскурантом №08-01, 2021 року

$$S_{з.д.} = 17,5 \text{ грн}; a_{тз} = 5\%; S_{отх} = 3,0 \text{ грн.}$$

$$S_{з.д.} = 71 \cdot 17,5 \cdot (1 + 5/100) - (71 - 60,4) \cdot 3,0 = 690 \text{ грн.}$$

					<i>ТМ 18090028-00 ПЗ</i>	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

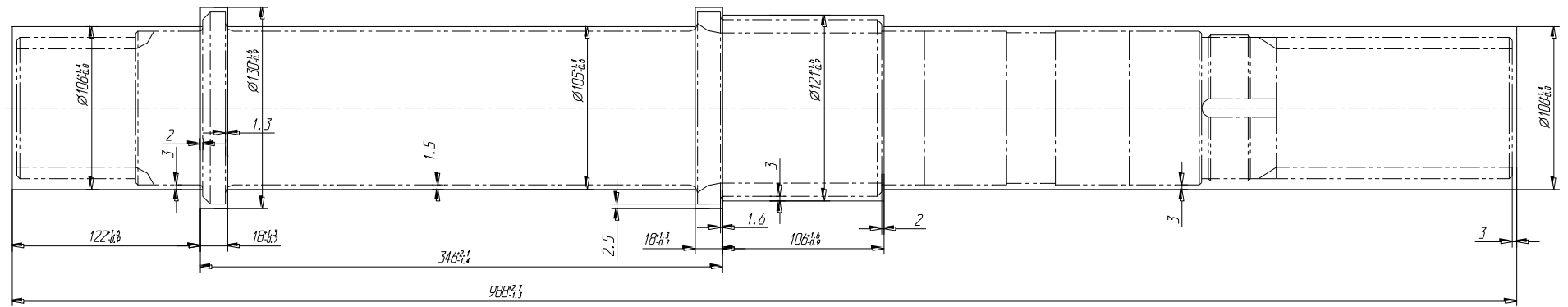


Рисунок 5.1 – Ескіз поковки, отриманої штампуванням на молотах

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів поковки

Номинальний розмір	Припуск табл.3	Допуски Табл. 8	Зсув по поверхні роз'єму штамп	Відхилення від площинності, прямолінійності	Розрахунковий розмір
Ø125/Ra12.5	1,5	+1,6 -0,9	0,4	0,2	Ø130
Ø100/Ra12.5	1,5	+1,4 -1,1	0,4	0,2	Ø105
Ø115/Ra 0.8	2,2	+1,6 -0,9	0,4	0,2	Ø121
Ø100/Ra 0.8	2,0	+1,4 -0,8	0,4	0,2	Ø106
982/Ra 12.5	2,0	+2,7 -1,3	-	0,6	988
15/Ra3.2,Ra 1.6	1,6	+1,3	-	0,2	18
15/Ra 12.5	1,3	-0,7	-		
106/Ra 3.2	1,8	+1,6	-	0,2	106
106/Ra 12.5	1,5	-0,9	-		
122/Ra 1.6	2,0	+1,6	-	0,2	122
122/Ra 12.5	1,5	-0,9	-		
340/Ra3.2	2,3	+2,1 -1,1	-	0,4	346

Розрахунок собівартості заготовки з прокату

Обираємо для розрахунку прокат гарячекатаний круглий звичайної точності діаметром 130 мм по ГОСТ 2590–71. Довжину прутка приймемо з урахуванням довжини деталі $L_3 = 995$ мм. Маса заготовки з прокату:

$$M_3 = 7800 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 0,13^2}{4} \cdot 0,995 \right) = 103(\text{кг}) \quad (5.4)$$

Вартість заготовки визначимо по формулі (5.3). Вартість одного кілограма заготовки визначимо за прейскурантом № 01 – 08, 1980 з урахуванням попередніх зауважень: $S_3 = 1,9$ грн.

$$S_{г.д.} = 103 \cdot 17,5 \cdot (1 + 5/100) - (103 - 60,4) \cdot 3,0 = 992,705 \text{ (грн.)}$$

Після проведеного розрахунку бачимо, що заготовка, отримана методом штампування на молотах дає значну економію металу, а також більший економічний ефект, тому її доцільно застосувати у проектному технологічному процесі.

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ – 18090028. 00. ПЗ				

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Проаналізуємо базовий технологічний процес виготовлення валу 62.11.01.061, розроблений відповідно до технічних вимог до заданої деталі, а також з урахуванням особливостей дрібносерійного виробництва.

Детальний аналіз технологічного процесу представлений у таблиці 6.1

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес обробки валу 62.11.01.061

<i>Номер, найменування операції.</i>	<i>Обладнання</i>
<i>005 Фрезерно-центрувальня</i>	<i>MP-73M</i>
<i>010 Токарна з ЧПУ</i>	<i>16K20Ф3</i>
<i>015 Термічна</i>	<i>Піч</i>
<i>020 Токарна з ЧПУ</i>	<i>16K20Ф3</i>
<i>025 Технічний контроль</i>	<i>Стіл ВТК</i>
<i>030 Шліцефрезерна</i>	<i>5350A</i>
<i>035 Вертикально-фрезерна</i>	<i>2M615</i>
<i>045 Горизонтально-розточна</i>	<i>2M615</i>
<i>045 Технічний контроль</i>	<i>Стіл ВТК</i>
<i>050 Азотування</i>	
<i>055 Технічний контроль</i>	<i>Стіл ВТК</i>
<i>060 Круглошліфувальна</i>	<i>3У142</i>
<i>065 Слюсарна</i>	
<i>070 Технічний контроль</i>	<i>Стіл ВТК</i>

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку поверхонь

Операційні припуски на міжопераційні розміри визначаємо для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 100js6$ розрахунково-аналітичним способом. Вихідні дані для розрахунку припусків приведені в таблиці 6.2

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунку припусків $\varnothing 100js6$.

Найменування операцій	Квалитет точності	Допуск розміру	Параметр шорсткості Rz, мкм,	Глибина дефектного шару T, мкм
Заготовка	h16	+1,6 -0,6	160	200
Чорнове точіння	h12	- 0,35	50	50
Чистове точіння	h10	- 0,14	30	30
Шліфування	js6	$\pm 0,011$	5	15

Для штампованих заготовок просторові відхилення, мкм:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2} \quad (6.1)$$

де $\rho_{\text{см}} = 2200$ мкм – припустима похибка зсуву фігур заготовки, мкм;

$\rho_{\text{кор}} = 180$ мкм – величина викривлення заготовки, мкм.

Тоді

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{2200^2 + 180^2} = 2207 \text{ мкм}$$

По переходах $\rho_i = \rho_{\text{заг}} \cdot K_y$,

де K_y – коефіцієнт уточнення.

$$K_{\text{ч}} = 0,06, K_{\text{чис}} = 0,04, K_{\text{шл}} = 0,03$$

$$\rho_{\text{ч}} = 2207 \cdot 0,06 = 132 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{чис}} = 132 \cdot 0,04 = 5 \text{ мкм}$$

Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів виконуємо за допомогою ЕОМ програмою `rip.exe`. Дані розрахунку наводяться в додатку А.

Схема розташування полів допусків і припусків представлена на рис. 6.3.

					ТМ – 18090028. 00. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

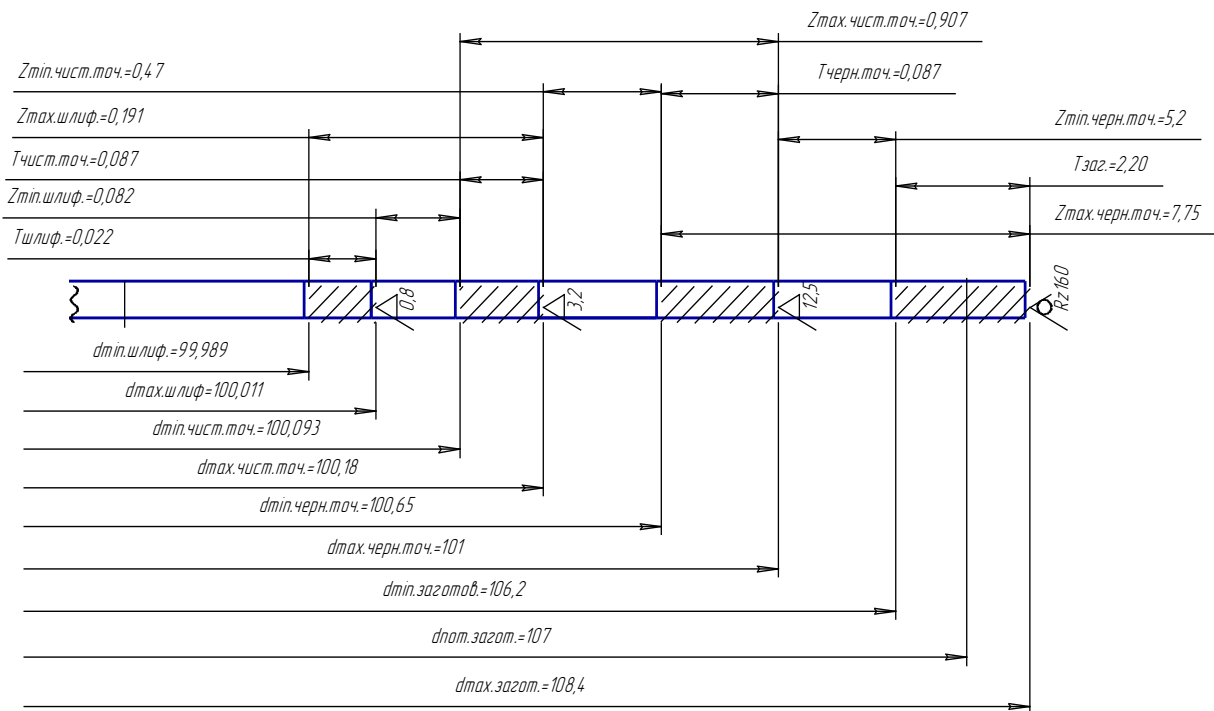


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків і допусків на розмір $100js6(\pm 0,011)$

6.2 Вибір і обґрунтування схем базування і закріплення

Операція 010 «Токарна з ЧПК»

Схеми базування і закріплення, технологічні бази, опорні і затискні елементи і пристрій пристосувань повинні забезпечувати певне положення заготовки щодо ріжучих інструментів, а також гарантувати надійність її закріплення протягом всього процесу обробки.

Ескіз операції представлений на рис.6.2.

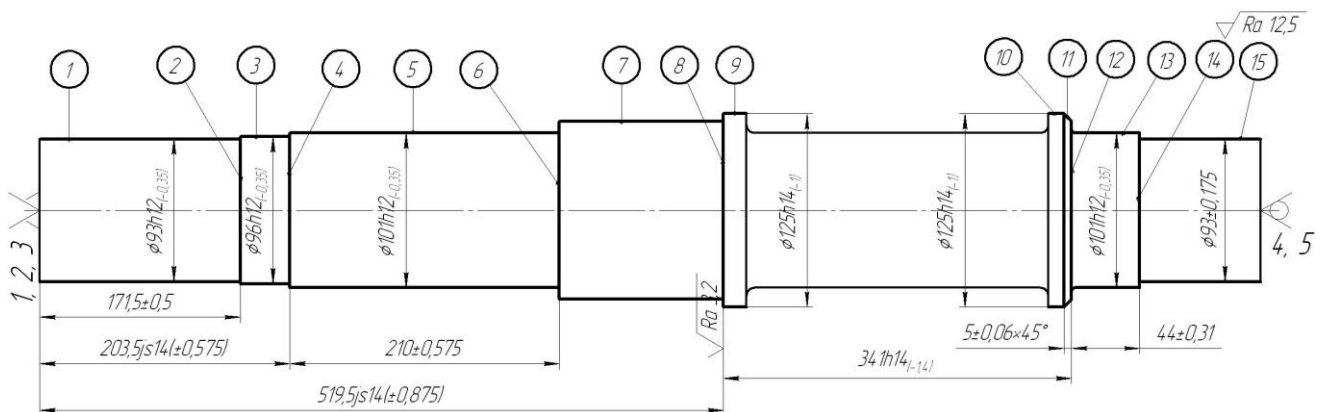


Рисунок 6.2 – Ескіз операції №010 «Токарна з ЧПУ».

										Арк.
										25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Послідовність виконання операції:

1. Встановити, закріпити, зняти заготовку;
2. Точити зовнішню поверхню 1 $93h12_{(-0,35)}$ з підрізуванням торця 2 в розмір $171,5js14(\pm 0,5)$;
3. Точити зовнішню поверхню 3 $96h12_{(-0,35)}$ з підрізуванням торця 4 в розмір $203,5js14(\pm 0,575)$;
4. Точити зовнішню поверхню 5 $101h12_{(-0,35)}$ з підрізуванням торця 6 в розмір $210js14(\pm 0,575)$;
5. Точити зовнішню поверхню 7 $116h12_{(-0,35)}$ з підрізуванням торця 8 в розмір $519,5js14(\pm 0,575)$;
6. Точити поверхню 9 $125h14_{(-1,0)}$ остаточно;
7. Точити зовнішню поверхню 15 $93h12_{(-0,35)}$ з підрізуванням торця 14 в розмір $44js14(\pm 0,125)$;
8. Точити циліндр 13 $101h12_{(-0,35)}$ з підрізуванням торця 12 в розмір $341h14_{(-1,4)}$;
9. Точити фланець 10 $125h14_{(-1,0)}$ остаточно і зняти фаску 10 витримати розмір 50,0645.

На токарній операції з ЧПК базування і закріплення заготовки здійснюється в центрах (задній - плаваючий і передній - рифлений) з упором в торець (рисунок 6.2). Наведена схема базування позбавляє заготовку п'яти ступенів вільності, забезпечує вільний доступ інструменту до оброблюваних поверхонь; похибки базування і закріплення в радіальному і осьовому напрямі відсутні, оскільки співпадають технологічні та вимірювальні бази.[9]

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків обраної схеми базування приведені в таблицях 6.3 і 6.4.

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені свободи	Назви баз
1,2,3,4	III, VI, V, II	Подвійно напрямна база
5	I	Опорна база
6	0	Вакансія

					ТМ – 18090028. 00. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	1	0	Подвійна напрямна база
A	1	1	0	
L	0	0	1	Опорна база
A	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
A	0	0	0	

Операція 035 «Фрезерна з ЧПК»

На фрезерній операції з ЧПК на технологічну базу претендують циліндричні поверхні $\varnothing 100js6$ (рис 6.5, поверхні 1, 2). Це обумовлене тим, що:

- вони найточніші та мають найкращу чистоту: точність IT6 TD $\varnothing 100 = 22$ мкм ; шорсткість Ra=0,8 мкм;
- утворюють подвійну напрямну базу і позбавляють деталь чотирьох ступенів вільності;

Функцію опорної бази можуть виконувати такі поверхні (рис. 6.5, поверхні 3, 4, 5, 6). Аналізуючи дані вказаних поверхонь приходимо до висновку, що тільки поверхня 6 не дає погрішності базування, оскільки поєднується технологічна і вимірювальна база.

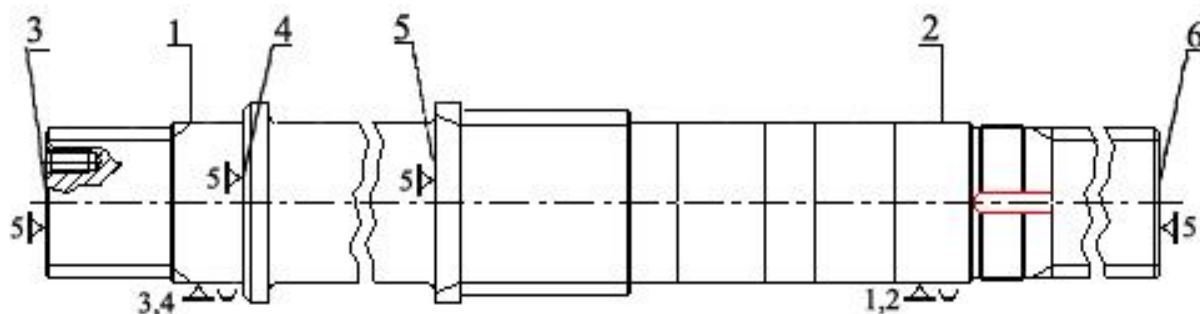


Рисунок 6.5. Варіанти схеми базування на фрезерній операції з ЧПК

6.4 Обґрунтування вибору металоріжучих верстатів

Вибір металоріжучого устаткування вироблюваний, використовуючи паспортні дані верстатів [6, табл.9, с.16].

Для обробки валу на операції 010 «Токарна з ЧПУ» необхідний токарний верстат, з максимальним діаметром обробки не менше 130 мм, і максимальній довжині деталі не менше 1000 мм. Так як тип виробництва дрібносерійний, то необхідно застосовувати універсальні верстати або верстати з ЧПК.

Тому на операції 010 пропонуємо для обробки токарні верстати з ЧПУ. Для заданих умов пропонуємо застосувати верстати з ЧПУ GCL-2BL та GCL-2B. Технічні характеристики обраних верстатів наведені в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 - Порівняльна характеристика токарних верстатів з ЧПУ

Характеристика	GCL-2BL
Найбільша довжина оброблюваного виробу, мм	1000
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над станиною, мм	400
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм	220
Межі чисел оборотів шпинделя, об / хв	12,5...2000
Найбільше переміщення супорта: поздовжнє / поперечний, мм	900/250
Потужність двигуна головного руху, кВт	7,5
Число інструментів в револьверній голівці)	6
Маса, кг	5000

Як альтернативу, розглянемо токарний верстат з ЧПК 16К30Ф305

Технічна характеристика верстата 16К30Ф305.

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:

- над станиною – 630;
- над супортом – 320;

Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм – 1400;

Висота розташування центрів, мм – 325;

Найбільший діаметр прутка, мм – 71;

Крок нарізаної різі: метричної, мм – до 10;

Діаметр отвору шпинделя, мм – 71;

Внутрішній конус шпинделя – 11М (по ГОСТ 12593-82);

Частота обертання шпинделя, хв^{-1} : 6,3 – 1250;

Число швидкостей шпинделя – 24;

Подача, мм/хв:

- подовжня: 1 – 200;
- поперечна: 1 – 600;

Число ступенів подач – безступінчасте регулювання;

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт – 22;

Габаритні розміри верстата, мм:

- довжина – 4360;
- ширина – 2925;
- висота – 1600;

Маса, кг – 6800;

Дискретність завдання розмірів (мм) по осі:

- X – 0,01;
- Z – 0,005;

На основі аналізу був обраний верстат моделі GCL-2BL, так як дана модель менша за вагою, габаритами і потужністю. Токарний верстат з ЧПУ моделі GCL-2BL призначений для токарної обробки деталей в патроні деталей складної конфігурації: обточування циліндричних, конічних і сферичних поверхонь в умовах

					ТМ – 18090028. 00. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

серійного виробництва.

Для обробки шпонкового пазу на операції **035 «Вертикально-фрезерна з ЧПК»** На операції 035 відбувається фрезерування шпонкового пазу. Пропонується порівняти вертикально-фрезерні верстаті з ЧПУ: LCV-760 та 6P13Ф3.

Вибір обладнання був зроблений з урахуванням таких технологічних ознак:

- потужність двигуна: верстат даної моделі обладнаний двигуном 7,5 кВт.
- точність верстата: даний верстат має степінь точності «Н».

Ці параметри цілком достатні для обробки.

Таблиця 6.10 Порівняльні характеристики верстатів LCV-760 та 6P13Ф3

Характеристика верстата	Модель верстата	
	LCV-760	6P13Ф3
Розміри робочої поверхні стола, мм	400x1200	500x1600
Найбільше повздовжнє переміщення стола, мм	800	1000
Найбільше поперечне переміщення стола, мм	400	400
Найбільше вертикальне переміщення стола, мм	400	370
Клас точності	Н	Н
Діапазон частот обертів шпінделя, хв -1	40 - 2000	31,5-1600
Потужність електродвигуна привода шпінделя, кВт	7,5	10
Потужність електродвигуна привода стола, кВт	1,5	3
Габарити верстата	3320×4800× 2980	3320×4800× 2980
Маса верстата з електрообладнанням, кг	4450	6580

Вертикально-фрезерний верстат з ЧПУ моделі LCV-760 призначений для обробки заготовок складного профілю зі сталі, чавуну, важкооброблюваних сталей і кольорових металів в умовах одиничного і серійного виробництва.

					ТМ – 18090028. 00. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

6.5 Обґрунтування вибору верстатних пристосувань і іншого технологічного оснащення

Операція 010 «Токарна з ЧПК»

При обробці на токарних верстатах з ЧПК деталей типу валів, їх заготовки встановлюють в центрах. Основним вимогам до технологічного оснащення, що застосовується на верстатах з ЧПК, відповідають:

Центр рифлений ХХХ.ХХХ.ХХХ;

Центр обертання А-1-5-НП ГОСТ 8742-75

Люнет нерухомий розсувний Ø125 ГОСТ 5667-69.

Основним вимогам до різального інструменту, що застосовується на верстатах з ЧПК, задовольняють різці з багатограничними непереточуваними пластинами (БНП), які забезпечують підвищення експлуатаційних якостей інструменту, а також значну економію дефіцитних інструментальних матеріалів:

- Різець 2103-0711 Т15К6 ГОСТ 20872-80;

- Різець 2103-0712 Т15К6 ГОСТ 20872-80;

Для умов дрібносерійного виробництва вимірювальний інструмент:

- для контролю зовнішніх циліндрових поверхонь і лінійних розмірів вибираємо штангенциркуль ШЦ – 1 -1000 – 0,1 ГОСТ 166-89

- для контролю різьби - кільце М95×2-6g ПР,НЕ ГОСТ 17756-72, ГОСТ 17760-72;

Операція №035 «Фрезерна з ЧПК»

Для реалізації на даних операціях вибраної схеми базування і забезпечення надійного закріплення заготовки при обробці, необхідно спроектувати спеціальне пристосування з механізованим приводом з можливістю переналагодження.

Для обробки на даній операції застосовуємо різальний інструмент:

- фреза кінцева 2235-0101 Т15К6 ГОСТ 6396-78

Для контролю розмірів вибираємо вимірювальний інструмент:

- штангенциркуль ШЦ – I -500– 0,1 ГОСТ 166 – 89;

- для контролю шорсткості – зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75.

- для контролю глибини пазів вибираємо глибиномір 8315-0508

					ТМ – 18090028. 00. ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.6 Розрахунок режимів різання

Операція №010 «Токарна з ЧПУ»

Розрахунок режимів різання виконуємо згідно методики, викладеній в [6], для всіх токарних переходів операції.

Вихідні дані:

1. Устаткування: токарний-гверстат з ЧПК моделі GCL-2BL.
2. Ріжучий інструмент: токарний прохідний різець для контурного точіння з механічним кріпленням трикутної непереточуваної твердосплавної пластини з кутами $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\gamma=5^\circ$, $\alpha=5^\circ$. Матеріал ріжучої пластини – твердий сплав T15K6.
3. Заготовка – поковка нормальної точності класу Т4.

Послідовність обробки на операціях викладена в п. 6.1.

Величини припусков визначаємо по формулах:

для лінійних розмірів

$$t = L_{заг} - L_{дет}, мм; \quad (6.2)$$

для діаметральних розмірів

$$t = \frac{D_{заг} - D_{дет}}{2 \cdot i}, мм, \quad (6.3)$$

де $L_{заг}$, $D_{заг}$ – довжина і діаметр до обробки, мм;

$L_{дет}$, $D_{дет}$ – довжина і діаметр після обробки, мм.

Величини операційних розмірів призначаємо відповідно до виконаного розрахунку припусков.

Величину подачі призначаємо відповідно до рекомендацій [6, табл.11, стор. 266]. Прийняті значення заносимо в таблицю 6.3.

Швидкість різання визначаємо по формулі:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, м / хв \quad (6.4)$$

де C_v , x , y , m – коефіцієнт і показники ступеня формулі швидкості різання [6,табл.17, стор. 269];

					ТМ – 18090028. 00. ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для чорнової обробки $C_v=340$, $x=0,15$, $y=0,45$, $m=0,2$;

для одноразової обробки $C_v=420$, $x=0,15$, $y=0,2$, $m=0,2$;

$T = 60$ хв - період стійкості різця [6, стор. 268];

$K_v=K_{Mv}K_{Пv}K_{Иv}K_vK_{1v}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує умови обробки

K_{Mv} – коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблюваного матеріалу заготовки на швидкість різання [6, табл.1, стор. 261];

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{935} \right)^{1,0} = 0,68 \quad (6.5)$$

$K_{Пv}$ – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання [6, табл.5, стор. 263]; для чорнової обробки $K_{Пv} = 0,9$;

$K_{Иv}$ – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання [6, табл.6, стор. 263]; для чорнової обробки $K_{Иv}=1$;

$K_v = 0,7$ – поправочний коефіцієнт по головному куту в плані ϕ [6, табл.18, стор. 271];

K_{1v} – поправочний коефіцієнт по куту 1 [6, табл.18, стор. 271]; для чорнової обробки $K_{Иv}=0,91$;

Розраховуємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = K_{Mv} K_{Пv} K_{Иv} K_v K_{1v} = 0,68 \cdot 0,91 \cdot 0,7 \cdot 0,91 = 0,39; \quad (6.6)$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя, об/хв:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (6.7)$$

Приймаємо по паспорту верстата найближче менше значення частоти обертання.

Визначаємо фактичну швидкість різання, м/хв:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (6.8)$$

Визначаємо тангенціальну складову сили різання, Н по формулі [6, стор. 271]:

					ТМ – 18090028. 00. ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = C_p t^x s^y v^n K_p \quad (6.9)$$

де C_p , q , x , y , n - коефіцієнт і показники ступеня у формулі сили різання [6, табл.41, стор. 291]. $C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$;

$K_p = K_{M_p} K_{\varphi} K_{\gamma} K_{\lambda} K_r = 1,18 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,02$ – поправочний коефіцієнт, що враховує умови обробки

K_{M_p} – коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблюваного матеріалу заготовки на швидкість різання [6, табл.9, стор. 264];

$$K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{935}{750} \right)^{0.75} = 1,18 \quad (6.10)$$

$K_{\varphi} = 0,89$ - поправочний коефіцієнт по куту φ [6, табл.18, стор. 271];

$K_{\gamma} = 1$ - поправочний коефіцієнт по куту γ [6, табл. 23, стор. 275];

$K_{\lambda} = 1$ - поправочний коефіцієнт по куту λ [6, табл. 23, стор. 275];

$K_r = 0,93$ - поправочний коефіцієнт по радіусу при вершині r [6, табл. 23, стор. 275];

Ефективну потужність різання визначаємо по формулі, кВт:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (6.11)$$

Проміжні і остаточні результати розрахунків заносимо в таблицю 6.2.

Максимальні значення ефективної потужності різання менше паспортної потужності електроприводу верстата $N=11$ кВт з урахуванням ККД передавального механізму, рівного 0,75.

					ТМ – 18090028. 00. ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Результати розрахунку режимів різання на токарній обробці

№ пере- хода	Розмір за- готовки, мм	Розмір після обробки, мм	Число проходів i	Глибина різання t , мм	Подача s , мм/об	швидкість різання V_{PAC} , м/хв	частота обертання n_{PAC} , об/хв	$n_{ПР}$, об/хв	$V_{ПР}$, м/хв	Сила рі- зання P_Z , Н	Потуж- ність N , кВт
2	107	93,00	1	7,00	0,5	59,62	177,44	175	58,80	6618,05	6,36
3	107	96,00	1	5,50	0,5	61,81	183,98	180	60,48	5177,97	5,12
4	107	101,00	1	3,00	0,5	67,70	201,49	200	67,20	2780,06	3,05
5	122	116,00	1	3,00	0,5	67,70	176,71	175	67,04	2781,04	3,05
6	130	125,00	1	2,50	0,2	86,80	212,65	210	85,72	1123,45	1,57
7	107	93,00	1	7,00	0,5	59,62	177,44	175	58,80	6618,05	6,36
8	107	101,00	1	3,00	0,5	67,70	201,49	200	67,20	2780,06	3,05
9	130	125,00	1	2,50	0,2	86,80	212,65	210	85,72	1123,45	1,57

Операція №035 «Фрезерна з ЧПК»

На фрезерному верстаті з ЧПК LCV-760 кінцевою фрезою фрезерують шпонковий паз шириною $b = 12$ мм, глибиною $h = 5,5$ мм, $l = 49$ мм. Матеріал оброблюваної заготовки сталь 40ХФА з $\sigma_B = 670$ МПа (67 кгс/мм²). обробка напівчистова, шорсткість поверхні $Ra = 3,2$ мкм, охолодження емульсією.

По джерелу [8] приймаємо кінцеву фрезу з нормальним зубом з Р6М5. Діаметр фризи $d=12$ мм, довжина ріжучої частини $l=16$ мм, довжина інструменту $L=86$ мм, конус Морзе 1, число зубів $Z=4$ (карта 161, с. 293).

а) Встановлюємо глибину різання

$$t=b=12 \text{ мм}$$

$$B=h=5,5 \text{ мм}$$

б) Призначаємо подачу (карта 161, с. 293)

Для $d=12$ мм, $Z=4$, $h=5$, $S_z=0,06 - 0,05$ мм/зуб.

Приймаємо $S_z = 0,06$ мм/зуб.

в) Призначаємо період стійкості фрези (табл. 2, с. 204)

Для $d=12$ мм, матеріалу фрези Р6М5 приймаємо період стійкості $T=120$ хв.

Припустимий знос зубів $h_3=0,5$ мм.

г) швидкість головного руху різання (карта 162, с. 294)

Для фрезми діаметром $d=12$ мм, $Z=5$, ширини паза 12 мм, глибини паза $h=5,5$ мм, $S_z=0,06$ мм/зуб,

$$V_{\text{табл}} = 30 \text{ м/хв.}$$

Враховуємо поправочний коефіцієнт K_{mv} (карта 120, с.230).

$K_{mv} = 1,2$ мм (для сталі 40ХФА $\sigma_B=56-75$ кгс/мм²) тоді

$$V_{\text{и}} = V_{\text{табл}} \times K_{mv} = 30 \times 1,2 = 36 \text{ м/хв} \quad (6.12)$$

д) Частота обертання шпинделя:

$$n = 1000 \times V_{\text{и}} / (\pi \times d) = 1000 \times 36 / (3,14 \times 12) = 940 \text{ хв}^{-1} \quad (6.13)$$

Коректуємо по паспорту верстата: $n_d=800 \text{ хв}^{-1}$

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

е) Дійсна швидкість різання:

$$V_D = \pi \times d \times n_d / 1000 = 30,14 \text{ м/хв (0,5 м/с)}. \quad (6.14)$$

ж) Визначаємо швидкість руху подачі

$$V_s = S_z \times Z \times n_d = 0,06 \times 5 \times 800 = 240 \text{ мм/хв} \quad (6.15)$$

Коректуємо за паспортними даними верстатів. $V_{sd} = 250 \text{ мм/ хв}$

з) Визначаємо потужність витрачену на різання (карта 163, с. 295)

Для $S_z = 0,05 - 0,09 \text{ мм/зуб}$, ширини паза $b=12 \text{ мм}$, глибини паза $h=5 \text{ мм}$,
 $S_{хв}$ до 265 мм/хв ,

$$N_{\text{табл}} = 2,5 \text{ кВт.}$$

і) Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата LCV-760.

$$N_{\text{шт}} = 2,5 \times 0,8 = 3,85 \text{ кВт} \quad (6.16)$$

$$N_{\text{верст}} > N_{\text{шт}}, \quad (6.17)$$

$$7,5 > 3,85$$

Обробка можлива.

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.7 Технічне нормування операцій

Розрахунок норми технічного часу на операцію №010 «Токарна з ЧПК» виконуємо відповідно до [9].

Основний час визначаємо по формулі, хв:

$$T_0 = (L + l_{\text{ВР}} + l_{\text{ПЕР}}) / (n s_0), \quad (6.18)$$

де L – довжина обробки, мм;

$l_{\text{ВР}}$ – величина урізування, мм;

$l_{\text{ПЕР}}$ – величина перебігання, мм.

Допоміжний час визначаємо по формулі, хв:

$$T_{\text{В}} = T_{\text{УСТ}} + T_{\text{ПЕР}} + T_{\text{ІЗМЕР}} + T_{\text{СМ.ІНС.}} + T_{\text{ІЗ.ПОД.}} + T_{\text{ІЗ.ОБ.}}, \quad (6.19)$$

де $T_{\text{УСТ}}$ – час на установку і зняття деталі, хв [9, карта 6];

$T_{\text{ІЗМЕР}}$ – час на вимірювання, хв [9, карта 86];

$T_{\text{ПЕР}}$ – час пов'язаний з переходом, включає час на холості ходи і допоміжні прийоми. Перелік холостих ходів і розрахунок часу, що витрачається на них, приведений в таблиці 6.4;

$T_{\text{СМ.ІНС.}} = 0,02$ хв. – час на зміну інструменту, виконується в автоматичному режимі;

$T_{\text{ІЗ.ПОД.}} = 0$ – виконується спільно з неодруженими переміщення верстата;

$T_{\text{ІЗ.ОБ.}} = 0$ – виконується спільно з неодруженими переміщення верстата.

Норму штучного часу визначаємо по формулі, хв:

$$T_{\text{ШТ}} = (T_0 + T_{\text{В}} K_{\text{ТВ}}) \left(1 + \frac{a_{\text{ОБС}} + a_{\text{ОТЛ}}}{100} \right) \quad (6.20)$$

де $K_{\text{ТВ}} = 1$ – поправочний коефіцієнт на допоміжний час залежно від характеру серійності робіт [9, карта 1];

$a_{\text{ОБС}} = 5,5\%$ – час на обслуговування робочого місця, хв [9, карта 19];

$a_{\text{ОТЛ}} = 4\%$ – час на відпочинок і особисті потреби, хв [9, карта 19];

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{в}} K_{\text{тв}}) \left(1 + \frac{a_{\text{обс}} + a_{\text{отл}}}{100} \right) = (8,114 + 1,94) \left(1 + \frac{5,5 + 4}{100} \right) = 11,01$$

Результати розрахунків норм часу заносимо в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок норми основного і допоміжного часу

№ п/п	L+I _{вр} +I _{пер} , мм	T _о , хв	T _{уст} , хв	T _{х.х} , хв	T _{ізм} , хв	T _{з.інс.} , хв	T _в , хв
1			1,5				
2	173	1,977					
3	34	0,378					
4	210	2,100					
5	115	1,314					
6	17	0,405		0,2		0,02	
7	80	0,914					
8	55	0,550					
9	20	0,476		0,2		0,02	
Σ		8,114	1,5	0,4	0	0,04	1,94

Таблиця 6.4 – Розрахунок часу холостих ходів

№ п/п	Зміст переходу	Довжина	Швидкість холос-	Час холостого
		ходу, мм	того ходу, мм/хв	
1	Підведення (відведення) інстру- менту з точки зміни інструменту	500	5000	0,1

Розрахунок норми підготовчо-заключного часу.

Норма підготовчо-заключного часу включає:

1. Час на наладку верстата – 22 хв [9, карта 19];
2. Час на отримання інструменту і пристосувань виконавцем праці до початку і здача їх після закінчення обробки партії деталей – 10 хв [9, карта 19].

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$T_{ПЗ}=22+10=32 \text{ хв.} \quad (6.21)$$

Норму штучно-калькуляційного часу визначаємо по формулі:

$$T_{Ш-К} = T_{ШТ} + \frac{T_{ПЗ}}{N_{ДЕТ}} = 23,391 + \frac{32}{25} = 24.671 \text{ хв.} \quad (6.22)$$

Розрахунок норм часу для операції №035 «Фрезерна з ЧПК» виконуємо по цій же методиці, користуючись нормативами [9].

Виконуємо розрахунок норм часу на 045 операцію – вертикально – фрезерну з ЧПК. Нормування полягає у визначенні штучно-калькуляційного часу по формулі:

$$T_{Ш-К} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{ШТ}, \text{ хв}$$

де $T_{п.з.}$ – підготовчо-заключний час, хв

$$T_{п.з.} = T_{п.з.1} + T_{п.з.2} + T_{п.з.3}, \text{ хв}$$

$T_{п.з.1}$ – час на налагодження верстата $T_{п.з.1} = 20$ хв [7, прил. 6.5, с. 217]

$T_{п.з.2}$ – час на установку фрез, $T_{п.з.2} = 2$ хв [7, прил. 6.7, с. 220]

$T_{п.з.3}$ – час на отримання і здачу інструменту, $T_{п.з.3} = 8$ хв [7, прил. 7, с. 225]

$$T_{п.з.} = 20 + 2 + 8 = 30 \text{ хв.}$$

n – кількість деталей в партії, $n = 66$ шт

T_o – основний час на обробку деталі (на фрезерній операції), хв.

$T_o = 0,78$ хв. (визначено в п.6.6)

T_d – допоміжний час

$$T_v = (T_{yc} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}) \cdot K, \text{ хв}$$

T_{yc} – час на установку і зняття деталі, $T_{yc} = 0,11$ хв. [7, дод. 5.6, с. 199]

$T_{з.о}$ – час на закріплення і відкріплення деталі, $T_{з.о} = 0,096$ хв. [7, дод.5.7,с. 202]

$T_{уп}$ – час на прийоми управління, $T_{уп} = 0,05$ хв. [7, дод. 5.8, с. 202]

$T_{вим}$ – час на вимірювання деталі, $T_{вим} = 0,28$ хв. [7, дод. 5.16, с. 209]

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

К – коефіцієнт, що уточнює тип виробництва, К = 1,85

$$T_B = (0,11+0,096+0,05+0,28)1,85 = 0,99 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час.

$$T_{шт} = (0,08 + 0,99) \cdot \left(1 + \frac{4+4}{100}\right) = 1,15 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{ш-к} = 1,15 + \frac{25}{93} = 1,42 \text{ хв}$$

Використовуючи отримані значення норм основного, допоміжного, штучного і підготовчо-завершального часу по спроектованих операціях формуємо звідну таблицю норм часу. Величини норм часу і коефіцієнтів заносимо в таблицю 6.5.

Таблиця 6.5 – Норми часу на механічну обробку деталі

№ обпер.	Найменування операції	T _о хв.	T _в хв.	T _{шт} хв	T _{пз} хв
010	Токарна з ЧПУ	8,114	1,94	11,01	32
035	Вертикально-фрезерна з ЧПУ	0,365	2,87	4,015	30

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Завдання: спроектувати верстатне пристосування для фрезерування паза шпонки шириною $12H14(0^{+0.43})$, завглибшки $89,5h14(-0,87)$ і завдовжки 49 мм.

В даний час заготівка обробляється в пристосуванні з немеханізованим приводом. Робочий на даній операції має четвертий розряд. Застосування спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить понизити розряд верстатника на даній операції, понизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність параметрів точності на операції.

Уточнення мети технологічної операції. Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції

Точність розмірів

На даній операції формуються наступні лінійні розміри:

1) ширина паза 12H14. Величина допуску 430 мкм. Згідно ГОСТ 25346-82 дане значення співпадає з табличним [6, с. 441].

2) Крім того, на даній операції витримується також лінійний розмір глибини паза величиною 89,5 мм. Допуск при цьому рівний 870 мкм.

По ГОСТ 25346-82 це відповідає IT14, дане значення відповідає стандартному [6, с. 441].

3) Витримуються також лінійний розмір довжини паза 49 мм (даний розмір вільний, він виконаний по 14 квалитету, величина допуску для нього рівна $T=620$ мкм).

Точність форми

Аналізується поверхня стінки паза шпони. Спотворення форми даної поверхні характеризується відхиленням від площинної. Величина того, що припускається похибки форми не обумовлена на кресленні. Згідно ГОСТ 24643-81 для даного квалитета IT14 і рівня геометричної точності А маємо ступінь точності 12 [6, с. 451]. Для заданого номінального розміру 12 мм величина допуску площинної по ГОСТ 24643-81 складає 50 мкм.

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Точність розташування

Розглядаємо допуск симетричності стінок паза шпони, заданий величиною 1000 мкм. Згідно [6, с.452] по ГОСТ 24643-81 це відповідає 12 ступенів точності, табличне значення допуску при цьому складає 200 мкм.

Ступінь шорсткості

Згідно кресленню деталі шорсткість стінок паза і його дна складає $Ra=12,5$ мкм. На дану операцію заготовка поступає заздалегідь обробленою. Маса заготовки - 62 кг Матеріал заготовки - Сталь 40ХФА ГОСТ 4543-71. Заготовка є тілом обертання, не достатньо жорстка, хоча оброблюваність її задовільна. Є достатньо розвинені поверхні, які можуть бути прийняті за базових, до яких можна віднести дві ділянки зовнішньої циліндрової поверхні 100,18. Уточнимо точнісні параметри, які можуть бути базовими.

Точність розмірів

Діаметр ділянок зовнішньої циліндрової поверхні рівний 100,18 мм. По ГОСТ 25346-82 даному розміру для квалитета 9 відповідає допуск $T = 87$ мкм [6, с.441].

Лінійні розміри, що визначають положення торцевих поверхонь і уступів між циліндровими ступенями виконані по 14 квалитету точності.

Точність форми

Проведемо аналіз точності форми базових поверхонь.

Спотворення форми зовнішньої циліндрової поверхні 100,18 характеризується відхиленням від циліндричності. Величина того, допустимої похибки форми не обумовлена на кресленні. Згідно ГОСТ 24643-81 для даного квалитета ІТ 9 і рівня геометричної точності А маємо ступінь точності 8 [6, с.452]. Для заданого номінального розміру величина допуску циліндричності по ГОСТ 24643-81 згідно [6, с.452] складає 25 мкм.

Точність розташування

Як можливе відхилення розташування розглянемо радіальне биття зовнішньої циліндрової поверхні 100,18. Допуск биття для остаточно обробленої поверхні обмежується 40 мкм. Допуск для заздалегідь обробленої поверхні знаходити-

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ся в межах допуску на розмір 100,18, тобто $T=87$ мкм. Це означає, що він визначається 8 ступенем точності по ГОСТ 24643-81. Табличне значення допуску при цьому складає 60 мкм [6, с.452].

Ступінь шорсткості

Шорсткість поверхні $\varnothing 100,18$ формується на попередніх операціях і рівна $Ra=3,2$ мкм. Шорсткість торцевих поверхонь, остаточно отриманих на попередніх операціях, позначена на кресленні згідно ГОСТ 2789-73 параметром $Ra=12,5$ мкм. В принципі це відповідає точністним вимогам, що пред'являються до базових поверхонь.

У даному пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями тільки таких розмірів і з вказаними точністними параметрами, тобто адаптивні властивості настановних елементів пристосування повинні знаходитися в межах зміни вказаних розмірів.

Визначення умов, в яких виготовлятиметься і експлуатуватиметься пристосування

Річна програма випуску визначена в 600 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості припускає серійний тип виробництва. З урахуванням цього планується не дуже висока інтенсивність використання пристосування. При заданому періоді виробництва 3 року, або 36 місяців, пристосування повинне здійснити 1800 циклів.

Складання переліку функцій, що реалізуються

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.
1. Базування заготовки.
2. Закріплення заготовки.
3. Базування пристосування на станке.
4. Закріплення пристосування на верстаті.
5. Підведення і відведення енергоносія.
6. Утворення початкової сили для закріплення.
7. Управління енергоносієм.
8. Заміна настановних (затискних) елементів.

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).

10. Фрезерування паза шпони

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

Розробка і обґрунтування схеми базування

Як головна базова поверхня служать дві ділянки зовнішньої циліндрової поверхні діаметром 100,18 мм. Кожна з цих ділянок, будучи встановленим на короткі призми, виступає в ролі подвійної опорної бази, що позбавляє заготівку двох мір свободи (двох переміщень). Вони достатньо точно оброблені (IT 9), шорсткість поверхонь $Ra = 3,2$ мкм.

Застосування цих поверхонь як базові не перешкоджає доступу інструментів до оброблюваних поверхонь.

В якості опорної бази виступає торець 100×8 мм (поверхня 2, рис. 7.1). Він позбавляє заготівку однієї міри свободи – одного переміщення уздовж осі деталі.

Застосування даної поверхні як базова також не перешкоджає доступу ріжучих інструментів до оброблюваних поверхонь. Погрішність базування в цьому випадку рівна 0.

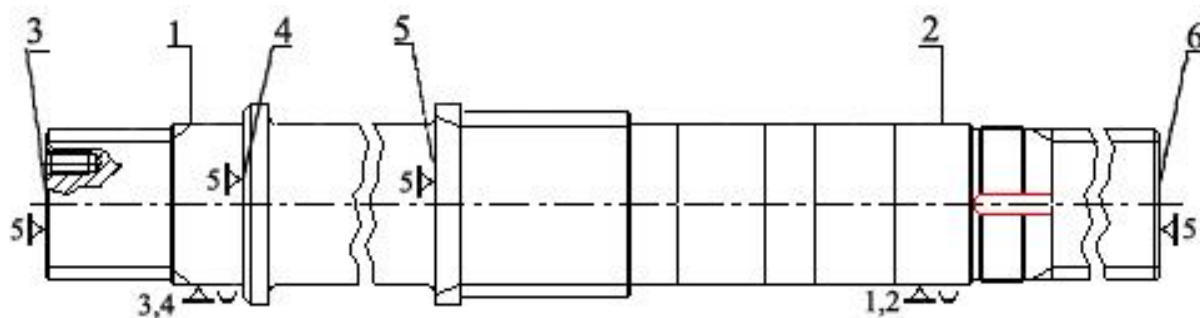


Рисунок 7.1. Варіанти базування деталі

Точнісні параметри базових поверхонь, визначені раніше, сопоставимы з точнісними параметрами оброблюваних, що забезпечує виконання точнісних

						ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
							45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

вимог, що пред'являються до обробки.

Аналіз структури зв'язків, що виникають при базуванні, можна здійснити, побудувавши таблицю односторонніх зв'язків (див. таблицю 7.1).

Таблиця 7.1 – Аналіз структури односторонніх зв'язків

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	$\omega_{x'}$	ω_y	$\omega_{y'}$	ω_z	$\omega_{z'}$
Спосіб реалі- зації	Реакція		R	R	R		R			R	R	R	R
	Сила закріп- лення												
	Сила тертя												

З таблиці 7.1 видно, що на заготівку накладено вісім односторонніх зв'язків. Тільки дві з них повні, останні - неповні, що обумовлене наявністю зазору між посадочною поверхнею призми і заготівкою.

Щоб заготівка була урівноваженою під час обробки, необхідно позбавити заготівку можливості переміщатися по координатах x' , z , $x\omega$, x' .

Розробка і обґрунтування схеми закріплення

Для визначення взаємного впливу поля обурюючих сил (ПОС) і поля врівноважуючих сил (ПВС) побудуємо графічну модель сил у взаємозв'язку з розробленою схемою базування.

З рис. 7.3 видно, що поля обурюючих сил не урівноважені і вимагають додаткових сил закріплення.

З рисунків 7.3 і 7.4 бачимо, що складова P_x' ПОС врівноважується реакцією R_x' ($R_x' = P_x'$) (таблиця 7.1). При даній схемі базування доцільно застосувати закріплення важеля в призмах, яке створює ПУС, представлене на рис 7.4.

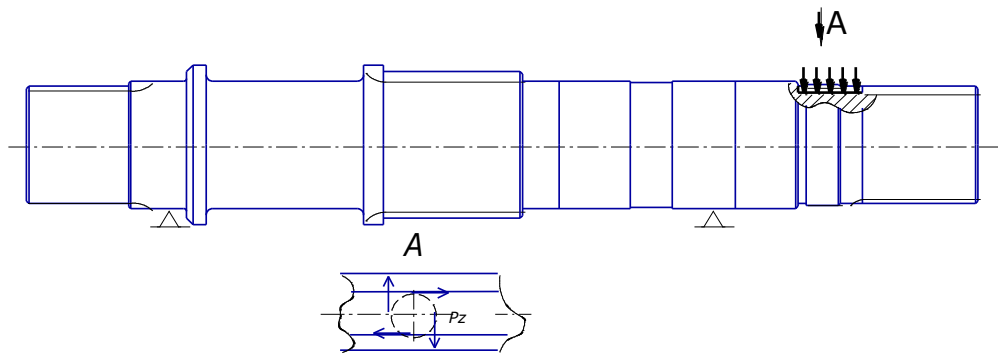


Рисунок 7.3 – Схема обурюючих сил (ПОС).

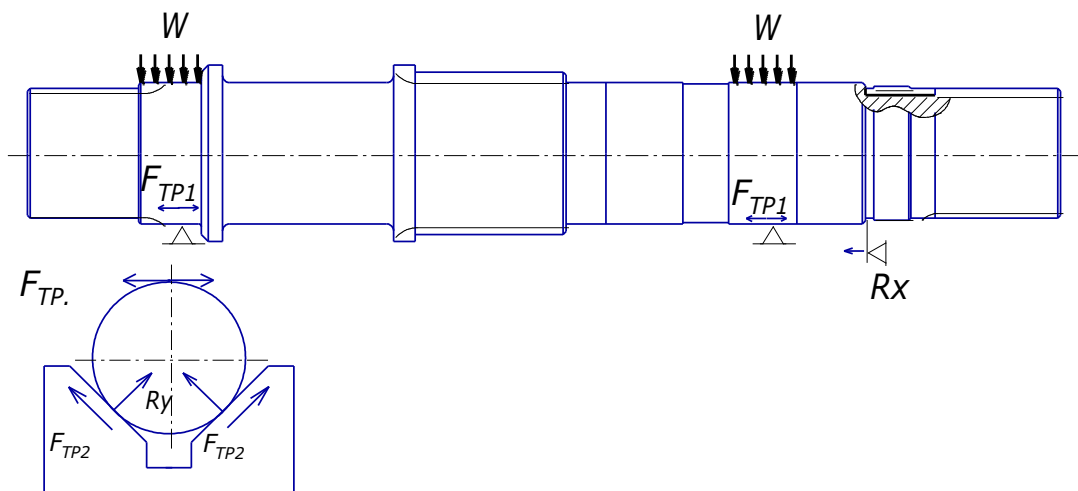


Рисунок 7.4 - Схема врівноважуючих сил (ПВС), що створюється механізмом за- тискання

Для аналізу зв'язків, що виникають при закріпленні заготовки, побудуємо таблицю зв'язків (таблиця 7.2).

Таблиця 7.2 – Таблиця зв'язків, що накладаються на заготівку

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	$\omega_{x'}$	ω_y	$\omega_{y'}$	ω_z	$\omega_{z'}$
Спосіб реалізації	Реакція		R	R	R		R			R	R	R	R
	Сила за- кріплення			W	W	W				W	W	W	W
	Сила тертя	F(w)						F(w)	F(w)				

Прикладення сили закріплення виключає зазор і перетворює зв'язки $x, y, y', z', \omega_y, y', z, z'$ з неповних в повних, а також створює чотири не дістають до комплекту зв'язку x', z, ω_x і x' .

Величина зусилля закріплення W розраховується з умови непроворота від сили P_z і умова незрушення заготівки під дією сили різання P_x , що становить .

Вказану величину сили закріплення розраховуємо за допомогою програми для ЕОМ "Розрахунок сил закріплення", розробленою на кафедрі ТМС СУМГУ.

Набутого значення сили закріплення - $W = 3812$ Н (див. додаток Б).

Розрахунок пневматичного поршневого приводу

Розрахуємо необхідну силу на штоку, щоб реалізувати силу закріплення, враховуючи наявність 4 циліндрів.

$$Q_{\phi \delta} = \frac{W}{\ell_1/\ell_2} = \frac{3812 \cdot 72}{109} = 2474 \text{ Н} , \quad (7.1)$$

де ℓ_1, ℓ_2 - плечі важеля, через який передається зусилля від штоку до кулачка.

Конструктивно діаметр штока приймаємо 25 мм. Скористаємося формулою $F = P \times S$, де $F = Q_{\text{шт}} = 2474$ Н, $P = 0,63$ МПа, звідки

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\phi \delta}}{\pi \cdot P} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2474}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 10^6} + 0,025^2} = 0,087 \text{ м} . \quad (7.2)$$

Приймаємо діаметр поршня пневмоциліндру 100 мм

Маємо: діаметр поршня - 100 мм

діаметр штока - 25 мм.

Точнісні розрахунки пристосування

Визначимо розрахункові параметри, тобто ті параметри, які найбільшою мірою впливають на досягнення заданих допусків оброблюваної деталі. У даному випадку до розрахункового параметра слід віднести непаралельність осі призми і площини підстави пристосування. Цей параметр є однорідним з допуском відхилення від симетричності, заданим на кресленні.

Допустима погрішність виготовлення вказаних елементів пристосування по параметру непаралельності рівна

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$\varepsilon_{np} \leq T_{-16} - K_T \times \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_{\sigma 16})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (K_{T2} \times \omega)^2 + \varepsilon_{Поз}^2}, \quad (7.3)$$

де $T = 100$ мкм - допуск симетричності стінок паза;

$K_T=1.2$ – коефіцієнт, що враховує можливий відступ від нормального розподілу окремих складових;

$K_{T1} = 0,8$ – коефіцієнт браний до уваги, коли погрішність базування не рівна нулю (в даному випадку $\sigma 16=0$);

$\varepsilon_3=0$ – погрішність закріплення заготівки;

$\varepsilon_y=30$ мкм – погрішність установки пристосування на верстаті;

$\varepsilon_{II}=0$ – погрішність перекосу інструменту;

$\varepsilon_{II}=25$ мкм – погрішність, що виникає унаслідок зносу настановних елементів;

$\omega=43$ мкм – середня економічна точність обробки [6, с.151, табл.7.1];

$K_{T2}=0.6$ – коефіцієнт, що враховує вірогідність появи погрішності обробки;

$\varepsilon_{Поз}=10$ мкм – погрішність позиціонування;

$$\varepsilon_{np} \leq 100 - 1.2 \times \sqrt{0^2 + 0^2 + 30^2 + 0^2 + 25^2 + (0.6 \times 43)^2 + 10^2} = 42 \text{ (мкм)}.$$

З урахуванням стандартного ряду допусків приймаємо $\varepsilon_{np}=20$ мкм.

Отриманий допуск розділяємо по елементах пристосування таким чином: непаралельність осі призм і настановної поверхні підстави пристосування - не більше 0,02 мм.

Опис пристрою і принципу дії пристосування

Оброблювану заготівку встановлюють на настановні поверхні призм 14, які у свою чергу кріпляться на корпусі 6 за допомогою гвинтів 12 і базуються за допомогою штифтів 20. Закріплення заготівки здійснюється при подачі стислого повітря в безштокову порожнину пневмоцилиндра 1, при цьому поршень разом з штоком переміщається вгору і через прихват 8 проводиться затиск заготівки.

Розкріплювання заготівки проводиться при подачі стислого повітря в штокову порожнину пневмоцилиндра 1, при цьому шток разом з поршнем опускається вниз, пружина 15 піднімає прихват 8 вгору, а важелі 5 відводять прихват 8 від заготовки.

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Пристосування в зборі встановлюється на столі верстата і орієнтується уздовж Т-подібного паза столу за допомогою направляючих шпонок 19. Закріплення пристосування на столі верстата проводиться через проушини з шириною паза 20 мм.

Для транспортування пристосування служать рим-болти 16.

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ:

В результаті проведеного аналізу службового призначення як деталі вал окремо, так і вузла в цілому, аналізу технічних вимог, технологічності заданої деталі, базового технологічного процесу виготовлення валу, були внесені зміни в технологічний процес виготовлення деталі «Вал 62.11.01.061».

Так, зміни в маршруті обробки, застосування сучасних продуктивних верстатів з ЧПК дає можливість раціональніше організувати технологічний процес виготовлення заданого валу.

Також розроблені схеми базування за умови використання спеціального пристосування із застосуванням принципу постійності та сталості технологічних баз, що виключають похибку базування, а оже, підвищують точність обробки.

Спроековано верстатний пристрій із механізованим пневматичним приводом для установаження, закріплення деталі для обробки шпонкового пазу валу-шестерні на фрезерній операції з ЧПК 050. Застосування цього пристрою дозволяє не тільки зменшити основний і допоміжний час на фрезерній операції, але і підвищити точність виготовлення і контролю деталей. Цьому сприяє також призначення технічно обгрунтованих режимів різання і норм часу для розглянутих операцій.

Всі нововведення, які були внесені в базовий технологічний процес виготовлення деталі вал 62.11.01.061 спрямовані на підвищення продуктивності праці та зниження собівартості виготовлення деталі.

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Марочник сталей и сплавов/ В.Г.Сорокин, А.В.Волосникова, С.А.Вяткин и др.; Под общ. ред. В.Г.Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
2. Методические указания к практическим занятиям «Анализ служебного назначения машины и детали и выявление технологических задач при изготовлении изделий»
3. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник – Л.: Машиностроение, Ленинградское отд-ние, 1984. – 464с., ил.
4. И.С. Добрыднев Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учебн. пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием».- М.: Машиностроение, 1985. 184 с., ил.
5. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски».
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил.
7. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1990.- 512 л.: ил.
8. Общемашиностроительные нормативов времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. М.: Машиностроение, -1980г.
9. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для нормирования станочных работ. М.: Машиностроение. – 1974 г.
10. Гипп Б.А. и др. Контрольные приспособления - М.: ГОСИНТН машиностроит. лит., 1960. – 339 с.
11. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник.- 7-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1979.-303с.
12. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / под общ. ред. А.А.Панова.-М.: Машиностроение, 1988.-736с.

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 13.Справочник технолога машиностроителя. В 2 т. Т.1 / под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 656с.
- 14.Ансеров М.А.Приспособления для металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1964.-652с.
- 15.Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении.- М.: Машиностроение, 1971.-228с.
- 16.ГОСТ 2.105-95. Правила оформлення документів загального призначення.
- 17.ГОСТ 3.1107-81. Позначення умовні графічні, вживані в технологічних процесах. Опори і затиски.
- 18.ГОСТ 2.109-73. Основні вимоги до креслень.
- 19.ГОСТ 2.305-68. Зображення – види, розрізи, перетини.
- 20.ГОСТ 3.1201-85. ЕСТД. Система позначення технологічної документації.

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ДОДАТКИ

					ТМ.15090077.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54